

**PROTOTYPE DATA LOGGER UNTUK SISTEM  
PEMANTAUAN PARAMETER KESUBURAN TANAH DAN  
LINGKUNGAN MENGGUNAKAN ESP32**

**Tugas Akhir**

disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Kometa Ilmiah Muhyidin

221441036



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

***Prototype* Data Logger untuk Sistem Pemantauan Parameter  
Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32**

Oleh:

Kometa Ilmiah Muhyidin

221441036

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 1 Desember, 2025

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



(Sandy Brawana Mulia, S.Pd., M.T.)

(Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T.)

NIP.198611052019031009


(NIP.198803132019031009)

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,



(Hadi Suprivanto, S.T., M.T.)

(Ruminto Subekti, S.ST., M.T.)

(Mohammad Harry Khomas

NIP.196911081993031002

NIP.196510141989031002

Saputra, S.T., M.TI.)

NIP.198803242022031002

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kometa Ilmiah Muhyidin  
NIM : 221441036  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Judul Karya : *Prototype* Data Logger untuk Sistem Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut diatas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 01 – 12 – 2025  
Yang Menyatakan,

(Kometa Ilmiah Muhyidin)  
NIM 221441036

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kometa Ilmiah Muhyidin  
NIM : 221441036  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur Dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : *Prototype* Data Logger untuk Sistem Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 01 – 12 – 2025  
Yang Menyatakan,  
(Kometa Ilmiah Muhyidin)  
NIM 221441036

## **MOTO PRIVADI**

„Wahrlich, mit der Schwierigkeit kommt Erleichterung,  
denn Gott ist immer bei dir“

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul *Prototype Data Logger untuk Sistem Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32*.

Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa doa, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T., dan Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan tugas akhir.
2. Para dosen penguji sidang akhir: Bapak Hadi Supriyanto, S.T., Bapak Ruminto Subekti, S.ST., M.T., dan Bapak Mohammad Harry Khomas Saputra, S.T., M.TI. atas kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan karya ini.
3. Almarhumah nenek dan kakek tercinta atas doa dan kasih sayangnya yang tiada henti. Grandma, you are one of the strongest reasons why I have reached this point, and why I have the motivation to strive for something higher and better.
4. Mamah tercinta yang selalu memberikan dukungan moril, materil, serta semangat dalam setiap langkah penulis. Danke Mama, dass du so hart gearbeitet hast, um mich bis zu diesem Punkt und noch weiter zu unterstützen und mich besser werden zu lassen. Ich hab dich lieb.

5. Ketiga adik tersayang: Muhammad Haikal Kamil Muhyidin, Muhammad Bintang Muhyidin, dan Abidzar Ibrahim Muhyidin, yang menjadi penyemangat penulis.
6. Bibi Sinta Larasati, Uwa Aceng Misbahun, Uwa Ucu dan Kaluna atas dukungan dan doa yang diberikan.
7. Keluarga Asrama Puteri Polman yang telah menjadi saksi perjuangan penulis melakukan penelitian ini.
8. Keluarga besar AE21 yang telah menjadi teman seperjuangan dalam menempuh perjalanan akademik ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Bandung, Desember 2025

Kometa Ilmiah Muhyidin

## ABSTRAK

Sektor perkebunan memegang peran penting dalam perekonomian Indonesia, terutama dalam kontribusinya pada ekspor hasil pertanian. Untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi, diperlukan sistem pemantauan lingkungan berbasis teknologi seperti data logger. Penelitian ini mengembangkan prototype sistem data logger berbasis ESP32 yang mampu memantau parameter kesuburan tanah dan kondisi lingkungan, serta mengirimkan data secara otomatis melalui jaringan LTE menggunakan modul SIM7000E yang juga memiliki fitur GPS internal untuk pelacakan lokasi. Sistem dilengkapi dengan sensor BME280 (suhu, kelembapan, tekanan), BH1750 (intensitas cahaya), GUVA-S12SD (UV), KY003 untuk mengukur kecepatan angin dan curah hujan. Pengujian menunjukkan sensor BME280 memiliki akurasi yang baik dengan MAE suhu 1,06 °C dan kelembapan 11,68 %RH. Sensor BH1750 dan GUVA menunjukkan deviasi tinggi dengan *error* relatif >85%. Akurasi sensor *tipping bucket* mencapai 36,36%, dipengaruhi oleh lemahnya medan magnet KY-003. GPS internal pada SIM7000E yang difilter menggunakan Kalman Filter menghasilkan deviasi rata-rata 2,80 meter untuk *longitude* dan 0,81 meter untuk *latitude*, sesuai dengan toleransi sistem monitoring GPS berbiaya rendah. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu melakukan pengukuran, pengiriman data melalui jaringan LTE, dan visualisasi data secara efektif, serta berpotensi diterapkan dalam pemantauan pertanian presisi di wilayah terpencil.

