

**RANCANG BANGUN APLIKASI  
PEMANTAU KESUBURAN TANAH PADA LAHAN PERSAWAHAN  
DI KECAMATAN KEMILING BANDAR LAMPUNG  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

**(SKRIPSI)**

Oleh  
**ARJA SYAHRIRA**  
**1917051036**



**S1 ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

**RANCANG BANGUN APLIKASI  
PEMANTAU KESUBURAN TANAH PADA LAHAN PERSAWAHAN  
DI KECAMATAN KEMILING BANDAR LAMPUNG  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

Oleh  
**ARJA SYAHRIRA**

**Skripsi**  
**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapat Gelar**  
**SARJANA KOMPUTER**

**Pada**

**Jurusan Ilmu Komputer**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**S1 ILMU KOMPUTER**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS LAMPUNG**  
**BANDAR LAMPUNG**

**2026**

## ABSTRAK

### RANCANG BANGUN APLIKASI PEMANTAU KESUBURAN TANAH PADA LAHAN PERSAWAHAN DI KECAMATAN KEMILING BANDAR LAMPUNG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Oleh

ARJA SYAHRIRA

Kesuburan tanah merupakan faktor penting yang memengaruhi produktivitas pertanian. Pemantauan kondisi tanah yang masih dilakukan secara manual menyebabkan petani kesulitan memperoleh informasi secara cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi pemantauan kesuburan tanah berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kondisi tanah secara real-time. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH tanah, sensor kelembaban tanah, sensor suhu tanah DS18B20, DHT 11, LCD 16x2 I2C, dan aplikasi Blynk sebagai media pemantauan jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang meliputi perancangan, implementasi, dan pengujian sistem menggunakan black box testing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca nilai pH, kelembaban, dan suhu tanah secara akurat serta menampilkan data secara real-time pada LCD dan aplikasi Blynk. Seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik sehingga dapat membantu petani dalam memantau kondisi tanah secara efektif dan efisien.

**Kata Kunci:** *Internet of Things* (IoT), Kesuburan Tanah, ESP32, Sensor pH Tanah, Blynk, *Monitoring Real-Time*.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN INTERNET OF THINGS (IoT)- BASED SOIL FERTILITY MONITORING APPLICATION FOR RICE FIELDS IN KEMILING DISTRICT, BANDAR LAMPUNG**

**By**

**ARJA SYAHRIRA**

*Soil fertility is an important factor affecting agricultural productivity. Manual soil monitoring methods often make it difficult for farmers to obtain accurate and timely information about soil conditions. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based soil fertility monitoring application capable of providing real-time monitoring. The system utilizes an ESP32 microcontroller integrated with a soil pH sensor, soil moisture sensor, DS18B20 soil temperature sensor, DHT 11, 16x2 I2C LCD, and the Blynk application for remote monitoring. An experimental research method was employed, including system design, implementation, and testing using black-box testing. The results indicate that the system successfully measures soil pH, moisture, and temperature and displays the data in real time through both the LCD and Blynk application. All system functions operated properly, demonstrating that the developed system can effectively assist farmers in monitoring soil conditions and supporting agricultural land management.*

**Keywords:** *Internet of Things (IoT), Soil Fertility, ESP32, Blynk, Real-Time Monitoring.*

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Aplikasi Pemantau Kesuburan Tanah Pada Lahan Persawahan Di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung Berbasis *Internet Of Things* (IoT)**

Nama Mahasiswa : *Arja Syahrira*

NPM : 1917051036

Program Studi : S1 Ilmu Komputer

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Febi Eka Febriansyah, M.T.**  
NIP. 198002192006041001

**Muhaqiqin, S.Kom, M.T.I.**  
NIP. 199305252022031009

Ketua Jurusan Ilmu Komputer  
Komputer

Ketua Program Studi S1 Ilmu

**Dwi Sakethi, S.Si, M.Kom.**  
NIP. 196806111998021001

**Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D.**  
NIP: 198104142005011001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua Penguji : **Febi Eka Febriansyah, M.T.**



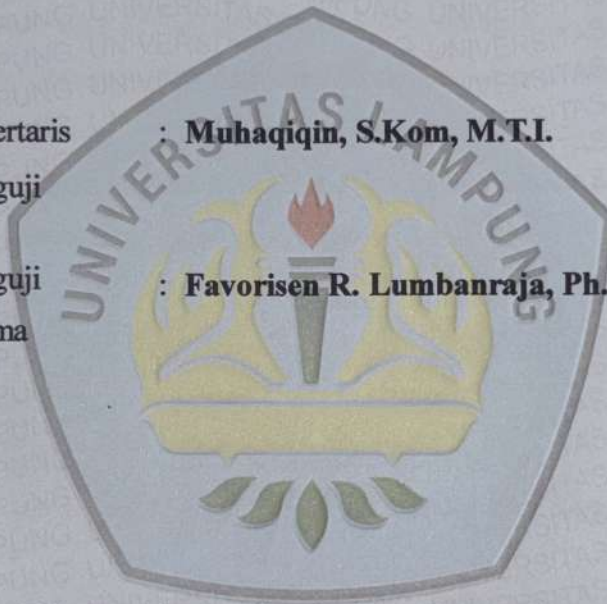
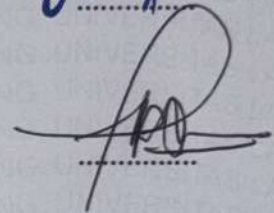
Sekretaris : **Muhaqiqin, S.Kom, M.T.I.**



Penguji

Penguji : **Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D**

Utama



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **12 Juni 2026**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Arja Syahrira

NPM: 1917051036

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Rancang Bangun Aplikasi Pemantau Kesuburan Tanah Pada Lahan Persawahan Di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”** merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 16 Juni 2026



Arja Syahrira

NPM. 1917051036

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pahlungan pada hari Sabtu, 25 Agustus 2001, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak Syahril dan Ibu Herawati. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan pada Tahun 2013 di SDN 1 Pahlungan. Kemudian Pendidikan menengah pertama diselesaikan pada Tahun 2016 di SMP Negeri 1 Pesisir Tengah dan pendidikan menengah atas diselesaikan di SMA Perintis 1 Bandar Lampung pada Tahun 2019. Pada Tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah melakukan kegiatan-kegiatan yaitu sebagai berikut.

1. Menjadi Staf Ahli BEM U KBM Unila Kementrian Pergerakan Periode 2020/2021.
2. Menjadi Anggota Bidang Internal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2020/2021.
3. Menjadi Panitia Kakak Asuh Dalam Acara Printer periode 2021/2022.
4. Mengikuti Praktik Kerja Lapangan (PKL) 2021 periode II di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung.
5. Mengikuti Basic Training LK1 HMI Cabang Bandar Lampung Tahun 2021.
6. Menjadi Kader Himpunan Mahasiswa Islam Universitas Lampung.
7. Mengikuti Kuliah Kerja Nyata 2022 periode II di Desa Margodadi, Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus.

## MOTO

*“Fa inna ma'al-'usri yusrā”  
“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”*

— *(Q.S. Al-Insyirah : 5)*

*“Lautan tidak akan membawa kita ke tujuan jika kita hanya diam di pelabuhan. Ambil risiko, berlayarlah, dan ciptakan masa depanmu sendiri.”  
“Jika kamu lapar Maka makanlah”*

— *Monkey D. Luffy*

*“Mimpi seseorang tidak akan pernah berakhir.”*

– *Marshall D. Teach*

*“Kalau tidak bisa jadi matahari yang menerangi dunia, jadilah lampu kamar yang setidaknya membantu seseorang melihat jalan.”*

— *Anonim*

## **PERSEMBAHAN**

### *Alhamdulillahillobbilamin*

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'alaah atas segala Rahmat serta Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Kupersembahkan karya ini kepada:

### **Keluarga Tercinta**

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan melantunkan doa yang selalu menyertai penulis. Penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

### **Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2019**

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama penulis melaksanakan perkuliahan di Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.

### **Almamater Tercinta, Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung**

Tempat menimba semua ilmu yang kedepannya akan menjadi bekal hidup bagi penulis.

## SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah serta karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Aplikasi Pemantau Kesuburan Tanah Pada Lahan Persawahan Di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung Berbasis *Internet Of Things* (IoT)”**. Dalam pelaksanaannya yaitu mengembangkan program dan pembuatan skripsi, penulis mendapat banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga pada sanwacana ini penulis ingin mengungkapkan ucapan terima kasih penulis kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Tanpa limpahan rahmat, kesehatan, serta kekuatan dari-Nya, karya ini tidak mungkin dapat terselesaikan.
2. Ibu dan Ayah yang telah melahirkan serta membesarkan dengan cinta yang tulus, menjadi sumber kekuatan dan keyakinan dalam perjalanan hidup ini. Terima kasih atas setiap dukungan dan doa yang tak pernah putus dalam setiap perjalanan, atas cinta dan kasih sayang yang tulus dan tak terbatas serta kepercayaan yang selalu ditanamkan kepada penulis. Terima kasih pula atas kesabaran yang luar biasa, nasihat yang menguatkan serta segala bentuk pengorbanan yang tak ternilai.
3. Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
4. Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
5. Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Ilmu Komputer Universitas Lampung.
6. Yunda Heningtyas, M. Kom. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.

7. Febi Eka Febriansyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberi bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan baik.
8. Muhaqiqin, S.Kom, M.T.I. selaku Dosen Pembimbing 2 dan juga selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D. selaku Dosen Pembahas yang telah memberi banyak masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang membantu penulis dalam perkuliahan.
11. Staf dan karyawan Jurusan Ilmu Komputer atas sikap kerja yang kooperatif dan membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
12. Teman-teman S1 Ilmu Komputer angkatan 2019 yang telah memberikan pengalaman yang sangat menyenangkan bersama-sama.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna serta kesalahan yang diluar batas kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini membawa manfaat dan keberkahan bagi semua civitas Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 16 Juni 2026

Arja Syahrira

NPM. 1917051036

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR KODE PROGRAM.....</b>	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Uraian Landasan Teori.....	10
2.2.1 Kesuburan Tanah Lahan Persawahan .....	10
2.2.2 Internet of Things .....	10
2.2.3 Arduino IDE.....	11
2.2.4 Mikrokontroler ESP32.....	11
2.2.5 Sensor PH Tanah ( <i>Soil Moisture</i> ) .....	12
2.2.6 Sensor Kelembaban Tanah YL-69.....	13
2.2.7 Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT11.....	13
2.2.8 Sensor Suhu Tanah DS18B20 .....	14
2.2.9 LCD 16x2 12C .....	14
2.2.10 Modul <i>Relay</i> .....	15

