



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM MONITORING DAN KLASIFIKASI
KUALITAS TANAH BERBASIS *INTERNET OF
THINGS* DAN KECERDASAN BUATAN UNTUK
MENDUKUNG PERTANIAN PRESISI**

Sub-Judul:

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
KUALITAS TANAH SECARA *REAL-TIME*
MENGUNAKAN SENSOR *INTERNET OF THINGS***

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

STEPHANIE MEISSYA PERMATA ASRI TARIGAN

2207421003

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN
JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM MONITORING DAN KLASIFIKASI
KUALITAS TANAH BERBASIS *INTERNET OF
THINGS* DAN KECERDASAN BUATAN UNTUK
MENDUKUNG PERTANIAN PRESISI**

Sub-Judul:

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
KUALITAS TANAH SECARA *REAL-TIME*
MENGUNAKAN SENSOR *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang diperlukan
untuk Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

STEPHANIE MEISSYA PERMATA ASRI TARIGAN

2207421003

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN
JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

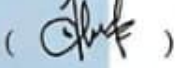
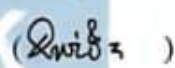
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Stephanie Meissya Permata Asri Tarigan
NIM : 2207421003
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Secara *Real-Time* Menggunakan Sensor *Internet of Things*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari ~~Rabu~~ Tanggal 13, Bulan Juni Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh:

Pembimbing I	Maria Agustin, S.Kom., M.Kom.	()
Penguji I	Dr. Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom.	()
Penguji II	Susana Dwi Yulianti M.Kom.	()
Penguji III	Dwi Ermawati, M.T	()

Mengetahui

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, kasih, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Secara *Real-Time* Menggunakan Sensor *Internet of Things*” dengan baik dan tepat pada waktunya.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dukungan, serta arahan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Maria Agustin, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik, serta saran yang sangat bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Multimedia dan Jaringan yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Keluarga penulis, terutama kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan penyusunan skripsi ini dengan baik.
4. Ibu Dr. Ir. Junita Barus, M.Si, selaku pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, masukan, serta bantuan selama proses pelaksanaan penelitian di lapangan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
5. Raden Muhammad Fadil Azhar, yang telah memberikan dukungan, motivasi, bantuan, serta semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Teman saya Muhammad Ilham Utama, Bayu Dwi Setianto, Alvito Revansyah yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses perkuliahan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Syifa Chandra, Audi Aminova, dan Dhea Salsabela, yang selalu memberikan bantuan, dukungan, semangat, serta menjadi teman berdiskusi selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
8. Teman-teman sekelas, yang telah memberikan bantuan, pengalaman, dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Depok, 15 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Stephanie Mcissya Permata Asri Tarigan
NIM. 2207421003



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Stephanie Meissya Permata Asri Tarigan
NIM : 2207421003
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer/Teknik
Multimedia dan Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Secara *Real-Time* Menggunakan Sensor *Internet of Things*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 15 Juni 2026

Yang menyatakan


METERAI
TEMPEL
7FANX380408331

Stephanie Meissya Permata Asri Tarigan

NIM-2207421003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Secara *Real-Time* Menggunakan Sensor *Internet of Things*

ABSTRAK

Kualitas tanah berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas padi. Pemantauan kualitas tanah secara konvensional masih memiliki berbagai keterbatasan, seperti tidak dapat dilakukan secara *real-time*, membutuhkan waktu pengukuran yang relatif lama, serta belum mampu menyimpan data secara digital untuk pemantauan berkelanjutan. Kondisi tersebut menyebabkan petani mengalami kesulitan dalam memantau perubahan kualitas tanah secara cepat dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan pemantauan secara *real-time*, menampilkan hasil klasifikasi tingkat kesuburan tanah, serta memberikan rekomendasi pemupukan untuk mendukung pertanian presisi. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif eksperimental melalui perancangan, implementasi, dan pengujian kinerja sistem. Sistem dikembangkan menggunakan soil sensor 7-in-1, ESP32, protokol MQTT, platform ThingsBoard untuk mengolah parameter pH, suhu, kelembaban, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan electrical conductivity (EC). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki rata-rata latensi publish MQTT sebesar 1,4 ms dan nilai packet loss sebesar 14,67%. Pengujian mode hybrid menghasilkan tingkat keberhasilan sinkronisasi data sebesar 100%, dengan seluruh data yang tersimpan saat kondisi offline berhasil dikirim kembali ke server ketika koneksi internet tersedia. Selain itu, sistem mampu beroperasi secara kontinu hingga 12 jam 5 menit dan menghasilkan pembacaan sensor yang konsisten pada pengukuran berulang. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring kualitas tanah secara *real-time*, portabel, serta menjaga ketersediaan data melalui mekanisme hybrid (online dan offline).

Kata kunci: *Internet of Things* (IoT), Monitoring Kualitas Tanah, Sistem Hybrid, Soil Sensor 7-in-1, ThingsBoard.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan.....	4
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Sistem Monitoring Kualitas Tanah.....	7
2.2.2 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	8
2.2.3 Sistem <i>Hybrid</i> (Online dan Offline).....	8
2.2.4 Kalibrasi	9



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.5	Komponen <i>Hardware</i>	9
2.2.6	Komponen <i>Software</i>	10
BAB III METODE PENELITIAN.....		14
3.1	Rancangan Penelitian	14
3.2	Tahapan Penelitian	15
3.3	Objek Penelitian	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		18
4.1	Analisis Kebutuhan Sistem	18
4.1.1	Analisis Kebutuhan Fungsional	18
4.1.2	Analisis Kebutuhan Non-Fungsional	18
4.1.3	Analisis Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	19
4.1.4	Analisis Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	21
4.2	Perancangan Sistem	21
4.2.1	Arsitektur Sistem.....	21
4.2.2	Diagram Komunikasi MQTT	23
4.2.3	Desain Sistem Smart Farming.....	24
4.2.4	Perancangan Rangkaian Sistem dan Pinout pada <i>Smart Farming</i>	25
4.2.5	Perancangan Mode Hybrid (Online dan Offline).....	27
4.3	Implementasi Sistem	28
4.3.1	Implementasi Perangkat Keras.....	28
4.3.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	31
4.3.3	Implementasi <i>Mode Hybrid</i> (Online dan Offline).....	33
4.4	Pengujian Sistem.....	35
4.4.1	Deskripsi Pengujian	35
4.4.2	Prosedur Pengujian	36



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	38
BAB V PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	56
LAMPIRAN	57





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	6
Tabel 2.2 Kategori Packet Loss	12
Tabel 4.1 Analisis Perangkat Keras	19
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Soil Sensor 7 in 1	20
Tabel 4.3 Analisis Perangkat Lunak	21
Tabel 4.4 Pinout pada ESP32	26
Tabel 4.5 Pengujian Fungsionalitas Sistem	39
Tabel 4.6 Pengujian Integrasi Sistem	40
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Latensi Publish MQTT	41
Tabel 4.8 Pengujian Packet Loss	42
Tabel 4.9 Pengujian Pembacaan Sensor pada Sampel 1	43
Tabel 4.10 Pengujian Pembacaan Sensor pada Sampel 2	44
Tabel 4.11 Pengujian Pembacaan Sensor pada Sampel 3	45
Tabel 4.12 Pengujian Konsistensi Pembacaan Sensor	46
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Ketahanan Operasional Sistem	47
Tabel 4.14 Pengujian Sinkronisasi Data Hybrid	48

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	15
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem	22
Gambar 4.2 Diagram Komunikasi MQTT	23
Gambar 4.3 Desain Sistem Smart Farming	24
Gambar 4.4 Rangkaian Sistem Smart Farming	25
Gambar 4.5 Flowchart Mode Hybrid (Online dan Offline).....	27
Gambar 4.6 Implementasi Perangkat Keras	29
Gambar 4.7 Implementasi Rangkaian Perangkat Keras	30
Gambar 4.8 Implementasi Dashboard Monitoring Smart Farming.....	31
Gambar 4.9 Dashboard Monitoring Mengalami Gangguan Koneksi.....	32
Gambar 4.10 Implementasi Mode Offline.....	33
Gambar 4.11 Implementasi Sinkronisasi Data pada Mode Hybrid	34

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian memiliki peranan penting dalam menjaga ketahanan pangan dan mendukung perekonomian nasional, khususnya pada budidaya tanaman padi. Keberhasilan produksi padi sangat dipengaruhi oleh kondisi dan kualitas tanah. Parameter tanah seperti pH, kelembaban, suhu, kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan *Electrical Conductivity* (EC) merupakan parameter penting dalam analisis kondisi dan kualitas tanah (Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk, 2023). Kondisi parameter tanah yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat menyebabkan penurunan hasil panen serta penggunaan pupuk yang kurang optimal (Luta, Devi et al., 2025).