**Kata kunci:** Data logger, LTE, sensor lingkungan, sensor tanah, GPS.

## **ABSTRACT**

*The plantation sector plays an important role in Indonesia's economy, particularly through its contribution to agricultural exports. To increase productivity and efficiency, an environmental monitoring system based on technology such as a data logger is required. This research develops a prototype ESP32-based data logger system capable of monitoring soil fertility parameters and environmental conditions, as well as automatically transmitting data via an LTE network using the SIM7000E module, which also includes an internal GPS feature for location tracking. The system is equipped with BME280 sensors (temperature, humidity, pressure), BH1750 (light intensity), GUVVA-S12SD (UV), and the KY003 sensor to measure wind speed and rainfall. Testing results show that the BME280 sensor provides good accuracy with a temperature MAE of 1.06 °C and humidity MAE of 11.68 %RH. The BH1750 and GUVVA sensors show high deviations with relative errors greater than 85%. The accuracy of the tipping bucket sensor reaches 36.36%, influenced by the weak magnetic field of the KY-003. The internal GPS of the SIM7000E, processed using a Kalman Filter, produces an average deviation of 2.80 meters for longitude and 0.81 meters for latitude, which aligns with the tolerance of low-cost GPS monitoring systems. Overall, the results indicate that the system is capable of effective measurement, LTE-based data transmission, and data visualization, and holds potential for application in precision agriculture monitoring in remote areas.*

**Keywords:** data logger, LTE, environmental sensor, soil sensor, GPS.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
SIMBOL DAN DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
I.1    Latar Belakang .....	I-1
I.2    Rumusan Masalah .....	I-3
I.3    Batasan Masalah.....	I-3
I.4    Tujuan dan Manfaat .....	I-3
I.5    Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1    Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 <i>Precision Farming</i> .....	II-1
II.1.2    Data Logger.....	II-3
II.1.3    Parameter Tanah pada Tanaman .....	II-3
II.1.4    Parameter Lingkungan pada Tanaman.....	II-6
II.1.5 <i>Internet of Things</i> .....	II-7

II.1.6	<i>Long-Term Evolution</i> Cat-M1 .....	II-8
II.1.7	<i>Global Positioning System</i> .....	II-8
II.1.8	Ketahanan Sensor terhadap Lingkungan Bawah Tanah.....	II-9
II.1.9	Desain Eksperimen Pengukuran Berulang.....	II-9
II.1.10	Kalman Filter .....	II-9
II.1.11	Evaluasi Model Kalibrasi.....	II-10
II.1.12	<i>User Experience</i> Metode <i>System Usability Scale</i> .....	II-12
II.1.13	<i>Entity Relationship Diagram</i> .....	II-13
II.1.14	Bahasa Pemrograman C++ .....	II-13
II.1.15	Bahasa Pemrograman <i>Hypertext Preprocessor</i> .....	II-14
II.1.16	Bahasa Pemrograman <i>HyperText Markup Language</i> .....	II-14
II.1.17	<i>JavaScript Object Notation Payloads</i> .....	II-15
II.2	Tinjauan Perangkat Keras .....	II-16
II.2.1	ESP32 DEVKIT V1 .....	II-16
II.2.2	SIM7000E .....	II-16
II.2.3	Sensor Tanah.....	II-18
II.2.4	GUVA S12D .....	II-19
II.2.5	<i>Bosch Measurement Environmental 280</i> .....	II-19
II.2.6	KY003 .....	II-20
II.2.7	BH1750 .....	II-20
II.2.8	Motor Pompa DC .....	II-21
II.2.9	Modul MAX485 to TTL .....	II-22
II.2.10	<i>Real Time Clock</i> DS3132.....	II-22
II.2.11	Modul Kartu SD.....	II-23
II.2.12	<i>Liquid Crystal Display</i> .....	II-24
II.2.13	INA219.....	II-24