2.2.11 Blynk.....	15
2.2.12 Wokwi.....	16
2.2.13 Sistem <i>Monitoring</i> .....	16
2.2.14 Metode <i>Prototyping</i> .....	16
2.2.15 Black Box Testing .....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	18
3.2.1 Data Primer .....	18
3.2.2 Data Sekunder .....	18
3.3 Analisa Kebutuhan .....	19
3.3.1 Kebutuhan Fungsional.....	19
3.3.2 Kebutuhan Non Fungsional .....	20
3.4 Alat Penelitian.....	21
3.4.1 Perangkat Lunak.....	21
3.4.2 Perangkat Keras.....	21
3.5 Metode Eksperimental.....	22
3.5.1 Rancangan <i>Wiring Diagram</i> .....	23
3.5.2 Alur Pembuatan Alat.....	26
3.5.3 Diagram Blok Sistem.....	27
3.5.4 <i>Use Case Diagram</i> .....	28
3.5.5 <i>Activity Diagram Monitoring Kelembaban Tanah</i> .....	29
3.5.6 <i>Activity Diagram Monitoring Suhu Tanah</i> .....	30
3.5.7 <i>Activity Diagram Monitoring Ph Tanah</i> .....	31
3.5.8 <i>Activity Diagram Rekomendasi Tindakan</i> .....	32
3.5.9 <i>Activity Diagram Pengiriman Data Ke Blynk</i> .....	33

3.5.10 <i>User Interface</i> Aplikasi Blynk.....	34
3.5.11 Pengujian.....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil.....	36
4.2 Pembahasan.....	36
4.2.1 Kebutuhan Komponen .....	37
4.2.2 Perakitan Komponen.....	37
4.2.3 Kalibrasi Sensor pH Tanah.....	38
4.2.4 Pembuatan Program Arduino IDE.....	40
4.2.5 Pembuatan Program Blynk .....	44
4.2.6 Pengujian Sistem .....	45
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Simpulan .....	51
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Mikrokontroler Esp32.....	11
2. Sensor PH Tanah.....	12
3. Sensor Kelembaban Tanah.....	13
4. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara.....	13
5. Sensor Suhu Tanah.....	14
6. Lcd 16x2 12c.....	14
7. Metode Eksperimental.....	22
8. Rancangan <i>Wiring</i> Diagram.....	23
9. Alur Pembuatan Alat.....	26
10. Diagram Blok Sistem.....	27
11. <i>Use Case</i> Diagram.....	28
12. <i>Activity Diagram Monitoring</i> Kelembaban Tanah.....	29
13. <i>Activity Diagram Monitoring</i> Suhu Tanah.....	30
14. <i>Activity Diagram Monitoring</i> pH Tanah.....	31
15. <i>Activity Diagram</i> Rekomendasi Tindakan.....	32
16. <i>Activity Diagram</i> Pengiriman Data ke Blynk.....	33
17. <i>User Interace</i> Aplikasi Blynk.....	34
18. Perakitan Alat.....	37
19. Hasil Perakitan Alat.....	38
20. Kalibrasi Sensor pH Tanah.....	39
21. Pembuatan Program Blynk.....	44
22. Diagram Pengujian Alat Manual.....	46
23. Diagram Pengujian Alat Otomatis.....	48
24. Diagram Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	50
25. Pengujian Alat.....	50

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Penelitian Terdahulu.....	7
2. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan Sensor pH Tanah .....	24
3. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan Sensor Kelembaban Tanah YL-69.....	24
4. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan Sensor Suhu DS18B20 .....	25
5. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan LCD 16x2 12C.....	25
6. Skema Pengujian Sistem .....	35
7. Penentuan kondisi dan rekomendasi tanah .....	43

## DAFTAR KODE PROGRAM

<b>Kode Program</b>	<b>Halaman</b>
1. Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah. ....	40
2. Pembacaan Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT11). ....	41
3. Pembacaan Sensor Suhu Tanah (DS18B20).....	41
4. Pembacaan Sensor pH Tanah.....	42
5. Logika Penentuan Kondisi dan Rekomendasi Tanah. ....	43

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kesuburan tanah merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dalam kegiatan pertanian, khususnya pada budidaya tanaman padi. Tanah yang subur mampu menyediakan unsur hara yang cukup, menjaga keseimbangan air, serta mendukung aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik. Parameter utama yang memengaruhi kesuburan tanah meliputi tingkat keasaman ( $pH$ ), kelembaban tanah, dan suhu tanah. Ketiga parameter tersebut memiliki keterkaitan erat dan berpengaruh langsung terhadap kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi serta pertumbuhan secara keseluruhan (Putri et al., 2023).

Dalam praktik pertanian modern, ketidakseimbangan parameter tanah sering menjadi penyebab utama penurunan produktivitas lahan.  $pH$  tanah yang terlalu asam dapat menghambat ketersediaan unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Selain itu, kelembaban tanah yang tidak stabil dapat mengganggu proses metabolisme tanaman serta menghambat pertumbuhan akar. Suhu tanah juga berperan penting dalam aktivitas mikroorganisme yang membantu proses mineralisasi unsur hara. Oleh karena itu, pemantauan kondisi tanah secara berkala dan akurat menjadi kebutuhan penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan (El Behairy., 2024).

Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung, merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas pertanian yang cukup aktif, khususnya dalam budidaya tanaman padi. Berdasarkan data Dinas Pertanian Kota Bandar Lampung (2023), jenis tanah di wilayah ini didominasi oleh Inceptisol dan Ultisol yang memiliki karakteristik  $pH$  tanah cenderung asam (4,5–5,5), kandungan bahan organik rendah, serta

kapasitas tukar kation yang sedang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanah di wilayah Kemiling memiliki potensi kesuburan yang fluktuatif dan memerlukan pengelolaan yang tepat agar tetap produktif. Dalam konteks lahan persawahan di Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung, kondisi tanah yang cenderung memiliki *pH* asam serta tingkat kelembaban yang tidak stabil menunjukkan pentingnya penerapan sistem pemantauan kesuburan tanah guna mendukung pengelolaan lahan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil observasi langsung di lahan persawahan Kecamatan Kemiling, ditemukan beberapa kondisi nyata yang menunjukkan adanya permasalahan dalam kesuburan tanah. Pada musim kemarau, sebagian lahan mengalami kekeringan yang menyebabkan tanah menjadi keras dan retak, sehingga menghambat pertumbuhan akar tanaman. Sebaliknya, pada musim hujan, beberapa area sawah mengalami genangan air yang berlebihan akibat sistem irigasi yang belum merata. Kondisi ini menyebabkan kelembaban tanah menjadi tidak stabil, yang berdampak langsung pada pertumbuhan tanaman padi.

Selain itu, pertumbuhan tanaman di beberapa area menunjukkan ketidakteraturan. Terdapat tanaman yang tumbuh dengan baik dan berwarna hijau segar, namun pada area lain terlihat tanaman menguning dan mengalami pertumbuhan yang lambat. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan tingkat kesuburan tanah dalam satu lahan yang sama. Variasi kondisi tanah ini sulit dideteksi secara akurat apabila hanya mengandalkan pengamatan visual tanpa bantuan alat ukur yang memadai (Nugraha & Ramadhan, 2023).

Berdasarkan hasil wawancara dengan petani setempat, diketahui bahwa metode pemantauan kondisi tanah masih dilakukan secara manual, yaitu dengan mengamati kondisi fisik tanah dan tanaman secara langsung. Petani belum menggunakan alat ukur digital untuk mengetahui nilai *pH*, kelembaban, maupun suhu tanah secara kuantitatif. Hal ini menyebabkan pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan, seperti waktu penyiraman dan pemupukan, sering kali tidak tepat sasaran. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan pemborosan sumber daya dan menurunkan hasil produksi pertanian (Prasetyo & Wibowo, 2021).

Permasalahan utama yang dihadapi di lahan persawahan Kecamatan Kemiling adalah belum tersedianya sistem pemantauan kondisi tanah yang mampu memberikan data secara *real-time*, akurat, dan mudah diakses oleh petani. Ketergantungan pada metode manual menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kondisi tanah, sehingga tindakan yang dilakukan sering kali tidak optimal. Selain itu, rendahnya pemanfaatan teknologi dalam sektor pertanian menjadi kendala dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan.

Perkembangan teknologi, khususnya dalam bidang *Internet of Things (IoT)*, memberikan peluang besar untuk mengatasi permasalahan tersebut. *Internet of Things (IoT)* merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet secara *real-time*. Dalam bidang pertanian, teknologi ini telah banyak dimanfaatkan untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kualitas tanah secara otomatis (Gunawan & Ahmadi, 2024).

Penerapan *IoT* dalam sistem pemantauan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler seperti ESP32 yang memiliki kemampuan konektivitas *Wi-Fi* dan pemrosesan data yang baik. Sensor-sensor seperti sensor *pH* tanah, sensor kelembaban tanah, dan sensor suhu tanah digunakan untuk mengukur kondisi tanah secara langsung di lapangan. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke aplikasi berbasis *smartphone* melalui jaringan internet sehingga dapat diakses oleh pengguna kapan saja dan di mana saja (Fakhrezi et al., 2024).

Penggunaan platform aplikasi seperti Blynk memungkinkan visualisasi data secara *real-time* dalam bentuk grafik maupun indikator digital. Hal ini memudahkan petani dalam memahami kondisi tanah secara lebih akurat dibandingkan metode manual. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait pengelolaan lahan, seperti menentukan waktu penyiraman dan kebutuhan pemupukan (Kurniawan, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan *IoT* dalam bidang pertanian mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Sistem monitoring berbasis *IoT* dapat memberikan data yang akurat dan berkelanjutan sehingga membantu petani dalam mengelola lahan secara lebih efektif (Mohiuddin et al., 2024). Selain itu, penggunaan sensor dan mikrokontroler dalam sistem pertanian cerdas terbukti mampu meningkatkan kualitas hasil panen serta mengurangi ketergantungan pada metode konvensional (Handayani & Subardono, 2024).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau kondisi kesuburan tanah secara otomatis, *real-time*, dan akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan kesuburan tanah berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor pendukung. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dalam memantau kondisi tanah secara lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan serta produktivitas pertanian di Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan petani tidak lagi bergantung pada metode manual dalam memantau kondisi tanah. Informasi yang diperoleh secara *real-time* dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dan cepat. Selain itu, penerapan teknologi *IoT* dalam penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam modernisasi sektor pertanian menuju sistem pertanian yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah yang akan di bahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pemantauan kesuburan tanah secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Parameter apa saja yang perlu dipantau untuk menentukan tingkat kesuburan tanah, dan bagaimana cara pengukurannya secara digital.
3. Bagaimana tampilan dan aksesibilitas data hasil pemantauan dapat membantu petani dalam pengambilan keputusan pengelolaan lahan.
4. Bagaimana implementasi pemantauan kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan ESP32 dan aplikasi Blynk pada lahan persawahan di Kecamatan Kemiling.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini agar penelitian lebih terfokus dan tidak meluas adalah sebagai berikut:

1. Perangkat pemodelan menggunakan *relay* 5v, LCD 16x2, ESP 32, DMS, adaptor sensor kelembaban, sensor PH, DHT 22, sensor Kelembaban.
2. Penelitian hanya difokuskan pada pemantauan parameter kesuburan tanah berupa kelembaban (*moisture*), pH, dan suhu tanah.
3. Data hasil pemantauan dikirim secara *real-time* melalui jaringan WiFi dan ditampilkan di Blynk.
4. Wilayah uji coba sistem dibatasi pada lahan persawahan seluas 1 hektar di Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung dan tidak mencakup wilayah lain.
5. Sistem yang dikembangkan hanya berfungsi untuk pemantauan, tidak termasuk sistem pengambilan tindakan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kesuburan tanah secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32.
2. Untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan sensor-sensor yang mampu mengukur parameter kesuburan tanah, yaitu kelembaban, pH, dan suhu tanah secara akurat.
3. Untuk menampilkan data hasil pemantauan dalam bentuk antarmuka yang mudah diakses oleh petani melalui web atau aplikasi sederhana.
4. Untuk menguji efektivitas dan keandalan sistem pemantauan dalam membantu petani mengelola lahan secara lebih efisien, khususnya di wilayah persawahan Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan solusi teknologi yang praktis, efisien, dan *real-time* bagi petani dalam memantau kondisi kesuburan tanah.
2. Membantu petani di Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung dalam meningkatkan produktivitas lahan melalui pengelolaan yang lebih tepat berdasarkan data.
3. Mendorong pemanfaatan teknologi berbasis IoT di sektor pertanian, sehingga pertanian menjadi lebih modern dan berkelanjutan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