Dalam kegiatan pengelolaan lahan pertanian, pemantauan kualitas tanah masih banyak dilakukan secara konvensional menggunakan metode manual atau alat uji tanah sederhana seperti PUTS (Perangkat Uji Tanah Sawah) dan PUTK (Perangkat Uji Tanah Kering) (Arifin, 2021). Metode tersebut memiliki keterbatasan, antara lain tidak bersifat *real-time*, membutuhkan waktu pengujian yang relatif lama, serta kurang efektif untuk pemantauan berkala pada lahan pertanian yang dinamis. Selain itu, hasil pengukuran umumnya belum terdokumentasi secara digital sehingga menyulitkan petani dalam melakukan pemantauan historis dan evaluasi kondisi tanah secara berkelanjutan.

Dalam mendukung pemantauan kualitas tanah secara *real-time*, diperlukan sistem komunikasi data yang ringan dan mampu menyampaikan informasi kondisi tanah secara cepat kepada petani. Sistem komunikasi ini harus mampu bekerja secara efisien pada lingkungan pertanian yang memiliki keterbatasan infrastruktur jaringan, serta mendukung pengiriman data sensor secara berkelanjutan tanpa membebani sumber daya perangkat. Oleh karena itu, pemilihan dan perancangan arsitektur komunikasi data menjadi bagian penting dalam pengembangan sistem monitoring kualitas tanah berbasis IoT.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi data (Afifah, 2026). Dengan teknologi IoT, petani dapat memperoleh informasi kondisi tanah secara *real-time* serta terdokumentasi dalam bentuk digital, sehingga mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan pertanian.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem monitoring kesuburan tanah berbasis IoT, namun masih terdapat berbagai keterbatasan. Penelitian oleh Khanal et al. (2024) berhasil melakukan monitoring tanah secara *real-time*, tetapi keandalan sistem untuk penggunaan jangka panjang masih perlu dievaluasi. Penelitian Arifin et al. (2025) mengembangkan sistem monitoring berbasis pH, kelembapan, dan intensitas cahaya, namun belum mengukur unsur hara NPK secara langsung. Penelitian Syaiful et al. (2025) berfokus pada implementasi dan pendampingan penggunaan teknologi IoT kepada petani, sehingga aspek teknis sistem belum dievaluasi secara mendalam. Sementara itu, Penelitian Al Ashar et al. (2025) mengembangkan sistem monitoring berbasis *sensor 7-in-1* dan Modbus RS485 yang mampu beroperasi secara *offline*, namun belum mendukung monitoring jarak jauh berbasis *cloud*. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan dalam integrasi monitoring *hybrid* (online dan offline) serta penyimpanan data historis secara berkelanjutan.

Berdasarkan berbagai keterbatasan tersebut, sistem monitoring kualitas tanah perlu dirancang dengan memperhatikan kemudahan petani. Antarmuka yang *user-friendly* memudahkan petani dalam memahami informasi kondisi tanah, sementara desain alat yang portabel memungkinkan sistem digunakan secara fleksibel di berbagai lokasi lahan pertanian. Penyajian data secara visual dan informatif diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan sistem monitoring dalam kegiatan pertanian sehari-hari.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kualitas tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau parameter tanah secara *real-time*, menyajikan data dalam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bentuk digital, serta mendukung pemantauan kondisi lahan secara berkelanjutan. Sistem yang dikembangkan menggunakan konsep *hybrid* (online dan offline) sehingga tetap dapat melakukan monitoring baik saat tersedia maupun tidak tersedia koneksi internet. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat membantu petani dalam memantau kondisi tanah dan mendukung penerapan pertanian presisi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kualitas tanah secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem monitoring tanah yang bersifat portabel dan mampu menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time*?
3. Bagaimana mengimplementasikan mekanisme penyimpanan lokal dan sinkronisasi otomatis untuk menjaga integritas data hasil monitoring selama perpindahan antara *mode offline* dan *online*?
4. Bagaimana mengembangkan dashboard monitoring yang mampu menyajikan informasi kondisi tanah secara *real-time* maupun historis untuk mendukung pengambilan keputusan oleh petani?
5. Bagaimana kinerja sistem monitoring kualitas tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan berdasarkan parameter akurasi, komunikasi data, dan keandalan sistem?

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang sudah dirumuskan, maka batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran parameter kualitas tanah dibatasi menggunakan perangkat keras *Soil Sensor 7-in-1* dan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi 7 (tujuh) parameter utama, yaitu pH, suhu, kelembaban, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan *Electrical Conductivity* (EC).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Sistem difokuskan sebagai perangkat pemantauan (*monitoring*) yang portabel dan tidak mencakup pengembangan sistem kontrol atau aktuator otomatis seperti alat penyiraman maupun pemupukan lahan.
3. Mekanisme penyimpanan lokal saat sistem *offline* dibatasi menggunakan memori sementara SPIFFS, dengan fokus penelitian pada keberhasilan transmisi data tanpa membahas aspek keamanan siber (*cybersecurity*) dan privasi data secara mendalam.
4. Pengembangan antarmuka pengguna untuk visualisasi data hasil pembacaan sensor secara *real-time* dan pengelolaan data historis sepenuhnya dibatasi menggunakan platform IoT yaitu ThingsBoard.
5. Implementasi sistem dan pengujian sensor dilakukan pada skala terbatas di area lahan pertanian padi Kelompok Tani Famili Sejahtera, tanpa perbandingan mendalam dengan alat uji laboratorium kimia standar karena keterbatasan waktu dan biaya.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem monitoring kualitas tanah secara *real-time*, menyimpan data secara lokal saat koneksi internet tidak tersedia, serta melakukan sinkronisasi data secara otomatis ketika koneksi kembali tersedia untuk mendukung penerapan pertanian presisi.
2. Mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi data ke dalam perangkat monitoring kualitas tanah yang portabel.
3. Mengembangkan antarmuka sistem monitoring yang *user-friendly* sehingga informasi kondisi tanah mudah dipahami dan digunakan oleh petani.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi sistem monitoring kualitas tanah yang praktis, portabel, dan mudah digunakan untuk mendukung kegiatan pertanian, khususnya pada budidaya tanaman padi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Membantu petani dalam memantau kondisi tanah secara berkelanjutan tanpa bergantung pada metode pengujian manual.
3. Menghasilkan prototipe sistem monitoring kualitas tanah berbasis IoT dengan *mode hybrid*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I memuat latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisikan tinjauan pustaka dan landasan teori atau kajian ilmu secara garis besar mengenai topik permasalahan pada penelitian ini, seperti beberapa penelitian – penelitian terdahulu berkaitan pada isu relevan.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III menjabarkan mengenai perencanaan dan perancangan sistem yang akan dibangun berupa rancangan penelitian, tahapan penelitian, dan objek penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV membahas tentang analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem yang terdiri dari deskripsi pengujian, prosedur pengujian dan data hasil pengujian.