II.2.14	<i>Stepdown XL4005</i> .....	II-25
II.2.15	Panel Surya Polikristalin.....	II-25
II.2.16	<i>Solar Charger Controller</i> .....	II-26
II.2.17	Baterai Aki – 12V 7,2Ah .....	II-27
II.2.18	<i>L298N Motor Driver</i> .....	II-28
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-29
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH .....		III-1
III.1	Gambaran umum sistem.....	III-1
III.2	Metode Penyelesaian Masalah .....	III-3
III.3	Perancangan Sistem .....	III-5
III.3.1	<i>Flowchart</i> Diagram Sistem Alat .....	III-5
III.3.2	<i>Flowchart</i> Diagram Pengiriman Data .....	III-7
III.3.3	Perancangan Pengiriman JSON <i>Payload</i> .....	III-8
III.3.4	Sistem Kendali .....	III-11
III.3.5	Perancangan Komunikasi Data .....	III-11
III.3.6	Perancangan Informatik .....	III-12
III.4	Sub Domain Perancangan .....	III-21
III.4.1	Perancangan Mekanik .....	III-21
III.4.2	Perancangan Elektrik .....	III-24
III.4.3	Perancangan Kebutuhan Panel Surya.....	III-29
III.4.4	Pengujian UX pada <i>Website</i> Menggunakan Metode SUS .....	III-30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		IV-1
IV.1	Hasil Implementasi Perancangan .....	IV-1
IV.1.1	Hasil Implementasi Perancangan Elektrik .....	IV-1
IV.1.2	Hasil Implementasi Perancangan Mekanik.....	IV-3
IV.2	Pengujian Sistem Elektrik.....	IV-5

IV.2.1	Pengujian Komponen pada PCB Utama .....	IV-5
IV.3	Pengujian Alat.....	IV-6
IV.3.1	Pengujian Sensor Tanah.....	IV-6
IV.3.2	Pengujian BME280 .....	IV-10
IV.3.3	Pengujian Sensor BH1750 .....	IV-13
IV.3.4	Pengujian Sensor GUVA-S12SD.....	IV-14
IV.3.5	Pengujian INA219.....	IV-16
IV.3.6	Pengujian Sensor KY003 pada <i>Tipping Bucket</i> .....	IV-18
IV.3.7	Pengujian Sensor KY003 pada Anemometer.....	IV-19
IV.3.8	Pengujian SD Card.....	IV-20
IV.3.9	Pengujian GPS pada Module SIM7000E.....	IV-22
IV.4	Pengujian Integrasi Sistem.....	IV-27
IV.4.1	Pengujian Tampilan pada LCD I <sup>2</sup> C.....	IV-27
IV.4.2	Pengujian SIM7000E .....	IV-28
IV.4.3	Ketahanan Pengiriman Data Menggunakan SIM7000E .....	IV-30
IV.4.4	Pengujian Kontrol Motor .....	IV-37
IV.4.5	Pengujian Website.....	IV-38
IV.4.6	Hasil Pengujian <i>User Experience</i> dengan metode SUS.....	IV-41
BAB V.....		V-1
KESIMPULAN DAN SARAN.....		V-1
V.1	Kesimpulan .....	V-1
V.II	Saran .....	V-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xviii
LAMPIRAN.....		xxv