NO	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Handayani & Subardono (2024)	<i>Smart Farming System</i> menggunakan ESP32-WROOM-32D dengan Platform Thinger.io	Sistem pertanian pintar menggunakan ESP32 baik, mengakses suhu dan kelembaban secara <i>real-time</i> melalui Thinger.io.	Sama-sama menggunakan ESP32 dan sistem pemantauan berbasis IoT.	Menggunakan platform Thinger.io dan fokus pada kontrol otomatis, sedangkan penulis menggunakan aplikasi Blynk dan hanya untuk pemantauan.
2	Zubaidi (2023)	<i>Smart Farming</i> Berbasis dengan Pengendalian Kelembaban Tanah dan Pemberian Pupuk Cair	Urban IoT menjaga kelembaban dan menyemprot pupuk otomatis, menggunakan sensor kelembaban dan ESP32, tanah dikendalikan melalui Thinger.io.	Sama-sama menggunakan ESP32 dan sensor kelembaban tanah.	Penelitian ini mencakup pemberian pupuk otomatis, sementara penulis hanya melakukan pemantauan tanpa kontrol aktuator.

NO	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
3	Mohiuddin dkk. (2024)	<i>IoT-Based Smart Agriculture Irrigation and Monitoring System Using Ubidots Server</i>	Sistem berhasil memantau kelembaban tanah dan suhu serta mengatur irigasi otomatis. Data dikirim ke Ubidots dengan ESP32.	Sama-sama menggunakan ESP32, IoT, dan sensor kelembaban.	Penelitian ini menggunakan Ubidots dan mencakup irigasi otomatis, penulis menggunakan Blynk dan hanya <i>monitoring</i> .
4	Effendi (2022)	<i>Plant Monitoring System Using ESP32 Based on IoT in Indoor Hydroponic Agriculture</i>	Sistem dapat memantau suhu, kelembaban, pH, dan nutrisi tanaman secara <i>real-time</i> di lingkungan hidroponik menggunakan ESP32.	Sama-sama menggunakan ESP32 dan pemantauan lingkungan.	Fokus pada sistem hidroponik dan penggunaan Telegram untuk notifikasi, penulis fokus pada sawah dan menggunakan Blynk.
5	F. Silaban, Y. Putri & S. Oktaviany (2024)	<i>Smart Farming Monitoring System with NPKTHCPH-S Sensor</i>	Sistem ini memanfaatkan sensor multifungsi untuk memantau NPK, suhu, kelembaban, dan pH, dengan pengolahan data <i>real-time</i> menggunakan ESP32.	Fokus sama pada pemantauan kesuburan tanah dengan ESP32.	Sensor yang digunakan lebih kompleks (NPKTHCPH-S), penulis menggunakan sensor terpisah dan aplikasi Blynk.
6	Muhammad Luthfi & Rido Ananta (2021)	<i>Monitoring Kelembaban dan pH Tanah Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU dan Blynk</i>	Sistem <i>monitoring</i> pH dan kelembaban tanah berjalan baik, dengan notifikasi dikirim ke smartphone via Blynk.	Sama-sama menggunakan IoT, sensor pH dan kelembaban, serta aplikasi Blynk.	Menggunakan NodeMCU, sedangkan penulis menggunakan ESP32 yang memiliki konektivitas lebih lengkap.
7	Shabrina Amelia & Putri Septiana (2023)	<i>Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kesuburan Tanah Menggunakan ESP32 dan Sensor PH</i>	Sistem berhasil memantau pH, dan kelembaban tanah secara <i>real-time</i> menggunakan ESP32 dan ditampilkan melalui	Hampir seluruh aspek sama: ESP32, sensor yang digunakan, dan fokus pemantauan kesuburan	Penelitian dilakukan di rumah kaca, sedangkan pengujian dilakukan di lahan persawahan

NO	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		Suhu, dan Kelembaban Berbasis IoT	dan dashboard IoT.	tanah.	Kemiling.
8	Gatot Santoso dkk (2020)	Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Tanah Tanaman Padi dengan Parameter Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis IoT	Menggunakan Arduino Nano, sensor kelembaban FC-28, sensor suhu DS18B20, dan Blynk untuk memantau kelembaban suhu tanah secara <i>real-time</i> .	Sama-sama ditujukan untuk <i>monitoring</i> kualitas tanah pada tanaman padi dan memanfaatkan IoT.	Tidak menggunakan ESP32 dan belum mencakup parameter pH.
9	Gusnul Yakin dkk (2021)	Rancang Bangun Pengukur Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul SEN0161 Berbasis Arduino Uno	Alat pH digital menggunakan sensor SEN0161, Arduino Uno, dan LCD 2x16 dengan akurasi 97,98% dan deviasi 0,13.	Sama-sama mengukur pH tanah sebagai indikator kesuburan.	Tidak berbasis IoT, tidak menggunakan ESP32 atau aplikasi pendukung seperti Blynk.
10	Fauzan M. Iqbal dkk (2023)	Penerapan <i>Internet of Things</i> Sistem Deteksi Kesuburan Tanah	Menggunakan Arduino Uno, sensor warna TCS3200, dan Wemos D1 R1. Sistem mendeteksi kesuburan tanah dan mengirim data ke <i>smartphone</i> .	Sama-sama berbasis IoT dan bertujuan mengukur kesuburan tanah.	Parameter kesuburan berbasis warna, bukan pH, suhu, atau kelembaban. Tidak menggunakan ESP32 atau Blynk.
11	Arafat dkk (2021)	<i>Monitoring</i> Kelembaban Tanah dan Pemberian Pupuk Cair Tanaman Cabai Berbasis IoT	Menggunakan ESP32, sensor kelembaban, dan Blynk untuk <i>monitoring</i> penyiraman otomatis tanaman cabai.	Sama-sama menggunakan ESP32 dan aplikasi Blynk.	Fokus pada tanaman cabai, tidak mencakup parameter suhu dan pH secara terintegrasi.

## 2.2 Uraian Landasan Teori

Berikut uraian landasan teori yang berisikan teori-teori yang relevan dengan judul penulis.

### 2.2.1 Kesuburan Tanah Lahan Persawahan

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara secara cukup dan seimbang guna mendukung pertumbuhan serta produktivitas tanaman, yang dipengaruhi oleh interaksi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Putri et al., 2023). Parameter utama yang digunakan dalam menentukan tingkat kesuburan tanah meliputi tingkat keasaman ( $pH$ ), kelembaban, dan suhu tanah, di mana  $pH$  berperan dalam menentukan ketersediaan unsur hara, kelembaban berfungsi sebagai media pelarut dan distribusi nutrisi, serta suhu tanah mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam siklus hara (El Behairy., 2024). Secara umum, tanah yang tergolong subur memiliki nilai  $pH$  berkisar antara 5,5–7,0, kelembaban tanah sekitar 30–60%, dan suhu tanah berada pada rentang 20–30°C, karena kondisi tersebut mendukung ketersediaan unsur hara, aktivitas mikroorganisme, serta pertumbuhan akar tanaman secara optimal. Pengelolaan lahan yang tidak optimal dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah secara bertahap, sehingga diperlukan kegiatan pemantauan yang dilakukan secara berkala dan berkelanjutan. Seiring dengan perkembangan teknologi, pemantauan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan sistem berbasis sensor untuk memperoleh data yang lebih akurat dan *real-time* (Fakhrezi et al., 2024).

### 2.2.2 Internet of Things

*Internet of Things* adalah sebuah teknologi dimana jaringan internet digunakan secara *real-time* atau terus menerus dengan fiturnya yang dapat melakukan kontrol jarak jauh sehingga informasi dapat diambil tanpa intervensi dari manusia, yang berarti bahwa data dapat dikumpulkan dan diproses secara otomatis tanpa campur tangan manusia (Gunawan dan Ahmadi, 2024). Penggunaan *Internet of Things* dapat menciptakan suatu ekosistem dimana perangkat keras seperti barang

elektronik, kendaraan ataupun objek lainnya dapat melakukan pertukaran data yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi (Fadillah & Gunawan, 2024). Kegiatan dapat disebut berbasis IoT saat memenuhi tiga komponen yaitu perangkat elektronik, jaringan internet dan aplikasi untuk mengontrol perangkat (Alfayed dan Purnomo, 2024).

### 2.2.3 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak *open-source* yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler seperti Arduino Uno maupun ESP32. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dan mendukung berbagai pustaka untuk mempermudah integrasi sensor dan modul komunikasi.

Dalam penelitian berbasis IoT, seperti sistem pemantauan kesuburan tanah, Arduino IDE berfungsi sebagai alat untuk mengatur pembacaan sensor (pH, suhu, dan kelembaban tanah) dan mengirimkan data ke platform seperti Blynk secara *real-time*. Penggunaan Arduino IDE dinilai praktis dan efektif dalam pengembangan sistem otomatisasi maupun pemantauan lingkungan (Pratiwi, 2024).

### 2.2.4 Mikrokontroler ESP32



Gambar 1. Mikrokontroler ESP32.

ESP32 adalah mikrokontroler yang banyak digunakan dalam sistem IoT karena memiliki koneksi Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, daya konsumsi rendah, serta kompatibel dengan berbagai sensor lingkungan. pin utama VCC (3V3,VIN) merupakan sumber listrik sensor, pin *input analog* (D32,D33,D34,D35) untuk

sensor yang nilainya berubah-ubah, pin *input digital* yaitu semua yang berlabel D berfungsi untuk membaca sinyal *ON/OFF*, pin sentuh (D2,D4,D12,D13,D14,D15) mendeteksi sentuhan tanpa alat tambahan, jalur komunikasi sensor D21 (SDA) dan D22 (SCL) digunakan untuk layar LCD atau sensor presisi, pin (D5,D18,D19,D23) untuk modul SD *card*. ESP32 mampu membaca data dari sensor pH tanah, suhu, dan kelembaban, kemudian mengirimkannya secara *real-time* ke aplikasi *monitoring* seperti Blynk. Hariono et al. (2024) menjelaskan bahwa ESP32 dapat digunakan untuk *monitoring* parameter tanah dan mengaktifkan sistem otomatisasi berdasarkan data sensor yang diperoleh. Hal ini menjadikan ESP32 sangat cocok untuk sistem pertanian cerdas berbasis IoT.

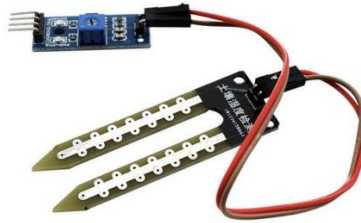
### 2.2.5 Sensor PH Tanah (*Soil Moisture*)



Gambar 2. Sensor PH Tanah.