5. BAB V PENUTUP

Bab V berisikan ringkasan dari hasil penelitian dan saran.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil yang telah dilakukan mengenai Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Secara *Real-Time* Menggunakan Sensor *Internet of Things*, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sistem monitoring kualitas tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dirancang menggunakan *soil sensor 7-in-1*, ESP32, protokol MQTT, dan platform ThingsBoard untuk memantau parameter pH, suhu, kelembaban, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan *electrical conductivity* (EC) secara *real-time*.
2. Sistem berhasil diimplementasikan dalam bentuk perangkat portabel yang mampu menampilkan hasil pengukuran secara langsung melalui LCD dan dashboard ThingsBoard secara *real-time*.
3. Mekanisme *hybrid* (online dan offline) berhasil diterapkan melalui penyimpanan lokal menggunakan SPIFFS dan sinkronisasi otomatis dengan tingkat keberhasilan sinkronisasi sebesar 100%, sehingga data monitoring tetap terjaga saat terjadi gangguan koneksi internet.
4. Dashboard ThingsBoard berhasil menampilkan data monitoring secara *real-time* serta menyimpan data historis sehingga memudahkan pemantauan kondisi tanah secara berkelanjutan.
5. Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki kinerja yang baik dengan rata-rata latensi publish MQTT sebesar 1,4 ms, *packet loss* sebesar 14,67%, pembacaan sensor yang konsisten, serta mampu beroperasi hingga 12 jam 5 menit secara kontinu.



5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan kalibrasi sensor menggunakan hasil pengujian laboratorium tanah sebagai nilai acuan sehingga tingkat akurasi pembacaan parameter tanah dapat diketahui secara akurat.
2. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat menambahkan parameter kualitas tanah lainnya, seperti karbon organik (C-organik), kapasitas tukar kation (KTK), dan kandungan unsur hara mikro untuk menghasilkan analisis kesuburan tanah yang lebih komprehensif.
3. Pengujian sistem selanjutnya perlu dilakukan pada berbagai jenis tanah dan kondisi lingkungan yang lebih beragam untuk mengetahui performa dan keandalan sistem pada skala yang lebih luas.
4. Sistem dapat dikembangkan dengan memanfaatkan sumber daya mandiri, seperti panel surya dan baterai berkapasitas lebih besar, agar dapat digunakan untuk pemantauan jangka panjang di lahan pertanian.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- A, Muhammad, Aryunto Soetedjo, S. (2024). SISTEM MONITORING RUANG SERVER BERBASIS IOT (INTERNET OF THING) DI PT. RADNET DIGITAL INDONESIA. 08(01), 1–9.
- Afifah, I. N. (2026). An IoT-Based Real-Time Soil Moisture Monitoring System for Smart Agriculture Using ESP32. *Journal of Sustainable Supply Chain and Technology*, 1(1), 49–56.
- Agustin, M., Hermawan, I., Arnaldy, D., Muharram, A.T. dan Warsuta, B. 2023. Design of Livestream Video System and Classification of Rice Disease. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 7(1), pp.139-145.
- Al Ashar, I. A., Hermawan, Hidayat, M., Andini, J. F., Asnawi, M. F., Irfa'i, A., Prayoga, G. I., Al Fatah, G., Azzahra, B. S. S., Anggoro, A. D., Huda, S. M., Khoirullah, A. G., Rozabin, A. T. N., Hendrawan, A. L., Puspita, A., & Maulida, Z. (2025). *Integrasi sensor kesuburan tanah berbasis Modbus RS485 pada sistem monitoring pertanian presisi berbasis data*. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 4(4), 425–433. <https://doi.org/10.55123>
- Anshori, M. A., Wirayoga, S., Hadiwiyatno, & Dali, S. W. (2025). Implementation and analysis of hybrid communication for monitoring and control for android-based smart farming. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 12(1), 145–154. <https://doi.org/10.37373/tekno.v12i1.1335>
- Antara, I. P. A. S., Tika, I. W., & Budisanjaya, I. P. G. (2026). PERANCANGAN SISTEM IRIGASI OTOMATIS DENGAN SENSOR RESISTIF BERBASIS KADAR AIR TANAH PADA TANAMAN RUKOLA (*Eruca sativa*). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.24843/j.beta.2016.v04.i01.p07>.
- Arifin, S., Kurniawati, N., Agustiani, R., & Elsandika, G. (2025). Sistem monitoring kesuburan lahan pertanian menggunakan sensor pH, sensor suhu, intensitas cahaya, dan kelembapan tanah berbasis Internet of Things. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 5(2), 97–106.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Arifin, Z. (2021). Teknik cepat uji tanah untuk menentukan rekomendasi pemupukan spesifik lokasi di Desa Sentul Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Masyarakat Mandiri (JMM)*, 5(3), 1012–1023. <https://doi.org/10.31764/jmm.v5i3.4591>
- Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk. (2023). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk (Edisi 3). Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Fajar, G., Minarto, M., & Tamyiz, U. M. H. (2023). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes dan Monitoring Kualitas Lahan Pertanian Tadah Hujan Berbasis Web. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1333–1342. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3899>
- Harianto, D., Bintang, H. S., Ardiyanto, A., & Widyawan, V. L. D. (2024). Development and Evaluation of an ESP32-based Temperature and Humidity Control Unit for Textile Storage. *International Journal of Engineering Continuity*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.58291/ijec.v4i1.309>
- Ifa Susuek Anselmus Talli, W., Dedy Irawan, J., & Xaverius Ariwibisono, F. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Untuk Tanaman Cabai Berbasis Iot (Internet of Things). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(4), 2428–2435. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i4.7540>
- Kadek, I., Cahya Nurhadinata, D., Hayuhardhika, W., Putra, N., & Arwani, I. (2023). Pengembangan sistem monitoring kelembaban dan penyiraman otomatis berbasis Internet of Things pada perkebunan salak di Desa Duda Timur. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(6), 2975–2983. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Kartika, Misriana, & Hasibuan, M. P. (2025). *Kalibrasi Sensor Tekanan Hk1100C Dengan Metode*. 13(3), 109–115.
- Khanal, K., Ojha, G., Chataut, S., & Ghimire, U. K. (2024). IoT-Based Real-Time Soil Health Monitoring System for Precision Agriculture. *International Research Journal of Engineering and Technology*, July, 470–478. www.irjet.net.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Luta, Devi Andriani., Sri Mahareni Br. Sitepu, dan Nazura Restu Arbani. (2025). Penggunaan Pupuk Terpadu Pembibitan Padi Dalam Pendekatan Ramah Lingkungan. E-ISSN: 2828-1799.

Mahayana, K. N., Putra, I. M. A. W., & Suniantara, I. K. P. (2024). Analisis Quality of Service Jaringan Wireless LAN Pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Badung. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Informatika dan Komputer (SPINTER), 1(3), 161–166.

Saiqul Umam, M., Adi Wibowo, S., & Agus Pranoto, Y. (2023). Implementasi Protokol Mqtt Pada Aplikasi Smart Garden Berbasis Iot (Internet of Things). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 899–906. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6131>.

Sulaeman, Y., Sutanto, E., Kasno, A., Sunandar, N., & Purwaningrahayu, R. D. (2024). *Developing and testing a portable soil nutrient detector in irrigated and rainfed paddy soils from Java, Indonesia*. *Computers*, 13(8), 209. <https://doi.org/10.3390/computers13080209>.