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Parameter Kesuburan Tanah.....	II-4
Gambar II. 2 Parameter Lingkungan pada Tanaman .....	II-6
Gambar II. 3 ESP32 .....	II-16
Gambar II. 4 SIM7000E.....	II-17
Gambar II. 5 Sensor Tanah .....	II-18
Gambar II. 6 Sensor GUVVA S12D.....	II-19
Gambar II. 7 Sensor BME280.....	II-19
Gambar II. 8 Sensor Hall Effect KY003 .....	II-20
Gambar II. 9 Sensor BH1750.....	II-21
Gambar II. 10 Pompa Air DC .....	II-21
Gambar II. 11 MAX485 to TTL .....	II-22
Gambar II. 12 RTC DS3231 .....	II-23
Gambar II. 13 Modul Kartu SD .....	II-23
Gambar II. 14 Liquid Crystal Display (LCD).....	II-24
Gambar II. 15 INA219 .....	II-24
Gambar II. 16 Stepdown XL4005.....	II-25
Gambar II. 17 Panel Surya Polikristalin .....	II-26
Gambar II. 18 Solar Charger Controller (SCC) .....	II-27
Gambar II. 19 VRLA SLA.....	II-27
Gambar II. 20 L298N Motor Driver .....	II-28
Gambar III. 1 Blok diagram Sistem .....	III-1
Gambar III. 2 Diagram Alur Penyelesaian Masalah Metode Eksperimental.....	III-3
Gambar III. 3 Flowchart Diagram Sistem Alat.....	III-6
Gambar III. 4 Flowchart Diagram Sistem Pengiriman Data.....	III-7
Gambar III. 5 User Experience dengan Metode SUS .....	III-10
Gambar III. 6 Diagram Sistem Kendali .....	III-11
Gambar III. 7 Perancangan Komunikasi Data .....	III-11
Gambar III. 8 Flowchart Website.....	III-12
Gambar III. 9 Perancangan Use Case Diagram .....	III-13
Gambar III. 10 Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD).....	III-14
Gambar III. 11 Perancangan Halaman Dashboard.....	III-15

Gambar III. 12 Perancangan Halaman Graphic .....	III-16
Gambar III. 13 Perancangan Halaman Table .....	III-17
Gambar III. 14 Perancangan Halaman Irrigation Log-In.....	III-18
Gambar III. 15 Halaman Irrigation Bagian Kontrol Motor.....	III-19
Gambar III. 16 Perancangan Halaman Location.....	III-20
Gambar III. 17 Gambar Tripod .....	III-21
Gambar III. 18 Perancangan Enclosure/Case untuk PCB Utama .....	III-22
Gambar III. 19 Perancangan Enclosure/Case Stevenson Screen .....	III-23
Gambar III. 20 Perancangan Elektrik.....	III-24
Gambar III. 21 Skematik PCB Utama.....	III-25
Gambar III. 22 (a) Tampak Depan PCB Utama, (b) Tampak Belakang PCB Utama .....	III-26
Gambar III. 23 Skematik PCB Stevenson Screen.....	III-27
Gambar III. 24 Tampak Belakang PCB Stevenson Screen.....	III-27
Gambar III. 25 Flowchart User Experience Metode SUS.....	III-30
Gambar IV. 1 Hasil Implementasi Perancangan PCB Utama.....	IV-1
Gambar IV. 2 Hasil Implementasi Perancangan PCB Stevenson Screen .....	IV-2
Gambar IV. 3 Hasil Implementasi Perancangan Plant.....	IV-3
Gambar IV. 4 Hasil Implementasi Perancangan Enclosure/Case PCB Utama ..	IV-4