Sensor ini digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah. pH tanah sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. pH yang terlalu asam atau basa dapat menghambat penyerapan nutrisi dan mengganggu aktivitas mikroorganismet tanah. Fakhrezi et al. (2024) menjelaskan bahwa pengukuran pH tanah secara *real-time* menggunakan sensor analog dan ESP32 memungkinkan petani mengetahui kondisi tanah secara cepat dan tepat, sehingga dapat merencanakan tindakan pengelolaan lahan lebih lanjut.

### 2.2.6 Sensor Kelembaban Tanah YL-69



Gambar 3. Sensor Kelembaban Tanah.

Sensor YL-69 mendeteksi kadar air tanah berdasarkan konduktivitas listrik: semakin tinggi kadar air, maka hambatan listriknya menurun. Data kelembaban digunakan sebagai informasi pendukung untuk mengevaluasi kesuburan tanah, karena air merupakan medium utama bagi proses pelarutan unsur hara. Nugraha dan Ramadhan (2023) menyatakan bahwa penggunaan sensor YL-69 yang terhubung dengan ESP32 sangat efektif dalam sistem *monitoring* pertanian karena memberikan pembacaan langsung tingkat kelembaban tanah yang sangat dibutuhkan untuk pemantauan lingkungan mikro tanah.

### 2.2.7 Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT11



Gambar 4. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara.

Sensor DHT11 berfungsi untuk membaca suhu dan kelembaban udara di sekitar area pertanian. Walaupun fokus utama penelitian ini adalah pada kesuburan tanah, data mikroklimat seperti suhu dan kelembaban udara juga dapat membantu memberikan konteks yang lebih menyeluruh terhadap kondisi tanah. Ramadani dan Yulianto (2022) menyatakan bahwa sensor DHT11 banyak digunakan dalam pertanian cerdas untuk mendukung informasi mikroklimat yang turut mempengaruhi kelembaban dan kondisi biologis tanah.

### 2.2.8 Sensor Suhu Tanah DS18B20



Gambar 5. Sensor Suhu Tanah.

DS18B20 merupakan sensor suhu digital dengan akurasi tinggi dan fitur komunikasi *one-wire*, yang membuatnya ideal untuk pengukuran suhu di lingkungan tanah. Suhu tanah berpengaruh langsung terhadap aktivitas mikroorganisme, pelarutan unsur hara, dan metabolisme tanaman. Menurut Lestari dan Rachmat (2021), sensor DS18B20 terbukti memiliki performa stabil dalam berbagai kondisi kelembaban tanah dan dapat digunakan dalam sistem pemantauan kesuburan dengan keakuratan tinggi.

### 2.2.9 LCD 16x2 12C



Gambar 6. LCD 16x2 12C.

LCD ini digunakan untuk menampilkan data sensor secara lokal langsung di area sawah. Menggunakan antarmuka I2C, hanya dibutuhkan dua pin untuk komunikasi, sehingga lebih efisien. Fungsi LCD penting dalam sistem yang

ditempatkan di lapangan agar petani tetap bisa membaca data walau tidak terhubung ke internet. Setiawan dan Irawan (2023) menyatakan bahwa LCD 16x2 merupakan solusi sederhana dan ekonomis untuk tampilan lokal sistem *monitoring* berbasis IoT.

### **2.2.10 Modul Relay**

*Relay* merupakan saklar elektronik yang biasanya digunakan untuk mengendalikan alat seperti pompa atau katup air. Namun dalam sistem ini, *relay* tidak digunakan secara aktif, karena fokus penelitian adalah pemantauan saja, bukan aksi atau otomasi. Ardiansyah dan Wibowo (2020) menjelaskan bahwa *relay* umumnya diintegrasikan dalam sistem pertanian otomatis untuk mengontrol perangkat eksternal, tetapi dapat juga dimasukkan sebagai fitur cadangan untuk pengembangan sistem di masa depan.

### **2.2.11 Blynk**

Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan pengguna mengakses data sensor melalui *smartphone* secara *real-time*. Dalam sistem ini, ESP32 mengirimkan data sensor ke server Blynk melalui koneksi Wi-Fi. *Dashboard* yang tersedia di Blynk sangat membantu dalam visualisasi data bagi petani. Kurniawan (2021) menekankan bahwa Blynk mendukung pengembangan sistem *monitoring* pertanian secara efisien karena kemudahan antarmuka dan keandalan pengiriman data. Selain itu, Blynk menyediakan berbagai fitur seperti *Value Display* untuk menampilkan nilai sensor secara numerik, *Gauge* untuk menampilkan data dalam bentuk indikator analog, *Chart* atau *SuperChart* untuk memvisualisasikan perubahan data sensor dalam bentuk grafik historis, serta notifikasi yang dapat digunakan untuk mengirim peringatan ketika nilai parameter tertentu berada di luar batas yang ditentukan. Dengan berbagai fitur tersebut, Blynk menjadi platform yang efektif untuk mendukung sistem pemantauan kesuburan tanah berbasis IoT yang memerlukan pengawasan secara *real-time*, visualisasi data yang informatif, serta notifikasi otomatis ketika terjadi perubahan kondisi tanah yang memerlukan tindakan pengguna.

### **2.2.12 Wokwi**

Wokwi adalah platform simulasi berbasis web yang memungkinkan pengguna memodelkan, menyusun rangkaian, dan menjalankan kode mikrokontroler seperti ESP32, Arduino, dan ESP8266 tanpa perlu perangkat keras fisik. Wokwi sangat berguna dalam tahap perancangan awal sistem IoT untuk pertanian karena mendukung berbagai jenis sensor yang umum digunakan, seperti sensor pH, kelembaban tanah, suhu, dan lainnya. Menurut Nasution & Safitri (2022), Wokwi sangat efektif dalam proses pembelajaran dan pengembangan sistem berbasis ESP32 karena menyediakan simulasi *real-time* yang akurat serta integrasi pustaka Arduino IDE langsung di dalam platform.

### **2.2.13 Sistem *Monitoring***

Sistem *monitoring* kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan sensor untuk mengukur kondisi tanah seperti pH, kelembaban, dan suhu secara *real-time*. Data yang diperoleh dikirim melalui modul komunikasi seperti ESP32 ke aplikasi atau server, sehingga petani dapat memantau kondisi tanah secara langsung dari mana saja. Sistem ini membantu petani mengelola lahan lebih tepat, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi penggunaan pupuk secara berlebihan (Prasetyo & Wibowo, 2021).

### **2.2.14 Metode *Prototyping***

Metode *Prototyping* adalah pendekatan dalam pengembangan sistem yang fokus pada pembuatan model awal (*prototype*) dari sistem yang akan dikembangkan. *Prototype* ini merupakan versi sederhana dan sementara yang menggambarkan fungsi utama sistem sehingga pengguna dapat memberikan masukan langsung. Dengan cara ini, kesalahan dan kebutuhan pengguna dapat diidentifikasi lebih awal sebelum sistem *final* dibuat. Metode ini membantu memperjelas kebutuhan pengguna, meningkatkan komunikasi antara pengembang dan pengguna, serta mengurangi risiko kegagalan pengembangan karena ketidaksesuaian kebutuhan.

*Prototyping* sangat efektif digunakan pada proyek dengan kebutuhan yang belum jelas atau sering berubah (Pressman, 2020).

### **2.2.15 Black Box Testing**

*Black Box Testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsi sistem berdasarkan spesifikasi tanpa memeriksa struktur internal atau kode programnya. Penguji memberikan input dan memeriksa output apakah sesuai dengan yang diharapkan. Teknik ini penting untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan sesuai kebutuhan pengguna dan mampu menangani berbagai kondisi input dengan benar (Kumar & Singh, 2023).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Lokasi penelitian adalah di lahan persawahan yang terletak di Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung, sedangkan perancangan dan pengujian alat dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

#### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi dan data yang diperlukan dalam mendukung penelitian, metode yang di gunakan sebagai berikut.

##### **3.2.1 Data Primer**

Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi langsung di lahan persawahan Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung, dengan tujuan untuk mengetahui kondisi aktual kesuburan tanah yang menjadi dasar pengembangan sistem. Observasi dilakukan dengan melihat kondisi fisik lahan seperti kelembaban permukaan tanah, pola pengairan, serta pertumbuhan tanaman padi pada area yang berbeda.

##### **3.2.2 Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari literatur seperti jurnal ilmiah, buku, artikel *online*, dan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan kesuburan tanah, sistem *monitoring* berbasis IoT, *mikrokontroler* ESP32, dan aplikasi Blynk.

### 3.3 Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai kebutuhan yang diperlukan dalam proses perancangan dan pembangunan sistem. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Kebutuhan yang dianalisis meliputi kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

#### 3.3.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah persyaratan yang mendefinisikan fungsi-fungsi spesifik yang harus dilakukan oleh sistem untuk memenuhi tujuan dan kebutuhan pengguna. Kebutuhan fungsional dari sistem pemantauan kesuburan tanah ini dirinci sebagai berikut:

1. *Monitoring* Kelembaban Tanah

Sistem harus mampu membaca tingkat kelembaban tanah secara *real-time* menggunakan sensor YL-69. Data hasil pembacaan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 dan diteruskan ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi. Data ditampilkan secara numerik dan grafik pada aplikasi Blynk.

2. *Monitoring* pH Tanah

Sistem harus mampu mendeteksi nilai pH tanah dengan sensor pH analog. Mikrokontroler ESP32 menerima data pH, memprosesnya, dan mengirim ke aplikasi Blynk. Data ditampilkan dalam bentuk nilai aktual pH tanah yang membantu petani menilai tingkat keasaman atau kebasaan tanah.

3. *Monitoring* Suhu Tanah

Sistem harus mampu mengukur suhu tanah menggunakan sensor DS18B20. Sensor ini memberikan data digital ke ESP32 yang kemudian dikirim ke aplikasi Blynk untuk ditampilkan. Nilai suhu sangat penting untuk mengetahui aktivitas mikroorganisme dan ketersediaan nutrisi dalam tanah.

4. Integrasi Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor

ESP32 sebagai unit pusat harus mampu menerima, memproses, dan mengirimkan data dari ketiga sensor (kelembaban, pH, dan suhu) ke aplikasi

Blynk secara sinkron. Sistem juga harus mampu menstabilkan pembacaan data agar tidak terjadi pembacaan yang fluktuatif.

#### 5. Tampilan Data di Aplikasi Blynk

Aplikasi Blynk harus menampilkan data hasil pemantauan berupa nilai kelembaban, suhu, dan pH tanah dalam format yang mudah dibaca. Tampilan berupa indikator, grafik, atau tabel harus mendukung pengambilan keputusan oleh petani.

#### 6. Koneksi dan Komunikasi

Sistem harus mampu terhubung secara otomatis ke jaringan WiFi saat dinyalakan. Jika koneksi terputus, ESP32 harus secara otomatis mencoba menyambung ulang ke jaringan tanpa intervensi manual dari pengguna.

### 3.3.2 Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional yang relevan pada saat proses perancangan dan pengembangan alat pemantauan kesuburan tanah mempertimbangkan beberapa aspek penting yaitu:

#### 1. Respons Kinerja Alat

Sistem harus merespon setiap pembacaan data sensor dan pengiriman data ke Blynk dengan waktu maksimal 2 detik. Keterlambatan pembacaan atau pengiriman tidak boleh melebihi waktu tersebut agar data tetap *real-time*.