Syaiful, Hasan, A. Z., Friadi, M. N., Satriono, M. H. Z., & Nafi', M. H. (2025). Pendampingan penerapan teknologi IoT untuk meningkatkan kesadaran petani dalam monitoring kualitas tanah dan nutrisi tanaman melalui aplikasi mobile. *Gotong Royong: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 100–107.

Tembusai, Z. R., & Armando, B. (2024). Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Hias Berbasis IoT dengan Sensor pH. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(2), 2030–2035. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i2.14364>.

Ula, M., Ezwarsyah, E., Saptari, M. A., Bakhtiar, B., & Multazam, T. (2025). System monitoring Soil PH moisture based IoT. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 5(1), 169–174. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v5i1.5974>.

Wardhani, R. N., & Arianty, P. B. (2024). MONITORING UNSUR HARA TANAH BERBASIS IOT - Repository Politeknik Negeri Jakarta. Pnj.ac.id. [online] doi:<https://repository.pnj.ac.id>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Wibowo, B. S., Efendi, F. Z., & Nugraheni, A. G. (2025). Modification of an Arduino-based baby temperature, weight and length measuring device. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(2), 396–403.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Stephanie Meissya Permata Asri Tarigan

Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 102 Jakarta jurusan Ilmu Pengetahuan Alam pada tahun 2022. Saat ini penulis merupakan mahasiswa tingkat akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Multimedia dan Jaringan di Politeknik Negeri Jakarta. Penulis memiliki minat pada bidang *Internet of Things* (IoT), jaringan komputer, pengembangan web, dan desain antarmuka pengguna (UI/UX).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan proyek akademik. Penulis pernah menjabat sebagai *Head of IT Division di Polytechnic Radio Station* periode 2022–2024. Selain itu, penulis terlibat dalam berbagai *Project Based Learning* sebagai IoT Developer, seperti pengembangan *Smart Trashbin* dan *Smart Attendance System* berbasis RFID dan ESP32-CAM. Penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen di Politeknik Negeri Jakarta serta terlibat dalam pengembangan *Smart Record System* dan *Smart Doorlock* di Sekolah Alam Indonesia.

Penulis juga menjalani program magang sebagai IT Intern di Pusdiklat BPS dengan tugas pengembangan platform pembelajaran, konfigurasi jaringan, dan otomatisasi berbasis Python. Penulis memiliki kemampuan dalam bidang IoT, jaringan komputer, pemrograman, pengembangan web, serta pengembangan aplikasi dan desain antarmuka pengguna.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumen F4



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
Jl. Prof.DR.G.A. Siwabesy, Kampus UI, Depok 16425
Telp. (021) 91274097, Fax (021) 7863531
Laman : <http://www.pnj.ac.id>, e-mail: tik@pnj.ac.id

F4

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING MENGIKUTI SIDANG SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah Pembimbing skripsi :

Nama Mahasiswa : Stephanie Meissya Permata Asri Tarigan
NIM : 2207421003
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Secara *Real-Time*
Menggunakan Sensor *Internet of Things*

Sesuai dengan persyaratan yang diatur dalam Pedoman Skripsi Jurusan Teknik informatika dan Komputer, maka dengan ini menyetujui mahasiswa tersebut di atas untuk mengikuti sidang skripsi Tahun Akademik 2025 / 2026.

Depok, 08 Juni 2026
Pembimbing,

Maria Agustin, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197509152003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Konsultasi Ahli (BRIN)

Konsultasi Mengenai Hara Tanah

Nama Narasumber : Dr. Ir. Junita Barus, M.Si
 Jabatan : Peneliti Ahli Utama
 Bidang : Kesuburan tanah dan pemupukan

Penelitian ini menggunakan *soil sensor 7 in 1* untuk mengukur parameter tanah. Unsur kimia yang digunakan yaitu pH, NPK, kelembaban, suhu, dan EC. Untuk NPK yang digunakan menggunakan pengukuran tersedia.

1. Kategori kesuburan tanah mengikuti pedoman dari Balai Penelitian Tanah yang membaginya ke dalam lima tingkat, yaitu: sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah.
2. Penggunaan buku standar Balai Penelitian Tanah sudah sangat tepat. Referensi tersebut merupakan acuan terbaru yang diakui, mengingat pembaruan pedoman pengujian tanah berskala nasional membutuhkan proses dan biaya yang sangat besar.
3. Parameter pengujian yang digunakan pada penelitian ini (pH, EC, NPK, suhu, dan kelembapan) dinilai sudah memadai untuk merepresentasikan tingkat kesuburan tanah.
4. Berdasarkan parameter-parameter tersebut, penelitian ini diizinkan untuk menarik klasifikasi atau kesimpulan akhir secara objektif (misalnya, menentukan apakah tanah tersebut tergolong subur atau tidak subur).
5. Penentuan rentang nilai batas (*threshold* atau *range*) pada sistem harus mengacu secara ketat pada standar dari buku Balai Penelitian Tanah.
6. Referensi mengenai batas operasional dan variabel eksternal pengganggu pada sensor harus dipaparkan secara rinci. Sebagai analogi: sensor oksigen air akan gagal membaca dengan akurat jika airnya keruh. Sama halnya dengan metode ini, harus diakui bahwa pembacaan sensor bisa menjadi lemah atau bias akibat adanya variabel eksternal di dalam tanah.
7. Spesifikasi alat beserta seluruh keterbatasannya seperti jangkauan maksimal sensor atau kondisi yang membuat pembacaan tidak terdeteksi wajib dijelaskan secara detail dan transparan di dalam laporan penelitian.
8. Pengujian difokuskan pada pengklasifikasian spesifik untuk jenis tanah sawah mineral.
9. Unsur hara di dalam tanah secara alami saling terikat, sehingga uji akurat idealnya membutuhkan proses destruksi (*digest*) kimia. Oleh karena itu, pembacaan sensor wajib dikalibrasi menggunakan hasil uji laboratorium standar sebagai pembanding. Dengan adanya standar kalibrasi tersebut, estimasi nilai ketersediaan unsur (seperti P-Tersedia menggunakan metode Bray/Olsen) dapat diperkirakan dengan akurat.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

10. Selain faktor Karbon Organik (C-Organik), kesuburan tanah juga sangat dipengaruhi dan ditentukan oleh tingkat pH serta ketersediaan unsur NPK.
11. Kondisi pH tanah yang rendah (asam) dapat mengikat unsur hara. Hal ini sangat berdampak pada parameter Fosfor (P), yang akan terikat oleh mineral tanah sehingga tidak dapat diukur/diserap dengan maksimal.