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Studi Penelitian Terdahulu .....	II-29
Tabel III. 1 Penjelasan Metode Eksperimental .....	III-3
Tabel III. 2 Perancangan Ukuran Pengiriman JSON Payload .....	III-8
Tabel III. 3 Penjelasan Flowchart User Experience dengan Metode SUS.....	III-10
Tabel III. 5 Mapping I/O Mikrokontroler .....	III-28
Tabel III. 6 Perhitungan Kebutuhan Panel Surya.....	III-29
Tabel III. 7 Penjelasan Flowchart User Experience dengan Metode SUS.....	III-30
Tabel IV. 1 Pengujian Konektor pada PCB Utama.....	IV-5
Tabel IV. 2 Pengujian Sensor Tanah Parameter NPK .....	IV-6
Tabel IV. 3 Pengujian Sensor Tanah Parameter pH .....	IV-7
Tabel IV. 4 Pengujian Parameter Kelembapan dan Suhu Tanah.....	IV-8
Tabel IV. 5 Pengujian Suhu BME280.....	IV-10
Tabel IV. 6 Pengujian Kelembapan BME280.....	IV-11
Tabel IV. 7 Pengujian Tekanan BME280 .....	IV-12
Tabel IV. 8 Pengujian Sensor BH1750 .....	IV-13
Tabel IV. 9 Tabel Pengujian GUVAS12SD .....	IV-14
Tabel IV. 10 Pengujian INA219 .....	IV-17
Tabel IV. 11 Pengujian Sensor KY003 pada Tipping Bucket .....	IV-18
Tabel IV. 12 Pengujian Sensor KY003 pada Anemometer .....	IV-19
Tabel IV. 13 Pengujian SD Card.....	IV-21
Tabel IV. 14 Pengujian GPS Modul SIM7000E dengan Google Maps.....	IV-22
Tabel IV. 15 Pengujian GPS Menggunakan Kalman Filter.....	IV-23
Tabel IV. 16 Hasil Penyaringan GPS Menggunakan Kalman Filter .....	IV-25
Tabel IV. 17 Pengujian Tampilan pada LCD I <sup>2</sup> C .....	IV-27
Tabel IV. 18 Tabel Pengujian Pengiriman Data Menggunakan SIM7000E ....	IV-28
Tabel IV. 19 Pengujian AT Command pada SIM7000E .....	IV-29
Tabel IV. 20 Pengujian sinyal LTE pada SIM7000E .....	IV-29
Tabel IV. 21 Pengujian Ketahanan Alat Hari Pertama .....	IV-30
Tabel IV. 22 Pengujian Ketahanan Alat Hari Kedua.....	IV-32
Tabel IV. 23 Pengujian Ketahanan Alat Hari Ketiga.....	IV-33
Tabel IV. 24 Pengujian Ketahanan Alat Hari Keempat.....	IV-34

Tabel IV. 25 Pengujian Kontrol Motor .....	IV-37
Tabel IV. 26 Pengujian Interface Website .....	IV-38
Tabel IV. 27 Pengujian Interface Website .....	IV-40
Tabel IV. 28 Pertanyaan User Experience Metode SUS.....	IV-41

## SIMBOL DAN DAFTAR SINGKATAN

ADC	= <i>Analog to Digital Converter</i>
API	= <i>Application Programming Interface</i>
BME280	= <i>Bosch Measurement Environmental Sensor</i>
CSV	= <i>Comma-Separated Values</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
dBm	= <i>Decibel Milliwatt</i>
DSP	= <i>Digital Signal Processing</i>
EC	= <i>Electrical Conductivity</i>
eDRX	= <i>extended Discontinuous Reception</i>
ERD	= <i>Entity Relationship Diagram</i>
ESP32	= <i>Espressif 32-bit Microcontroller</i>
GNSS	= <i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	= <i>Global Positioning System</i>
GPRS	= <i>General Packet Radio Service</i>
GUI	= <i>Graphical User Interface</i>
HTML	= <i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	= <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IC	= <i>Inter-Integrated Circuit</i>
IoT	= <i>Internet of Things</i>
JSON	= <i>JavaScript Object Notation</i>
LCD	= <i>Liquid Crystal Display</i>
LTE	= <i>Long Term Evolution</i>
LTE-M / Cat-M1	= <i>Long Term Evolution for Machines</i>
MAE	= <i>Mean Absolute Error</i>
NB-IoT	= <i>Narrowband Internet of Things</i>
NPK	= <i>Nitrogen, Phosphor, Kalium</i>
PCB	= <i>Printed Circuit Board</i>
PHP	= <i>Hypertext Preprocessor</i>
PSM	= <i>Power Saving Mode</i>
PWM	= <i>Pulse Width Modulation</i>
RH	= <i>Relative Humidity</i>