#### 2. Pengiriman Data

Interval pengiriman data, alat harus mampu mengirim data waktu ke aplikasi Blynk dalam interval waktu yang telah ditentukan tanpa penundaan.

#### 3. Keamanan dan Ketahanan

Sistem dirancang untuk dapat bekerja di lingkungan terbuka dengan suhu dan kelembaban tinggi. Komponen harus terlindungi dari cipratan air, debu, dan sinar matahari langsung. sistem juga harus mencegah kehilangan data jika koneksi internet terputus, misalnya dengan menyimpan data sementara di memori lokal (ESP32) sebelum dikirim ke server saat koneksi tersedia kembali.

#### 4. Kemudahan instalasi

Antarmuka aplikasi Blynk harus *user-friendly* dan mudah digunakan tanpa membutuhkan pelatihan khusus atau memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam.

### 3.4 Alat Penelitian

Alat penelitian merupakan seluruh perangkat yang digunakan untuk mendukung proses perancangan, pembangunan dan pengujian. Alat-alat tersebut terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi untuk menghasilkan sistem yang dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

#### 3.4.1 Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Windows 10
2. Fritzing
3. Wokwi
4. Chrome Browser
5. Arduino IDE
6. Aplikasi Blynk
7. Star UML

#### 3.4.2 Perangkat Keras

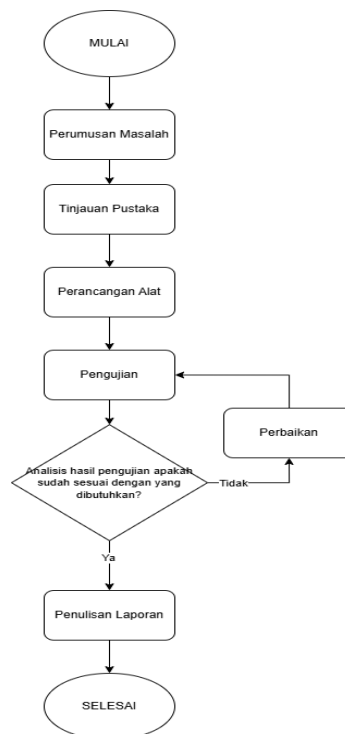
Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop dengan spesifikasi:
  - a. *Device Name*: HP Laptop 14s
  - b. *Processor* : Inter(R) Celeron(R) CPU 4205U
  - c. *Installed RAM* : 8.0 GB
  - d. *System Type* : 64-bit operating system
2. ESP32

3. Sensor pH Tanah (*Soil Moisture*)
4. Sensor Kelembaban Tanah YL-69
5. Sensor Suhu Tanah DS18B20
6. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT11
7. LCD 16x2 I2C
8. *BreadBoard*
9. Adaptor 5V
10. Kabel *Jumper*

### 3.5 Metode Eksperimental

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode experimental. Tujuan utama dari metode eksperimental ini untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem pemantauan kesuburan tanah secara *real-time* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Fokus eksperimen adalah untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan dapat memantau nilai pH, kelembaban, dan suhu tanah dengan akurat dan stabil, serta mengirimkan data ke aplikasi Blynk secara *real-time* melalui koneksi *WiFi*.

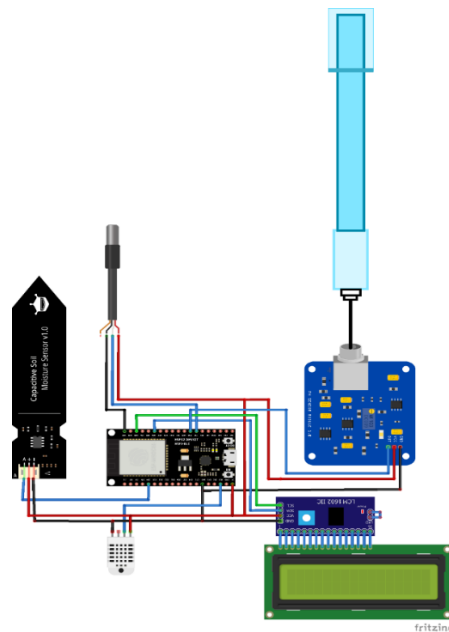


Gambar 7. Metode Eksperimental.

Berikut adalah tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini, yang dimulai dari:

1. Perumusan masalah
2. Tinjauan Pustaka
3. Perancangan dan pembuatan alat IoT untuk pemantauan kesuburan tanah.
4. Pengujian hasil alat IoT untuk pemantauan kesuburan tanah menggunakan *black box testing*.
5. Analisis hasil pengujian alat, apabila alat belum bekerja sesuai dengan yang dibutuhkan maka akan dilakukan perbaikan. Setelah alat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan maka dapat dilakukan proses berikutnya.
6. Penulisan laporan yang mencakup tahapan penelitian, temuan, analisis dan hasil.

### 3.5.1 Rancangan *Wiring Diagram*



Gambar 8. Rancangan *Wiring Diagram*.

*Wiring diagram* pada Gambar 8 di atas menggambarkan hubungan antara mikrokontroler ESP32 dengan sensor-sensor utama dan LCD I2C. Diagram ini menunjukkan konfigurasi koneksi fisik dari masing-masing komponen yang digunakan dalam sistem pemantauan kesuburan tanah, yang mencakup sensor pH

tanah, sensor kelembaban tanah YL-69, sensor suhu tanah DS18B20, dan LCD 16x2 I2C sebagai antarmuka lokal.

Berikut adalah penjelasan dari rancangan *wiring* diagram antara pin ESP32 dengan masing-masing komponen lainnya berupa tabel dan hubungannya antara pin satu dan pin lainnya.

Tabel 2. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan Sensor pH Tanah

ESP32	Warna Kabel Jumper	Sensor pH Tanah
3.3V	Merah	VCC
GND	Hitam	GND
GPIO 35	Kuning	AOUT

Tabel 2 adalah penjelasan dari Sensor pH tanah untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaaan tanah. Sensor ini mengeluarkan sinyal analog yang dihubungkan ke pin ADC (*Analog to Digital Converter*) pada ESP32.

1. Pin 3.3V pada ESP32 dihubungkan ke VCC pada sensor Ph tanah untuk memberikan sumber tegangan operasi.
2. Pin GND pada ESP32 dihubungkan ke GND pada sensor Ph tanah sebagai referensi tegangan.
3. Pin GPIO 35 pada ESP32 dihubungkan ke AOUT pada sensor untuk membaca sinyal analog yang menunjukkan nilai pH tanah.

Tabel 3. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan Sensor Kelembaban Tanah YL-69

ESP32	Warna Kabel <i>Jumper</i>	YL-69 (via Modul)
3.3V	Merah	VCC
GND	Hitam	GND
GPIO 34	Kuning	AOUT

Tabel 3 adalah penjelasan dari penggunaan pin-pin dalam rangkaian ESP32 dengan sensor YL-69 yang berfungsi sebagai pendeteksi kelembaban tanah dengan mengukur konduktivitas antara dua *probe*.

1. Pin 3.3V pada ESP32 ke pin VCC pada modul sensor YL-69 untuk menyuplai daya.
2. Pin GND pada ESP32 dihubungkan ke pin GND pada modul sensor untuk menyamakan referensi tegangan.
3. Pin GPIO 34 pada ESP32 dihubungkan ke pin AOUT pada modul sensor sebagai jalur pembacaan data analog yang merepresentasikan tingkat kelembaban tanah.

Tabel 4. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan Sensor Suhu DS18B20

ESP32	Warna Kabel <i>Jumper</i>	DS18B20
3.3V	Merah	VCC
GND	Hitam	GND
GPIO 4	Kuning	DATA

Tabel 4 adalah penjelasan dari penggunaan pin-pin dalam rangkaian ESP32 dengan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tanah.

1. Pin 3.3V pada ESP32 ke pin VCC pada sensor DS18B20 untuk memberikan suplai daya.
2. Pin GND pada ESP32 dihubungkan ke pin GND pada sensor untuk menyamakan referensi tegangan.
3. Pin GPIO 4 pada ESP32 dihubungkan ke pin DATA pada sensor DS18B20.
4. Agar komunikasi data berjalan stabil, dipasang resistor pull-up sebesar 4.7 k $\Omega$  di antara jalur DATA dan VCC.

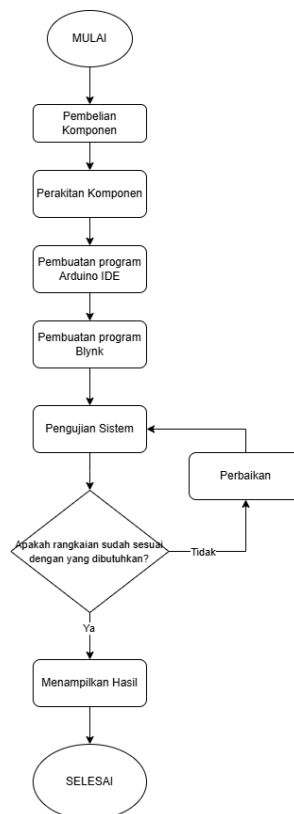
Tabel 5. Penggunaan Pin antara ESP32 dengan LCD 16x2 12C.

ESP32	Warna Kabel <i>Jumper</i>	LCD I2C
3.3V	Merah	VCC
GND	Hitam	GND
GPIO 21	Hijau	SDA
GPIO 22	Biru	SCL

Tabel 5 adalah penjelasan dari penggunaan pin-pin dalam rangkaian ESP32 dengan LCD 16x2 I2C yang berfungsi sebagai tampilan lokal data sensor.

1. Pin 3.3V pada ESP32 dihubungkan ke pin VCC pada modul LCD I2C untuk memberikan suplai daya ke modul.
2. Pin GND pada ESP32 disambungkan ke pin GND pada LCD sebagai jalur ground bersama.
3. Pin GPIO 21 pada ESP32 dihubungkan ke pin SDA pada LCD I2C sebagai jalur data untuk transmisi informasi.
4. Pin GPIO 22 pada ESP32 dihubungkan ke pin SCL pada LCD I2C sebagai jalur clock untuk sinkronisasi komunikasi antar perangkat.

### 3.5.2 Alur Pembuatan Alat

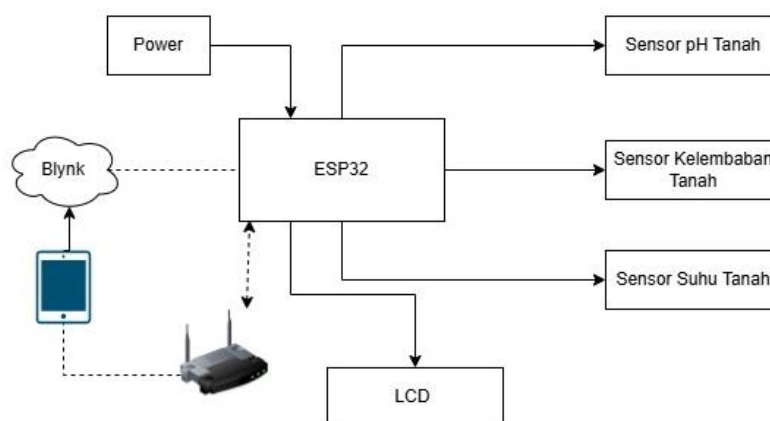


Gambar 9. Alur Pembuatan Alat.