Dokumentasi dengan pihak BRIN Cibinong





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Dokumentasi Pelaksanaan Pengujian Konsistensi Pembacaan Sensor



Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Latensi *Publish* MQTT

Output Serial Monitor X Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM12') <pre> 17:39:17.663 -> Status: SANGAT RENDAH 17:39:18.308 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea 17:39:19.146 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36 17:39:19.472 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl 17:39:20.149 -> 17:39:20.149 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 1 ms) 17:39:21.251 -> [AI Latency: 0.000040 seconds] 17:39:21.251 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah] 17:39:21.251 -> 17:39:21.251 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH 17:39:21.251 -> 17:39:21.251 -> Kelembaban : 28.0 % 17:39:21.251 -> Suhu : 23.8 degC 17:39:21.251 -> 17:39:21.287 -> N : 0 mg/kg 17:39:21.287 -> P : 0 mg/kg 17:39:21.287 -> K : 0 mg/kg 17:39:21.287 -> pH : 6.6 17:39:21.287 -> EC : 90 us/cm 17:39:21.287 -> </pre>	Output Serial Monitor X Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM12') <pre> 17:39:31.688 -> Status: SANGAT RENDAH 17:39:32.319 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea 17:39:32.685 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36 17:39:33.422 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl 17:39:34.017 -> 17:39:34.017 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 1 ms) 17:39:34.122 -> [Sync] Membaca data offline dari SPIFFS... 17:39:47.254 -> --- Hasil Sinkronisasi SPIFFS --- 17:39:47.254 -> Sukses : 1 17:39:47.254 -> Gagal : 0 17:39:47.254 -> 17:39:48.481 -> 17:39:48.481 -> [AI Latency: 0.000049 seconds] 17:39:48.481 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah] 17:39:48.481 -> 17:39:48.481 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH 17:39:48.481 -> 17:39:48.481 -> Kelembaban : 27.7 % 17:39:48.481 -> Suhu : 23.8 degC 17:39:48.481 -> 17:39:48.514 -> N : 0 mg/kg 17:39:48.514 -> P : 0 mg/kg 17:39:48.514 -> K : 0 mg/kg 17:39:48.514 -> pH : 6.7 17:39:48.514 -> EC : 90 us/cm 17:39:48.514 -> </pre>
<pre> 17:39:48.514 -> 17:39:58.895 -> Status: SANGAT RENDAH 17:39:59.530 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea 17:40:00.126 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36 17:40:00.652 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl 17:40:01.234 -> 17:40:01.234 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 2 ms) 17:40:02.449 -> [AI Latency: 0.000039 seconds] 17:40:02.449 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah] 17:40:02.449 -> 17:40:02.482 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH 17:40:02.482 -> 17:40:02.482 -> Kelembaban : 27.9 % 17:40:02.482 -> Suhu : 23.8 degC 17:40:02.482 -> 17:40:02.482 -> N : 0 mg/kg 17:40:02.482 -> P : 0 mg/kg 17:40:02.482 -> K : 0 mg/kg 17:40:02.482 -> pH : 6.9 17:40:02.482 -> EC : 90 us/cm 17:40:02.482 -> </pre>	<pre> 17:40:02.482 -> 17:40:12.893 -> Status: SANGAT RENDAH 17:40:13.533 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea 17:40:14.068 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36 17:40:14.648 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl 17:40:15.220 -> 17:40:15.220 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 1 ms) 17:40:16.458 -> [AI Latency: 0.000038 seconds] 17:40:16.458 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah] 17:40:16.458 -> 17:40:16.458 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH 17:40:16.458 -> 17:40:16.458 -> Kelembaban : 27.9 % 17:40:16.458 -> Suhu : 23.8 degC 17:40:16.458 -> 17:40:16.458 -> N : 0 mg/kg 17:40:16.458 -> P : 0 mg/kg 17:40:16.458 -> K : 0 mg/kg 17:40:16.458 -> pH : 6.7 17:40:16.458 -> EC : 90 us/cm 17:40:16.458 -> </pre>
Output Serial Monitor X Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM12') <pre> 7:40:26.873 -> Status: SANGAT RENDAH 7:40:27.502 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea 7:40:28.064 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36 7:40:28.615 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl 7:40:29.217 -> 7:40:29.217 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 1 ms) 7:40:30.443 -> [AI Latency: 0.000038 seconds] 7:40:30.443 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah] 7:40:30.443 -> 7:40:30.443 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH 7:40:30.443 -> 7:40:30.443 -> Kelembaban : 27.9 % 7:40:30.443 -> Suhu : 23.8 degC 7:40:30.443 -> 7:40:30.443 -> N : 0 mg/kg 7:40:30.443 -> P : 0 mg/kg 7:40:30.443 -> K : 0 mg/kg 7:40:30.443 -> pH : 6.7 7:40:30.443 -> EC : 90 us/cm 7:40:30.443 -> </pre>	Output Serial Monitor X Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM12') <pre> 7:40:40.855 -> Status: SANGAT RENDAH 7:40:41.494 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea 7:40:42.064 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36 7:40:42.609 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl 7:40:43.184 -> 7:40:43.184 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 1 ms) 7:40:43.303 -> [Sync] Membaca data offline dari SPIFFS... 7:40:46.863 -> --- Hasil Sinkronisasi SPIFFS --- 7:40:46.863 -> Sukses : 1 7:40:46.863 -> Gagal : 0 7:40:46.863 -> 7:40:48.059 -> 7:40:48.059 -> [AI Latency: 0.000050 seconds] 7:40:48.105 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah] 7:40:48.105 -> 7:40:48.105 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH 7:40:48.105 -> 7:40:48.105 -> Kelembaban : 28.0 % 7:40:48.105 -> Suhu : 23.8 degC 7:40:48.105 -> 7:40:48.105 -> N : 0 mg/kg 7:40:48.105 -> P : 0 mg/kg 7:40:48.105 -> K : 0 mg/kg 7:40:48.105 -> pH : 6.7 7:40:48.105 -> EC : 90 us/cm 7:40:48.105 -> </pre>

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

17:41:13.246 -> Status: SANGAT RENDAH
17:41:13.869 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea
17:41:14.434 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36
17:41:15.048 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl
17:41:15.569 ->
17:41:15.570 ->
17:41:15.570 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 2 ms)
17:41:16.795 ->
17:41:16.795 -> [AI Latency: 0.000038 seconds]
17:41:16.826 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah]
17:41:16.826 ->
17:41:16.826 ->
17:41:16.826 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH
17:41:16.826 ->
17:41:16.826 -> Kelembaban : 28.0 %
17:41:16.826 -> Suhu : 23.6 degC
17:41:16.826 ->
17:41:16.826 ->
17:41:16.826 -> N : 0 mg/kg
17:41:16.826 -> P : 0 mg/kg
17:41:16.826 -> K : 0 mg/kg
17:41:16.826 -> pH : 6.8
17:41:16.826 -> EC : 90 us/cm
17:41:16.826 ->

17:41:29.580 ->
17:41:29.580 ->
17:41:29.580 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 1 ms)
17:41:30.783 ->
17:41:30.783 -> [AI Latency: 0.000038 seconds]
17:41:30.783 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah]
17:41:30.783 ->
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 -> Kelembaban : 24.0 %
17:41:30.820 -> Suhu : 23.5 degC
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 -> N : 0 mg/kg
17:41:30.820 -> P : 0 mg/kg
17:41:30.820 -> K : 0 mg/kg
17:41:30.820 -> pH : 9.0
17:41:30.820 -> EC : 59 us/cm
17:41:30.820 ->

```

```

17:41:30.783 ->
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 -> Kelembaban : 24.0 %
17:41:30.820 -> Suhu : 23.5 degC
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 ->
17:41:30.820 -> N : 0 mg/kg
17:41:30.820 -> P : 0 mg/kg
17:41:30.820 -> K : 0 mg/kg
17:41:30.820 -> pH : 9.0
17:41:30.820 -> EC : 59 us/cm
17:41:30.820 ->
17:41:41.187 -> Status: SANGAT RENDAH
17:41:41.865 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea
17:41:42.432 -> - P Rendah (0 mg/kg) -> Tambah SP-36
17:41:42.996 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl
17:41:43.531 -> - pH Basa (9.00) -> Tambah Belerang
17:41:44.098 ->
17:41:44.133 ->
17:41:44.133 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 2 ms)
17:41:44.242 -> [Sync] Membaca data offline dari SPIFFS...

```