RMSE	= <i>Root Mean Square Error</i>
RTC	= <i>Real Time Clock</i>
RSRP	= <i>Reference Signal Received Power</i>
RSRQ	= <i>Reference Signal Received Quality</i>
RSSI	= <i>Received Signal Strength Indicator</i>
SD Card	= <i>Secure Digital Card</i>
SIM	= <i>Subscriber Identity Module</i>
SINR	= <i>Signal to Interference plus Noise Ratio</i>
SPI	= <i>Serial Peripheral Interface</i>
SUS	= <i>System Usability Scale</i>
UART	= <i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>
USB	= <i>Universal Serial Bus</i>
UV	= <i>Ultraviolet</i>
UX	= <i>User Experience</i>
VRT	= <i>Variable Rate Technology</i>

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Arduino IDE .....	xxv
Lampiran 2 Program Website .....	xxvi
Lampiran 3 Desain Mekanik dan Elektrikal .....	xxvii
Lampiran 4 Jawaban Responden untuk Meneliti UX dengan Metode SUS dan Data Pendukung Hasil Penelitian .....	xxviii

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Menteri Pertanian Syahrul Yasin Limpo menyatakan perkebunan adalah salah satu penopang ekspor pertanian Indonesia. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang mencapai 4,95% pada Triwulan III-2024, sektor perkebunan turut memberikan kontribusi positif, menegaskan pentingnya sektor ini dalam perekonomian nasional dan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi serta produktivitasnya. Salah satu cara untuk mencapainya adalah melalui penerapan teknologi pertanian, seperti *precision farming*. *Precision farming* adalah sistem manajemen pertanian yang memanfaatkan informasi dan teknologi untuk mengidentifikasi, menganalisis, serta mengelola tanah berdasarkan variasi spasial dan temporal dalam suatu lahan, dengan tujuan mengoptimalkan keuntungan, memastikan keberlanjutan, dan melindungi lingkungan[1]. Selain itu, *forecasting* tren tanaman penting untuk memprediksi pola pertumbuhan dan permintaan pasar, membantu petani merencanakan produksi dengan lebih tepat dan mengurangi risiko kerugian akibat perubahan iklim atau fluktuasi pasar[2]. Maka dari itu perlunya penyedia data untuk *forecasting* menggunakan data logger yang dirancang untuk secara otomatis merekam, memproses, dan mengakses data secara cepat dan efisien selama proses pengukuran, dengan jenis data yang direkam dan dipantau disesuaikan dengan kebutuhan[1], [3].

Penelitian sebelumnya terkait topik perekaman parameter perkebunan telah dilakukan oleh Jhon Louise.Ison, dkk mengembangkan robot mobile untuk melacak kadar NPK dalam tanah dengan menggunakan sistem rocket-bogie, Node MCU untuk pengolahan data, dan cloud Thingspeak, serta merekomendasikan penambahan node sensor, variasi jenis tanah, dan pengujian lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja robot [4]. Bharaj Cheruvu, dkk telah membuat sistem pertanian cerdas pemantauan tanah secara *real-time* yang terhubung ke internet menggunakan *wi-fi* dan mengirimkan data ke Thingspeak. Dalam penelitiannya menyarankan untuk menggunakan modul GSM untuk konektivitas lebih baik dan efisiensi sistem [5]. Paras Patel, dkk mengimplementasikan *precision farming*