Gambar 9 adalah langkah pembuatan alat. Pembuatan alat ini dimulai dengan pembelian komponen yang dibutuhkan untuk perancangan alat. Setelah komponen yang dibutuhkan sudah siap maka dilanjutkan dengan merakit komponen tersebut sesuai dengan rangkaian yang sudah direncanakan. Setelah komponen terangkai

maka dilanjutkan dengan pembuatan program pada Arduino IDE dan Blynk agar dapat terkoneksi dengan *smartphone* pengguna. Dilanjutkan dengan pengujian sistem apabila belum sesuai dengan yang dibutuhkan maka dilakukan perbaikan dan dilakukan pengujian ulang sampai keseluruhan alat sesuai dengan yang dibutuhkan.

### 3.5.3 Diagram Blok Sistem



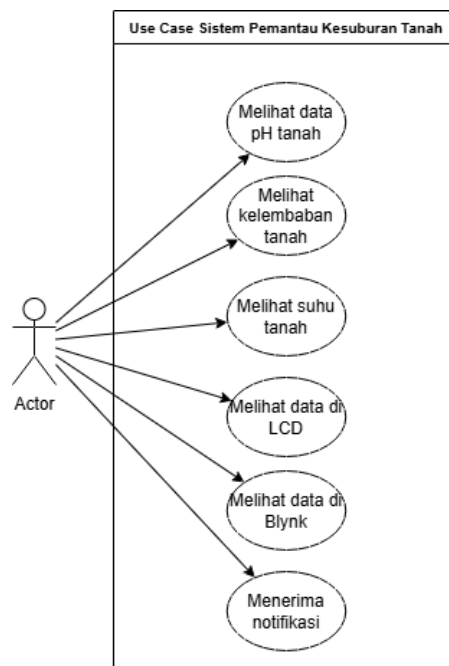
Gambar 10. Diagram Blok Sistem.

Berikut adalah penjelasan fungsi dari setiap komponen blok diagram sistem:

- Power* Berfungsi sebagai sumber daya utama untuk seluruh sistem, termasuk mikrokontroler ESP32 dan sensor-sensor yang terhubung.
- ESP32 Mikrokontroler utama sebagai pusat kendali sistem. ESP32 menerima data dari sensor pH tanah, kelembaban tanah, dan suhu tanah. Data yang diperoleh diproses lalu dikirim ke LCD 16x2 I2C (untuk tampilan lokal) dan aplikasi Blynk melalui koneksi Wi-Fi agar bisa dipantau secara *real-time* oleh pengguna.
- Sensor pH Tanah digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah. Sensor ini mengirimkan data analog ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut..
- Sensor Kelembaban Tanah YL-69 digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Data yang dihasilkan membantu petani mengetahui apakah tanah terlalu kering atau basah.

- e. Sensor Suhu Tanah DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tanah secara akurat. Data dari sensor dikirimkan ke ESP32 secara digital.
- f. LCD 16x2 I2C berfungsi untuk menampilkan data pembacaan dari sensor secara lokal tanpa perlu membuka aplikasi di ponsel.
- g. Blynk *Cloud* platform perantara untuk mengirim data dari ESP32 ke aplikasi Blynk. Blynk *Cloud* memungkinkan sistem bekerja secara *real-time* dan dapat diakses dari mana saja selama ada koneksi internet.
- h. *Smartphone* digunakan oleh pengguna (petani) untuk memantau data hasil pembacaan sensor melalui antarmuka yang mudah diakses.
- a. *Router* WiFi menghubungkan ESP32 dan *smartphone* ke jaringan internet dan Blynk *Cloud*. Diperlukan agar dapat mengirim data ke aplikasi pemantauan.

### 3.5.4 Use Case Diagram

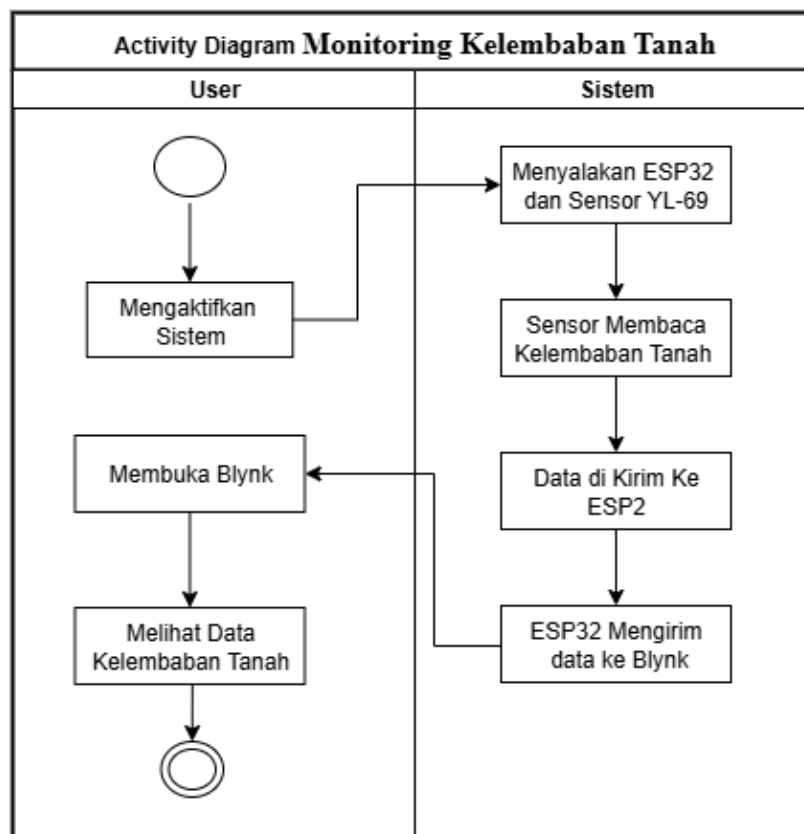


Gambar 11. Use Case Diagram.

Dengan menggunakan IOT, petani dapat memantau kondisi kesuburan tanah di lahan sawah secara *real-time*. memungkinkan pemantauan terhadap parameter pH tanah, kelembaban tanah, dan suhu tanah, baik secara lokal melalui LCD maupun secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk yang terpasang di *Smartphone*. Use case diagram dari sistem pemantauan kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan

mikrokontroler ESP32 dapat dilihat pada Gambar di atas. Diagram tersebut menggambarkan hubungan antara pengguna (petani) dengan sistem, serta fungsi-fungsi utama yang dilakukan oleh sistem seperti membaca data sensor, mengirimkan data ke tampilan lokal (LCD), mengirimkan data ke aplikasi Blynk, dan memberikan notifikasi.

### 3.5.5 Activity Diagram *Monitoring Kelembaban Tanah*

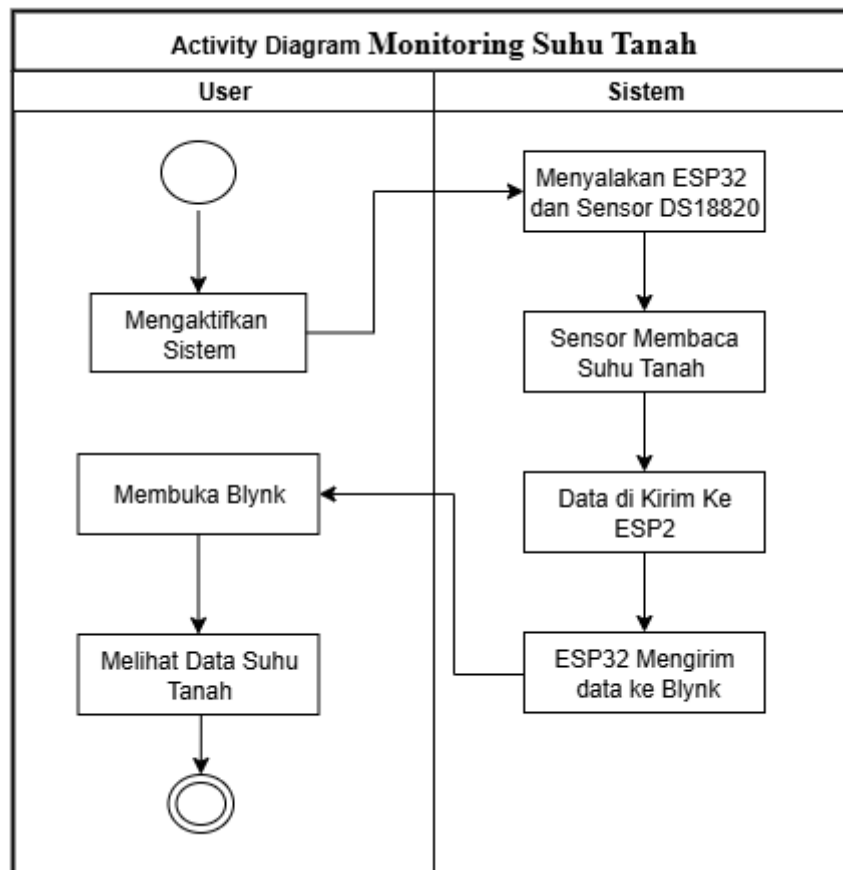


Gambar 12. Activity Diagram *Monitoring Kelembaban Tanah*.

Dalam *Activity* diagram yang tertera pada Gambar 12, proses pemantauan kelembaban tanah dilakukan melalui interaksi antara pengguna (petani) dan sistem berbasis IoT. Aktivitas diawali dengan petani mengaktifkan perangkat. Setelah itu, sistem akan menginisialisasi sensor kelembaban tanah YL-69 yang kemudian melakukan pembacaan data kadar air dalam tanah. Data yang diperoleh dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 dan diteruskan melalui koneksi WiFi ke

aplikasi Blynk. Pengguna membuka aplikasi tersebut dan dapat melihat nilai kelembaban tanah secara *real-time*.

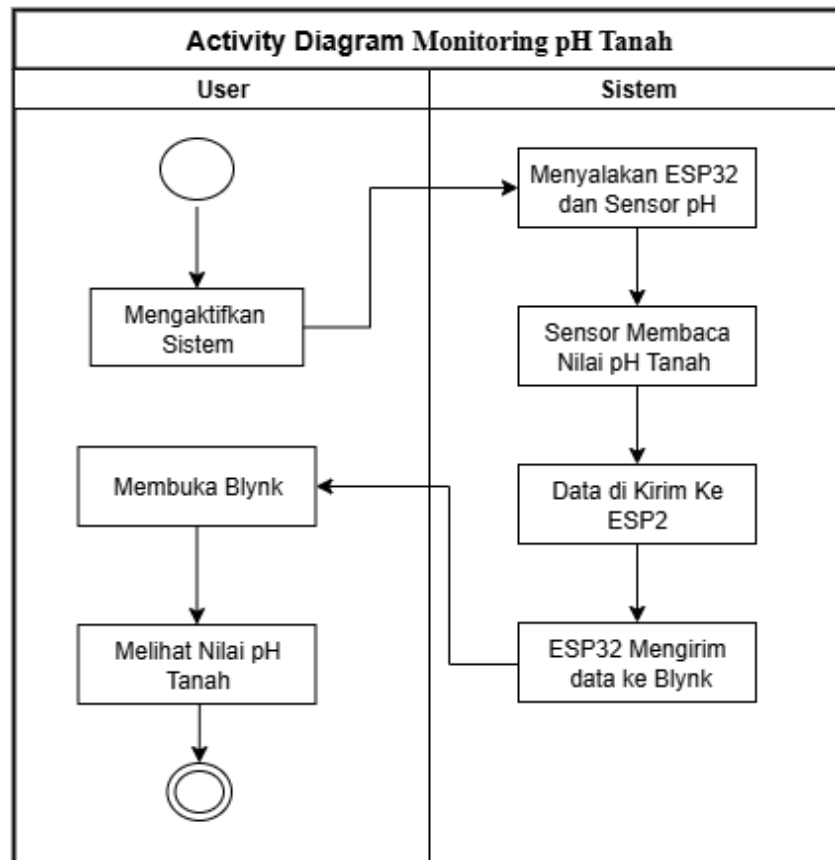
### 3.5.6 Activity Diagram *Monitoring Suhu Tanah*



Gambar 13. *Activity Diagram Monitoring Suhu Tanah*.