```

17:42:16.957 -> Status: SANGAT RENDAH
17:42:17.564 -> - N Rendah (0 mg/kg) -> Tambah Urea
17:42:18.175 -> - P Rendah (8 mg/kg) -> Tambah SP-36
17:42:18.696 -> - K Rendah (0 mg/kg) -> Tambah KCl
17:42:19.263 ->
17:42:19.296 ->
17:42:19.296 -> [MQTT] Data terkirim ke ThingsBoard. (Latensi: 2 ms)
17:42:20.515 ->
17:42:20.515 -> [AI Latency: 0.000042 seconds]
17:42:20.515 -> [AI Class: 0 = Sangat Rendah]
17:42:20.515 ->
17:42:20.515 ->
17:42:20.515 -> HASIL ANALISIS KUALITAS TANAH
17:42:20.515 ->
17:42:20.515 -> Kelembaban : 41.7 %
17:42:20.515 -> Suhu : 23.7 degC
17:42:20.515 ->
17:42:20.515 ->
17:42:20.515 -> N : 0 mg/kg
17:42:20.515 -> P : 8 mg/kg
17:42:20.515 -> K : 0 mg/kg
17:42:20.515 -> pH : 6.5
17:42:20.550 -> EC : 107 us/cm
17:42:20.550 ->

```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Data Hasil Pengujian Ketahanan Operasional Sistem

Terdapat 2 kondisi lingkungan, yaitu luar ruangan dan dalam ruangan.

Pengujian Tanggal 15 Mei 2026 (Luar Ruangan)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	id	timestamp	Hum	Temp	N	P	K	pH	EC
2	144	15/05/2026 09:44	3.8	33.1	0	0	0	3	0
3	145	15/05/2026 09:45	6.1	25.5	0	0	0	3	0
4	146	15/05/2026 09:46	100	29.6	13	76	68	5.8	247
5	147	15/05/2026 09:48	100	27.9	48	158	152	6.6	418
6	148	15/05/2026 09:49	100	28	49	160	153	6.5	422
7	149	15/05/2026 09:50	100	27.2	68	204	197	6.8	512
8	150	15/05/2026 09:51	100	27.6	70	208	202	6.6	522
9	151	15/05/2026 10:07	5	34.2	0	0	0	3	0
10	152	15/05/2026 10:19	100	26.9	63	192	186	5.4	488
11	153	15/05/2026 10:20	100	26.8	64	194	187	5.5	492
12	154	15/05/2026 10:20	100	26.7	65	196	190	5.5	497
13	155	15/05/2026 10:20	100	26.7	65	196	190	5.5	497
14	156	15/05/2026 10:20	100	26.7	65	196	190	5.5	497
15	157	15/05/2026 10:20	100	26.7	65	197	191	5.5	499
16	158	15/05/2026 10:20	100	26.6	65	197	191	5.5	499
17	159	15/05/2026 10:20	100	26.6	65	198	191	5.5	500
18	160	15/05/2026 10:20	100	26.6	65	198	191	5.5	500
19	161	15/05/2026 10:20	100	26.6	65	198	191	5.5	500
20	162	15/05/2026 10:20	100	26.6	65	198	191	5.5	500
21	163	15/05/2026 10:21	100	26.6	66	198	192	5.6	501
22	164	15/05/2026 10:21	100	26.6	66	198	192	5.6	501
23	165	15/05/2026 10:21	100	26.6	66	200	193	5.6	504
24	166	15/05/2026 10:21	100	26.6	69	206	199	5.6	516
25	167	15/05/2026 10:21	100	26.5	69	206	200	5.6	517
26	168	15/05/2026 10:21	100	26.5	69	206	200	5.6	517
2127	2269	15/05/2026 14:57	100	32.5	11	72	65	6.8	240
2128	2270	15/05/2026 14:57	100	32.5	11	72	65	6.8	240
2129	2271	15/05/2026 14:57	100	32.5	11	72	64	6.8	239
2130	2272	15/05/2026 14:57	100	32.5	11	72	64	6.8	239
2131	2273	15/05/2026 14:57	100	32.5	11	72	64	6.8	239
2132	2274	15/05/2026 14:57	100	32.5	11	72	65	6.8	240
2133	2275	15/05/2026 14:58	100	32.5	11	72	65	6.8	240
2134	2276	15/05/2026 14:58	100	32.5	11	72	65	6.8	240
2135	2277	15/05/2026 14:58	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2136	2278	15/05/2026 14:58	100	32.4	11	72	65	6.8	240
2137	2279	15/05/2026 14:58	100	32.5	11	72	64	6.8	239
2138	2280	15/05/2026 14:58	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2139	2281	15/05/2026 14:58	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2140	2282	15/05/2026 14:58	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2141	2283	15/05/2026 14:58	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2142	2284	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2143	2285	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.8	239
2144	2286	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2145	2287	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2146	2288	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2147	2289	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2148	2290	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2149	2291	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	65	6.9	240
2150	2292	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2151	2293	15/05/2026 14:59	100	32.4	11	72	64	6.9	239
2152	2294	15/05/2026 15:00	100	32.4	11	72	64	6.9	239



(Lanjutan)

Pengujian Tanggal 16 Mei 2026 (Dalam Ruangan) dan Pengujian *Packet Loss*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	id	timestamp	Hum	Temp	N	P	K	pH	EC
2	2295	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	616
3	2296	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	616
4	2297	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	616
5	2298	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	616
6	2299	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	616
7	2300	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	617
8	2301	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	617
9	2302	16/05/2026 09:10	100	28.9	90	254	248	5.9	616
10	2303	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	616
11	2304	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
12	2305	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
13	2306	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	616
14	2307	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	616
15	2308	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
16	2309	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
17	2310	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	616
18	2311	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
19	2312	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
20	2313	16/05/2026 09:11	100	28.9	90	254	248	5.9	617
21	2314	16/05/2026 09:12	100	28.9	90	254	248	5.9	616
22	2315	16/05/2026 09:12	100	28.9	90	254	248	5.9	616
23	2316	16/05/2026 09:12	100	28.9	90	254	248	5.9	616
24	2317	16/05/2026 09:12	100	28.9	90	254	248	5.9	617
25	2318	16/05/2026 09:12	100	28.9	90	254	248	5.9	617
26	2319	16/05/2026 09:12	100	28.9	90	254	248	5.9	616
7409	9702	16/05/2026 21:13	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7410	9703	16/05/2026 21:13	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7411	9704	16/05/2026 21:13	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7412	9705	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7413	9706	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7414	9707	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7415	9708	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7416	9709	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7417	9710	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7418	9711	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7419	9712	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7420	9713	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7421	9714	16/05/2026 21:14	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7422	9715	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7423	9716	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7424	9717	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7425	9718	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7426	9719	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7427	9720	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	180	173	6.3	462
7428	9721	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7429	9722	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7430	9723	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7431	9724	16/05/2026 21:15	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7432	9725	16/05/2026 21:16	100	28.8	57	179	172	6.3	461