untuk mengelola irigasi, memantau suhu, dan kelembapan tanah menggunakan Arduino UNO R3 dengan module GSM, namun sistem ini belum mencakup pemantauan kandungan makronutrien dalam tanah[6]. Madhumathi dkk. dan Ratna dkk. telah mengembangkan sistem pemantauan unsur hara tanah menggunakan sensor NPK berbasis *Wireless Sensor Networks* (WSN). Namun, kedua sistem tersebut belum diaplikasikan di lahan terbuka atau perkebunan, dan disarankan untuk menambahkan sensor mikronutrien guna meningkatkan hasil panen [7], [8]. Badruddin, dkk telah memonitoring lima node sensor dititik berbeda area terbuka berbasis IoT, node sensor yang dimonitoring yaitu suhu, kelembapan, pH, dan elektrikal conductivity [9]. Reza Akhmad dkk, dan Haridha dkk telah membuat sistem monitoring parameter cuaca menggunakan Arduino mega, SIM900A dan Arduino nano, ESP8266[10], [11].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tugas akhir ini dilaksanakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman di area terbuka dengan mengumpulkan data secara kontinu menggunakan data logger. Parameter kesuburan tanah seperti kelembapan, suhu, pH, EC, NPK diukur menggunakan sensor tanah 7 in 1. Sementara itu, parameter lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, tekanan, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan dibaca oleh sensor BH1750, BME/BMP280, KY003. Data yang dikumpulkan diproses oleh ESP32 WROOM dengan modul komunikasi SIM7000E untuk transmisi data melalui jaringan seluler *Long-Term Evolution CAT-M1 (LTE)*, yang juga menyediakan fungsi pelacakan lokasi data logger melalui *Global Positioning System (GPS)*[12], [13]. Sistem ini dilengkapi *Real Time Clock (RTC)* untuk mencatat waktu pengiriman, dan microSD untuk menyimpan data sebelum dikirimkan ke *database*. Data dikirimkan ke *database* menggunakan *Hypertext Transfer Protocol Post (HTTP)* secara *real-time* dan dapat dipantau melalui *website* menggunakan layanan hosting. Sistem ini dilengkapi penyiraman otomatis menggunakan pompa dan *driver* LN298 serta panel surya untuk memberi daya pada sistem [6].

## I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang tugas akhir, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah *Prototype* Sistem Data Logger untuk Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32?
2. Bagaimana implementasi dari *Prototype* Sistem Data Logger untuk Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32?
3. Bagaimana *prototype* sistem data logger mengirimkan dan menampilkan parameter kesuburan tanah dan lingkungan melalui jaringan LTE dan *website*?

## I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Parameter yang dimonitoring adalah parameter kesuburan tanah dan cuaca. Parameter kesuburan tanah yaitu tekanan, kelembapan, EC, pH, NPK. Parameter cuaca meliputi suhu, tekanan, kelembapan, kecepatan angin, curah hujan dan intensitas cahaya.
2. Sistem ini menggunakan satu motor pompa DC sebagai simulasi untuk irigasi, dengan pengujian skala kecil di kebun uji dan suplai daya motor berasal dari PSU eksternal 12V.
3. Dalam implementasi tampilan antarmuka menggunakan *website*.
4. Penelitian ini tidak melibatkan proses verifikasi sensor tanah dan sensor UV menggunakan alat ukur pembanding. Dengan demikian, analisis dilakukan berdasarkan nilai yang dihasilkan oleh sensor tanpa proses kalibrasi eksternal.

## I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas akhir ini antara lain seperti berikut:

1. Merancang *Prototype* Sistem Data Logger untuk Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32.
2. Mengimplementasikan *Prototype* Sistem Data Logger untuk Pemantauan Parameter Kesuburan Tanah dan Lingkungan Menggunakan ESP32.

3. Mengetahui komunikasi pengiriman dan tampilan pada sistem data logger pengiriman dan tampilan dari *prototype* sistem sata Logger untuk pemantauan parameter kesuburan tanah dan lingkungan melalui LTE dan *website*.

Manfaat dilaksanakan tugas akhir ini antara lain seperti berikut:

1. Menyediakan solusi teknis berbasis IoT untuk pengelolaan perkebunan yang lebih efisien dan produktif.
2. Memberikan data dan hasil evaluasi sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem *precision farming* di sektor agrikultur.
3. Menyediakan landasan teknis untuk pengembangan teknologi serupa di bidang lain yang memerlukan monitoring lingkungan.

### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil dari keseluruhan tulisan tugas akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan dari keseluruhan tulisan tugas akhir dan saran untuk tugas akhir berikutnya.