Dalam *activity* diagram yang tertera pada Gambar 13, menggambarkan proses pemantauan suhu tanah. Petani memulai proses dengan menghidupkan sistem. Selanjutnya, sistem akan mengaktifkan sensor suhu tanah DS18B20 dan melakukan pembacaan nilai suhu. Nilai suhu tanah yang diperoleh dikirim ke ESP32 dan selanjutnya dikirimkan ke aplikasi Blynk. Petani kemudian membuka aplikasi dan melihat nilai suhu tanah yang ditampilkan. Suhu tanah merupakan indikator penting untuk mengetahui aktivitas mikroorganisme, kelarutan unsur hara, dan kesiapan tanah untuk bercocok tanam.

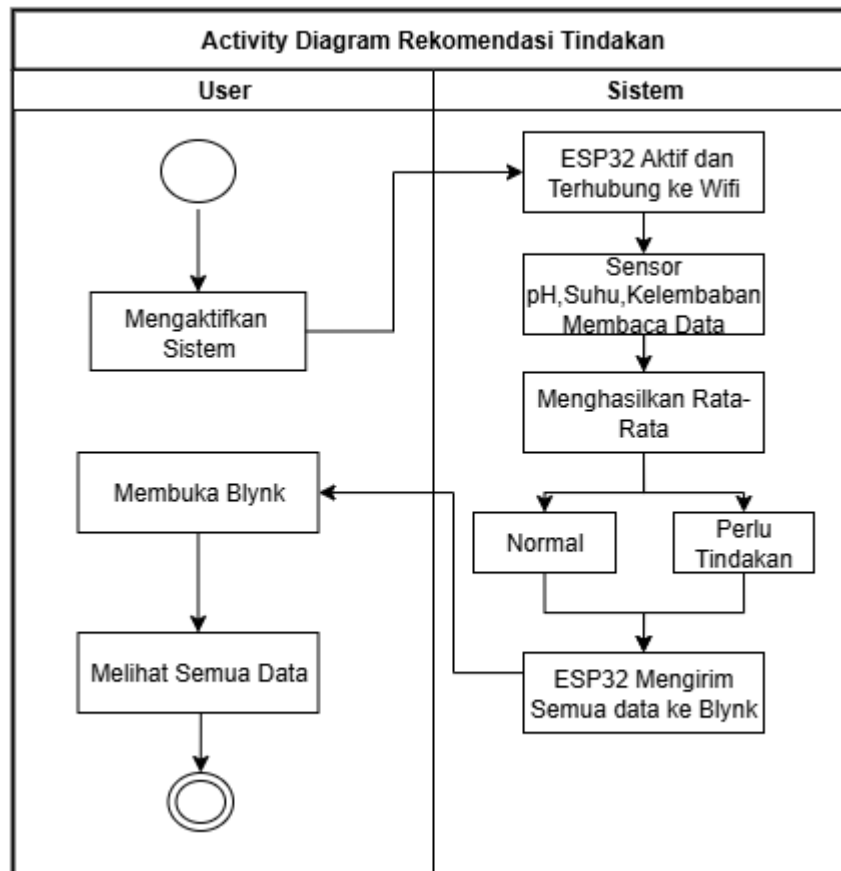
### 3.5.7 Activity Diagram Monitoring Ph Tanah



Gambar 14. Activity Diagram Monitoring pH Tanah.

Dalam *Activity* diagram yang tertera pada Gambar 14, menjelaskan aktivitas pemantauan tingkat keasaman (pH) tanah. Setelah sistem dinyalakan oleh pengguna, sensor pH tanah akan diaktifkan dan melakukan pembacaan nilai pH dari media tanah. Data pH dikirimkan ke mikrokontroler ESP32, kemudian diteruskan secara *real-time* ke aplikasi Blynk melalui koneksi internet. Petani dapat membuka aplikasi untuk memantau nilai pH yang terdeteksi.

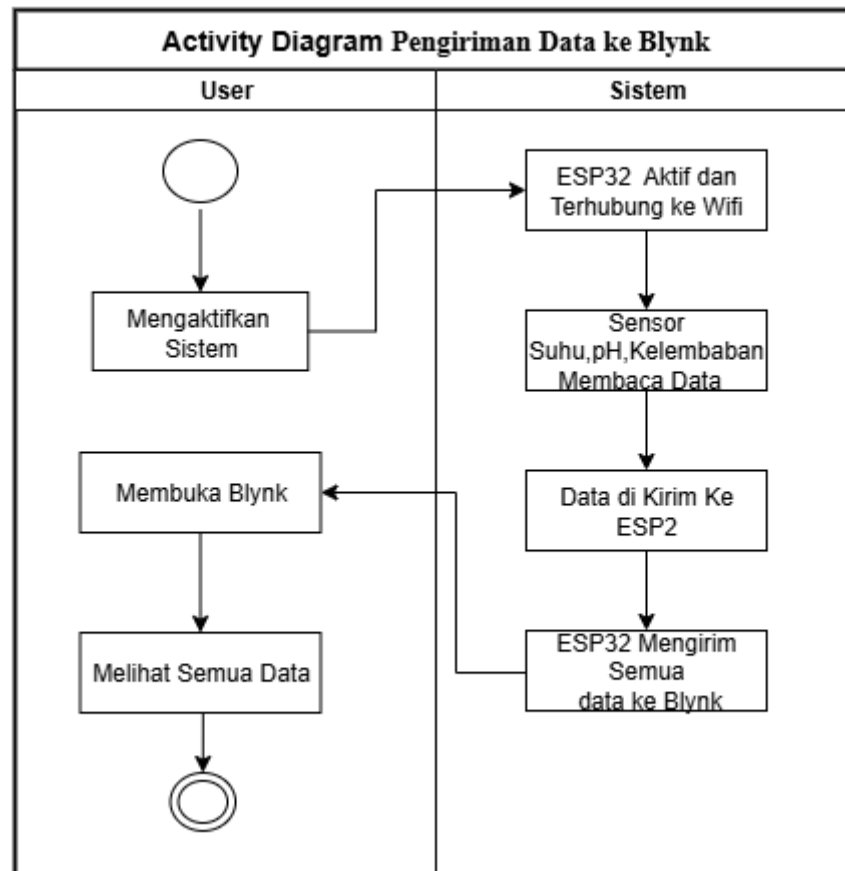
### 3.5.8 Activity Diagram Rekomendasi Tindakan



Gambar 15. Activity Diagram Rekomendasi Tindakan.

Dalam Gambar 15, Activity diagram memperlihatkan alur proses yakni penghitungan rata-rata skor kesuburan, penentuan status, dan pemberian rekomendasi tindakan. Setelah petani mengaktifkan sistem, ESP32 akan terhubung ke Wi-Fi, membaca data pH, suhu, dan kelembaban tanah, lalu menghitung rata-rata skor. jika terpenuhi, sistem menetapkan status Normal; jika tidak, status diatur menjadi Perlu Tindakan. Setelah itu, ESP32 mengirim data ke aplikasi Blynk dan petani membuka aplikasi untuk melihat hasilnya.

### 3.5.9 Activity Diagram Pengiriman Data Ke Blynk



Gambar 16. Activity Diagram Pengiriman Data ke Blynk.

Dalam *Activity* diagram yang tertera pada Gambar 16, menggambarkan keseluruhan alur pengiriman data dari sensor ke aplikasi Blynk. Aktivitas diawali saat petani mengaktifkan sistem pemantauan. Mikrokontroler ESP32 akan langsung terhubung ke jaringan WiFi dan menginisialisasi ketiga sensor: pH, suhu, dan kelembaban tanah. Setelah masing-masing sensor melakukan pembacaan, data dikumpulkan oleh ESP32 dan dikirimkan ke server Blynk. Petani kemudian membuka aplikasi Blynk di *smartphone*, dan seluruh data ditampilkan dalam bentuk grafik atau indikator digital secara *real-time*.

### 3.5.10 User Interface Aplikasi Blynk



Gambar 17. User Interace Aplikasi Blynk.

Gambar 17 merupakan *user interface* pada aplikasi Blynk yang digunakan dalam sistem pemantauan kesuburan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT). Antarmuka ini dirancang untuk menampilkan data hasil pembacaan dari empat parameter utama yang digunakan dalam mendeteksi kesuburan tanah, yaitu pH tanah, kelembaban tanah, suhu tanah, dan Rata-rata. Keempat widget ini terhubung langsung dengan virtual pin dari perangkat ESP32 yang telah diprogram sebelumnya melalui Arduino IDE. Data yang dikirim dari sensor akan ditampilkan secara *real-time* dalam bentuk nilai numerik dan visual pada aplikasi Blynk melalui koneksi Wi-Fi. Desain tampilan ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan

pengguna, dengan tujuan agar petani dapat dengan mudah memahami kondisi tanah secara cepat dan akurat.

### 3.5.11 Pengujian

Pada bagian ini sistem dilakukan pengujian dengan metode *blackbox testing*. Pengujian dirancang sebagai kriteria batas untuk menilai apakah sistem sudah memenuhi syarat untuk digunakan.