7433	9726	16/05/2026 21:16	100	28.8	57	179	172	6.3	461

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6. Data Hasil Pembacaan Sensor

Sampel 1

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Timestamp	pH Referensi	pH Sensor	Suhu Referensi	Suhu Sensor	Kekentalan Referensi	Kekentalan Sensor	N Referensi	N Sensor	P Referensi	P Sensor	K Referensi	K Sensor	EC Referensi	EC Sensor
2	2026-06-06:18:28:30	6,60	8,90	31,10	30,90	40,50	75,50	13,00	18,00	59,00	89,00	44,00	82,00	278,00	274,00
3	2026-06-06:18:28:46	6,60	8,90	31,00	30,90	40,40	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
4	2026-06-06:18:29:00	6,60	8,90	31,00	30,90	40,40	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	278,00	256,00
5	2026-06-06:18:29:15	6,70	8,90	31,00	30,90	40,40	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
6	2026-06-06:18:29:29	6,70	8,90	31,00	30,90	40,40	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
7	2026-06-06:18:29:44	6,70	8,90	31,00	30,90	40,50	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	277,00	256,00
8	2026-06-06:18:29:59	6,70	8,90	31,00	30,90	40,40	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
9	2026-06-06:18:30:13	6,70	8,90	31,10	30,90	40,50	75,90	13,00	15,00	59,00	81,00	44,00	72,00	278,00	255,00
10	2026-06-06:18:30:27	6,70	8,90	31,00	30,90	40,40	76,20	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
11	2026-06-06:18:30:42	6,70	8,90	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
12	2026-06-06:18:30:56	6,70	8,90	31,00	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	278,00	256,00
13	2026-06-06:18:31:11	6,80	8,90	31,00	30,90	40,40	75,90	13,00	15,00	59,00	81,00	44,00	73,00	276,00	257,00
14	2026-06-06:18:31:26	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
15	2026-06-06:18:31:40	6,90	8,90	31,00	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	278,00	256,00
16	2026-06-06:18:31:55	6,90	8,90	31,10	30,80	40,60	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
17	2026-06-06:18:32:09	6,80	8,90	31,00	30,90	40,40	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
18	2026-06-06:18:32:24	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
19	2026-06-06:18:32:38	6,90	8,90	31,10	30,90	40,50	75,90	13,00	15,00	59,00	81,00	44,00	73,00	278,00	257,00
20	2026-06-06:18:32:53	6,90	8,90	31,10	30,80	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
21	2026-06-06:18:33:07	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	279,00	255,00
22	2026-06-06:18:33:21	6,90	8,90	31,10	30,80	40,50	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
23	2026-06-06:18:33:35	6,90	8,90	31,10	30,80	40,60	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
24	2026-06-06:18:33:51	6,90	8,90	31,10	30,90	40,50	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
25	2026-06-06:18:34:05	6,90	8,90	31,10	30,90	40,50	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
26	2026-06-06:18:34:19	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
27	2026-06-06:18:34:35	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	279,00	256,00
28	2026-06-06:18:34:49	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
29	2026-06-06:18:35:03	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
30	2026-06-06:18:35:18	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
31	2026-06-06:18:35:33	6,90	8,90	31,10	30,80	40,70	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
32	2026-06-06:18:35:46	6,90	8,90	31,10	30,90	40,50	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
33	2026-06-06:18:36:01	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
34	2026-06-06:18:36:15	6,90	8,90	31,00	30,90	40,60	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	279,00	256,00
35	2026-06-06:18:36:30	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
36	2026-06-06:18:36:45	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	277,00	256,00
37	2026-06-06:18:37:00	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	277,00	256,00
38	2026-06-06:18:37:13	6,90	8,90	31,10	30,90	40,90	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
39	2026-06-06:18:37:28	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
40	2026-06-06:18:37:42	6,90	8,90	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
41	2026-06-06:18:37:57	6,90	8,90	31,10	30,90	40,60	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	279,00	255,00
42	2026-06-06:18:38:13	6,90	9,00	31,10	30,90	40,90	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
43	2026-06-06:18:38:26	6,90	9,00	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
44	2026-06-06:18:38:40	6,90	9,00	31,10	30,90	40,70	75,50	13,00	14,00	59,00	79,00	44,00	72,00	277,00	254,00
45	2026-06-06:18:38:55	6,90	9,00	31,10	30,90	40,90	75,50	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	277,00	255,00
46	2026-06-06:18:39:10	6,90	9,00	31,10	30,90	40,70	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
47	2026-06-06:18:39:25	6,90	9,00	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
48	2026-06-06:18:39:39	6,90	9,00	31,10	30,90	40,70	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
49	2026-06-06:18:39:53	6,90	9,00	31,10	30,90	40,50	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	73,00	278,00	256,00
50	2026-06-06:18:40:08	6,90	9,00	31,10	30,90	40,60	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
51	2026-06-06:18:40:22	6,90	9,00	31,10	30,90	40,90	75,90	13,00	14,00	59,00	80,00	44,00	72,00	278,00	255,00
52	Rata-rata	6,85	8,92	31,08	30,89	40,6	75,69	13	14,14	59	80,22	44	72,46	277,78	255,68
53	Error	30,22	0,61			86,43		8,77		35,97		64,68		7,96	
54	Akurasi	69,78		99,39		13,57		91,23		64,03		35,32		92,04	

Sampel 2

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Timestamp	pH Referensi	pH Sensor	Suhu Referensi	Suhu Sensor	Kekentalan Referensi	Kekentalan Sensor	N Referensi	N Sensor	P Referensi	P Sensor	K Referensi	K Sensor	EC Referensi	EC Sensor
2	2026-06-08:09:07:43	6,70	6,20	31,30	33,80	84,30	100,00	134,00	171,00	239,00	441,00	324,00	437,00	1.400,00	1.005,00
3	2026-06-08:09:07:55	6,70	6,20	31,30	33,80	84,60	100,00	133,00	170,00	238,00	440,00	322,00	435,00	1.389,00	1.002,00
4	2026-06-08:09:08:06	6,70	6,20	31,30	33,70	84,40	100,00	134,00	171,00	239,00	441,00	324,00	437,00	1.400,00	1.005,00
5	2026-06-08:09:08:18	6,70	6,20	31,30	33,70	84,40	100,00	133,00	170,00	238,00	440,00	323,00	435,00	1.397,00	1.002,00
6	2026-06-08:09:08:31	6,70	6,20	31,30	33,70	84,60	100,00	133,00	171,00	238,00	441,00	323,00	437,00	1.394,00	1.005,00
7	2026-06-08:09:08:43	6,70	6,20	31,40	33,70	84,40	100,00	135,00	171,00	238,00	443,00	323,00	438,00	1.397,00	1.008,00
8	2026-06-08:09:08:56	6,70	6,20	31,40	33,60	84,60	100,00	134,00	171,00	239,00	441,00	324,00	437,00	1.400,00	1.005,00
9	2026-06-08:09:09:09	6,70	6,20	31,40	33,60	84,40	100,00	134,00	170,00	239,00	440,00	324,00	435,00	1.403,00	1.002,00
10	2026-06-08:09:09:22	6,70	6,20	31,40	33,60	84,40	100,00	134,00	170,00	239,00	440,00	324,00	435,00	1.400,00	1.002,00
11	2026-06-08:09:09:35	6,70	6,20	31,40	33,60	84,30	100,00	133,00	171,00	238,00	441,00	323,00	437,00	1.397,00	1.005,00
12	2026-06-08:09:09:47	6,70	6,20	31,40	33,60	84,40	100,00	134,00	171,00	239,00	441,00	324,00	437,00	1.403,00	1.005,00