Tabel 6. Skema Pengujian Sistem

No	Fitur yang Diuji	Input / Skenario	Output yang Diharapkan	Status
1	Koneksi ESP32	WiFi ESP32 dinyalakan	ESP32 terhubung otomatis ke jaringan WiFi	Berhasil
2	Sensor Kelembaban Tanah YL-69	Tanah dalam keadaan kering/basah	Nilai kelembaban terbaca dan tampil di aplikasi Blynk	Berhasil
3	Sensor Suhu Tanah DS18B20	Sensor ditancapkan ke tanah	Nilai suhu tanah terbaca dan tampil di aplikasi Blynk	Berhasil
4	Sensor pH Tanah	Probe sensor dimasukkan ke tanah uji	Nilai pH terbaca dan tampil di aplikasi Blynk	Berhasil
5	Tampilan Dashboard Blynk	Data dikirim dari ESP32	Data pH, suhu, kelembaban tampil pada indikator & grafik	Berhasil
6	Pengiriman <i>Real-time</i>	Data berubah di sensor (misal pH turun)	Tampilan di Blynk berubah secara <i>real-time</i>	Berhasil
7	Ketahanan Koneksi	Jaringan WiFi dimatikan sementara	Sistem <i>reconnect</i> otomatis saat WiFi kembali	Berhasil
8	Tampilan Lokal (LCD 16x2)	Data Sensor aktif dan nyala	alat LCD menampilkan data terbaru sensor	Berhasil

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem pendeteksi kesuburan tanah pada lahan persawahan di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung berbasis *Internet of Things* (IoT), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang berhasil dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 dan mampu melakukan pemantauan kesuburan tanah secara *real-time*. Seluruh komponen utama yang digunakan, yaitu sensor DHT11, sensor DS18B20 *waterproof*, serta *Capacitive Soil Moisture Sensor*, dapat terintegrasi dengan baik sehingga sistem mampu membaca parameter suhu udara, kelembaban udara, suhu tanah, dan kelembaban tanah secara akurat sesuai kebutuhan pemantauan.
2. Penelitian ini mengimplementasikan empat parameter utama, yaitu suhu udara, kelembaban udara, suhu tanah, dan kelembaban tanah. Pengukuran dilakukan secara digital menggunakan sensor-sensor berbasis mikrokontroler sehingga proses pengambilan data menjadi lebih cepat.
3. Data hasil pemantauan dapat ditampilkan melalui LCD 16x2 dan aplikasi Blynk secara *real-time*, sehingga dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Aplikasi Blynk menyediakan tampilan antarmuka yang informatif dan dapat diakses melalui *smartphone*.
4. Sistem yang dibangun berpotensi membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian di Kecamatan Kemiling karena mampu memberikan informasi kondisi tanah secara cepat, akurat, dan terus-menerus. Hasil pengujian *black-box* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama bekerja sesuai harapan dan mendukung proses pengambilan keputusan oleh pengguna.

5. Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian dan integrasi sistem, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai, yaitu menghasilkan sebuah sistem pemantauan kesuburan tanah berbasis IoT yang mampu memonitor parameter tanah secara *real-time* dan dapat diakses melalui jaringan WiFi menggunakan aplikasi Blynk.

Penelitian ini menghasilkan prototipe sistem pendeteksi kesuburan tanah yang dapat memberikan solusi awal dalam penerapan teknologi IoT pada sektor pertanian, khususnya dalam mendukung pertanian presisi di wilayah persawahan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang agar sistem dapat bekerja lebih optimal, yaitu sebagai berikut:

1. Menambahkan sistem notifikasi pada aplikasi seperti Blynk, WhatsApp, atau Telegram untuk memberikan peringatan otomatis ketika kondisi tanah berada pada level kritis.
2. Mengembangkan sistem sumber daya menggunakan panel surya agar perangkat dapat beroperasi secara mandiri di lahan yang jauh dari sumber listrik.
3. Mengembangkan integrasi dengan aktuator seperti pompa air otomatis sehingga sistem tidak hanya berfungsi sebagai pemantau, tetapi dapat digunakan sebagai sistem kontrol irigasi cerdas.
4. Melakukan uji coba lapangan dalam jangka waktu panjang di berbagai kondisi tanah untuk menilai ketahanan perangkat keras dan stabilitas koneksi jaringan, sehingga sistem dapat diuji validitas dan reliabilitasnya secara lebih menyeluruh.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Zubaidi. (2023). Smart Urban Farming Berbasis IoT dengan Pengendalian Kelembaban Tanah dan Pemberian Pupuk Cair. *Jurnal Teknologi Tepat Guna*, 8(2), 112–118.
- Alfayed, A. & Purnomo, B. (2024). Komponen Utama Sistem IoT dalam Pertanian. *Jurnal Teknologi Terapan*, 3(1), 11–18.
- Arafat, M., Firmansyah, A., & Wulandari, S. (2021). Monitoring Kelembaban Tanah dan Pemberian Pupuk Cair Tanaman Cabai Berbasis IoT. *Jurnal Pertanian Digital*, 7(1), 32–40.
- Ardiansyah, R. & Wibowo, S. (2020). Pemanfaatan Modul Relay dalam Sistem Pertanian Otomatis. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 6(1), 70–75.
- Baharudin E. (2022). Plant Monitoring System Using ESP32 Based on IoT in Indoor Hydroponic Agriculture. *Journal of Agricultural IoT*, 4(2), 74–80.
- Deshpande, G., & Jagtap, S. (2022). Low-Cost IoT-Based Monitoring System for Soil Moisture and Temperature. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2206.07488>
- El Behairy, M. (2024). Precision Agriculture Using Real-Time Soil Monitoring. *International Journal of Smart Agriculture*, 6(1), 10–21.
- Fadillah, H. & Gunawan, R. (2024). Efisiensi Pertanian melalui Teknologi IoT. *Jurnal Sistem Informasi Pertanian*, 6(1), 58–65.
- Fakhrezi, I., Santoso, B., & Lestari, D. (2024). Penggunaan Sensor pH Tanah dalam Monitoring Kesuburan Real-Time. *Jurnal Riset IoT*, 6(2), 102–108.
- Fauzan M. Iqbal, Syahputra, A., & Ramadhan, M. (2023). Penerapan Internet of Things pada Sistem Deteksi Kesuburan Tanah. *Jurnal Sistem Cerdas dan Informatika*, 6(1), 45–52.
- Fitri H., & Alif S. (2024). Smart Farming System menggunakan ESP32-WROOM-32D dengan Platform Thingier.io. *Jurnal IoT dan Otomasi*, 5(1), 23–30.
- F. Silaban, Y. Putri & S. Oktaviany. (2024). Smart Farming Monitoring System with NPKTHCPH-S Sensor. *Jurnal Teknologi Sensor*, 3(1), 66–73.
- Gunawan, R. & Ahmadi, Y. (2024). Penggunaan Internet of Things dalam Pengembangan Pertanian Cerdas. *Jurnal IoT Indonesia*, 5(2), 42–50.
- Gusnul Y., H., Azis, M., & Suryawan, F. (2021). Rancang Bangun Alat Pengukur pH Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul V1.1 SEN0161 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 5(2), 71–78.
- Hariono, R., Wulandari, S., & Hasan, F. (2024). Implementasi ESP32 dalam Sistem Monitoring Pertanian Berbasis IoT. *Prosiding Nasional Teknologi dan Informatika*, 4(1), 34–41.
- Hartono, R., Suryadi, A., & Utomo, M. (2022). Portable IoT-Based System for Soil Nutrient Monitoring in Smart Farming. *Bulletin of Electrical*

- Engineering and Informatics, 11(4), 1895–1903.  
<https://doi.org/10.11591/eei.v11i4.7928>
- Hartono, Rudi, Suryadi, Arief, & Utomo, Mulyono. (2022). Portable IoT-Based System for Soil Nutrient Monitoring in Smart Farming. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(4), 1895–1903.  
<https://doi.org/10.11591/eei.v11i4.7928>
- Jawang, M. (2021). Produktivitas Tanaman Padi Terhadap Faktor Kesuburan Tanah. *Jurnal Agro Sains*, 12(1), 44–51.
- Kumar, A. & Singh, M. (2023). Black Box Testing in IoT-Based Systems. *International Journal of Software Testing*, 11(1), 35–42.
- Kurniawan, A. (2021). Pengembangan Aplikasi Monitoring Berbasis Blynk untuk Petani Modern. *Jurnal Sistem Informasi Mobile*, 4(2), 77–82.
- Lestari, A. & Rachmat, Y. (2021). Analisis Sensor Suhu Tanah DS18B20 dalam Sistem Monitoring Lingkungan. *Jurnal Teknologi Sensor dan Otomasi*, 2(2), 61–68.
- Maryani, R., Yuliana, S., & Hartono, D. (2021). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Sektor Pertanian Modern. *Jurnal Teknologi dan Pertanian*, 14(3), 98–105.
- Mohiuddin, M., Islam, M. S., & Shanjida, S. (2024). IoT-Based Smart Agriculture Irrigation and Monitoring System Using Ubidots Server. *Journal of Internet Applications*, 12(1), 59–67.
- Muhammad L. & Rido A. (2021). Sistem Monitoring Kelembaban dan pH Tanah Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU dan Blynk. *Jurnal Sistem Informasi*, 9(1), 35–40.
- Nasution, F. & Safitri, M. (2022). Wokwi Sebagai Alat Simulasi Proyek IoT. *Jurnal Simulasi dan Rekayasa Sistem*, 5(2), 40–46.
- Nugraha, R. & Ramadhan, F. (2023). Deteksi Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor YL-69 dan ESP32. *Jurnal Otomasi Pertanian*, 5(1), 19–26.
- Nuryadi, F., Septiani, N. W. P., & Lestari, M. (2024). Desain Sistem Monitoring Tanah Berbasis ESP32 dan IoT. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pertanian*, 2(1), 45–52.
- Pechlivani, E. M., Papadimitriou, A., Pemas, S., Ntinis, G., & Tzovaras, D. (2023). IoT-based agro-toolbox for soil analysis and environmental monitoring. *Micromachines*, 14(9), 1698.
- Prasetyo, B. & Wibowo, H. (2021). Sistem Monitoring Kesuburan Tanah Real-Time Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Pertanian Cerdas*, 3(3), 99–106.
- Pressman, R. S. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education.
- Putri, F., Hidayah, L., & Arsyad, T. (2023). Manajemen Informasi Lahan Pertanian Menggunakan Sensor IoT. *Jurnal Teknologi Informasi Pertanian*, 7(2), 99–105.
- Ramadani, A. & Yulianto, D. (2022). Pemanfaatan Sensor DHT22 dalam Sistem Pertanian Cerdas. *Jurnal Elektronika dan Komputer*, 9(3), 87–93.
- Santoso, G., Wibowo, S., & Anwar, L. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Padi dengan Parameter Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 58–66.

- Setiawan, D. & Irawan, A. (2023). Efisiensi Tampilan Data Menggunakan LCD 16x2 I2C dalam Sistem IoT. *Jurnal Teknik Elektronika*, 7(2), 51–57.
- Shabrina, A. & Putri, S. (2023). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kesuburan Tanah Menggunakan ESP32 dan Sensor PH, Suhu, dan Kelembaban Berbasis IoT. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 10(2), 88–96.
- Sulaksono & Hirzan. (2024). Pemantauan Kesuburan Tanah Berbasis Data Sensor Real-Time. *Jurnal Agrokompleks*, 11(1), 20–28.
- Sumarsono, R., Kusuma, G. P., & Pratama, R. F. (2024). Soil pH Monitoring System Using IoT and Webserver. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(2), 453–459. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.2.18745>
- Sumarsono, R., Kusuma, G. P., & Pratama, R. F. (2024). Soil pH Monitoring System Using IoT and Webserver. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(2), 453–459. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.2.18745>
- Sumanta, R. (2023). Analisis Status Kesuburan Tanah Berdasarkan Uji Laboratorium. *Jurnal Pertanian Modern*, 18(2), 55–63.
- Wayangkau, I. H., & Nugroho, A. (2021). IoT-Based Monitoring System for Soil Temperature and Moisture in Onion Farming. *Environmental and Sustainability Journal*, 6(2), 75–81.
- Wayangkau, Izak. H., & Nugroho, Andi. (2021). IoT-Based Monitoring System for Soil Temperature and Moisture in Onion Farming. *Environmental and Sustainability Journal*, 6(2), 75–81.