13	2026-06-08:09:09:59	6,70	6,20	31,40	33,60	84,60	100,00	134,00	170,00	239,00	440,00	324,00	435,00	1.403,00	1.0



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

33	2024-06-08-09:14:17	6,80	6,20	30,10	33,30	84,30	100,00	135,00	169,00	240,00	438,00	327,00	433,00	1.420,00	997,00
34	2024-06-08-09:14:30	6,80	6,20	30,10	33,20	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	438,00	326,00	434,00	1.415,00	998,00
35	2024-06-08-09:14:43	6,80	6,20	30,10	33,20	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	438,00	326,00	434,00	1.415,00	998,00
36	2024-06-08-09:14:54	6,80	6,20	30,10	33,20	84,10	100,00	134,00	169,00	240,00	438,00	326,00	433,00	1.415,00	997,00
37	2024-06-08-09:15:04	6,80	6,20	30,10	33,20	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	438,00	326,00	433,00	1.417,00	997,00
38	2024-06-08-09:15:18	6,80	6,20	30,10	33,20	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	432,00	1.417,00	995,00
39	2024-06-08-09:15:32	6,80	6,20	30,10	33,20	84,40	100,00	134,00	169,00	239,00	437,00	325,00	433,00	1.412,00	996,00
40	2024-06-08-09:15:45	6,80	6,20	30,10	33,10	84,40	100,00	134,00	169,00	240,00	436,00	326,00	432,00	1.415,00	994,00
41	2024-06-08-09:15:58	6,80	6,30	30,20	33,10	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	432,00	1.417,00	995,00
42	2024-06-08-09:16:11	6,80	6,30	30,20	33,10	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	433,00	1.415,00	996,00
43	2024-06-08-09:16:23	6,80	6,30	30,20	33,10	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	433,00	1.415,00	996,00
44	2024-06-08-09:16:36	6,80	6,30	30,20	33,10	84,40	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	432,00	1.417,00	995,00
45	2024-06-08-09:16:49	6,80	6,30	30,10	33,10	84,40	100,00	135,00	169,00	240,00	436,00	327,00	432,00	1.420,00	994,00
46	2024-06-08-09:17:02	6,80	6,30	30,20	33,10	84,40	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	432,00	1.417,00	995,00
47	2024-06-08-09:17:15	6,80	6,30	30,20	33,00	84,30	100,00	135,00	169,00	240,00	436,00	328,00	432,00	1.426,00	994,00
48	2024-06-08-09:17:29	6,80	6,30	30,20	33,00	84,40	100,00	135,00	169,00	240,00	436,00	327,00	432,00	1.420,00	994,00
49	2024-06-08-09:17:40	6,80	6,30	30,20	32,90	84,10	100,00	135,00	169,00	240,00	437,00	327,00	432,00	1.423,00	995,00
50	2024-06-08-09:17:53	6,80	6,30	30,20	32,90	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	436,00	326,00	432,00	1.417,00	994,00
51	2024-06-08-09:18:07	6,80	6,30	30,20	32,90	84,30	100,00	134,00	169,00	240,00	437,00	326,00	432,00	1.415,00	995,00
52	Rata-rata	6,76	6,22	30,66	33,36	84,37	100	133,96	169,59	239,34	438,56	325	434,02	1.409,28	999,02
53	Error	8,02		6,81		10,53		26,59		83,24		33,54		26,11	
54	Akurasi	91,98		91,19		81,47		73,41		16,76		66,48		70,89	

Sampel 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Timestamp	PH Referensi	PH Sensor	Suhu Referensi	Suhu Sensor	Kelambatan Referensi	Kelambatan Sensor	N Referensi	N Sensor	P Referensi	P Sensor	K Referensi	K Sensor	EC Referensi	EC Sensor
2	2024-06-08-09:25:21	6,30	6,80	31,30	29,20	76,10	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	428,00	616,00	1.428,00	1.373,00
3	2024-06-08-09:25:41	6,30	6,80	31,40	29,20	76,30	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	428,00	616,00	1.428,00	1.373,00
4	2024-06-08-09:25:53	6,30	6,80	31,40	29,20	76,10	100,00	195,00	247,00	499,00	617,00	428,00	614,00	1.426,00	1.370,00
5	2024-06-08-09:26:06	6,30	6,80	31,40	29,20	76,10	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	428,00	616,00	1.428,00	1.373,00
6	2024-06-08-09:26:19	6,30	6,80	31,40	29,30	75,90	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	427,00	616,00	1.423,00	1.373,00
7	2024-06-08-09:26:32	6,30	6,80	31,40	29,30	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	430,00	616,00	1.442,00	1.373,00
8	2024-06-08-09:26:45	6,30	6,80	31,40	29,30	75,90	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	427,00	616,00	1.423,00	1.373,00
9	2024-06-08-09:26:58	6,30	6,80	31,50	29,30	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	432,00	616,00	1.455,00	1.373,00
10	2024-06-08-09:27:11	6,30	6,70	31,40	29,30	76,10	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	428,00	616,00	1.428,00	1.373,00
11	2024-06-08-09:27:24	6,30	6,70	31,40	29,30	75,90	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	430,00	616,00	1.442,00	1.373,00
12	2024-06-08-09:27:38	6,30	6,70	31,50	29,30	75,90	100,00	195,00	248,00	499,00	619,00	428,00	616,00	1.428,00	1.373,00
13	2024-06-08-09:27:51	6,30	6,70	31,50	29,30	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.455,00	1.376,00
14	2024-06-08-09:28:04	6,30	6,70	31,50	29,30	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	430,00	616,00	1.442,00	1.373,00
15	2024-06-08-09:28:17	6,30	6,70	31,50	29,40	76,30	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	432,00	616,00	1.455,00	1.373,00
16	2024-06-08-09:28:35	6,30	6,70	31,50	29,40	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	430,00	616,00	1.442,00	1.373,00
17	2024-06-08-09:28:43	6,30	6,70	31,50	29,40	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	432,00	616,00	1.455,00	1.373,00
18	2024-06-08-09:28:53	6,30	6,70	31,50	29,40	75,90	100,00	196,00	248,00	499,00	619,00	430,00	616,00	1.442,00	1.373,00
19	2024-06-08-09:29:06	6,30	6,70	30,00	29,40	75,80	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
20	2024-06-08-09:29:20	6,30	6,70	30,00	29,40	75,90	100,00	199,00	248,00	499,00	619,00	436,00	616,00	1.481,00	1.373,00
21	2024-06-08-09:29:36	6,30	6,70	30,00	29,40	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
22	2024-06-08-09:29:45	6,30	6,70	30,00	29,40	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
23	2024-06-08-09:30:03	6,30	6,70	30,00	29,40	75,90	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
24	2024-06-08-09:30:12	6,30	6,70	30,00	29,40	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	430,00	617,00	1.440,00	1.376,00
25	2024-06-08-09:30:29	6,30	6,70	30,10	29,50	75,90	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
26	2024-06-08-09:30:41	6,30	6,70	30,10	29,50	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	430,00	617,00	1.440,00	1.376,00
27	2024-06-08-09:30:50	6,30	6,70	30,10	29,50	76,10	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
28	2024-06-08-09:31:04	6,30	6,70	30,10	29,50	76,10	100,00	196,00	249,00	499,00	622,00	432,00	619,00	1.454,00	1.379,00
29	2024-06-08-09:31:15	6,30	6,70	30,10	29,50	75,80	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
30	2024-06-08-09:31:29	6,30	6,70	30,10	29,50	75,90	100,00	198,00	248,00	499,00	620,00	434,00	617,00	1.467,00	1.376,00
31	2024-06-08-09:31:40	6,30	6,70	30,10	29,50	75,80	100,00	196,00	249,00	499,00	622,00	430,00	619,00	1.440,00	1.379,00
32	2024-06-08-09:31:55	6,30	6,70	30,10	29,50	76,30	100,00	199,00	248,00	499,00	620,00	439,00	617,00	1.495,00	1.376,00
33	2024-06-08-09:32:08	6,30	6,70	30,10	29,60	75,90	100,00	199,00	249,00	499,00	622,00	436,00	619,00	1.481,00	1.379,00
34	2024-06-08-09:32:19	6,30	6,80	30,10	29,50	75,90	100,00	196,00	248,00	499,00	620,00	432,00	617,00	1.454,00	1.376,00
35	2024-06-08-09:32:33	6,30	6,80	30,10	29,60	75,90	100,00	198,00	248,00	499,00	620,00	434,00	617,00	1.467,00	1.376,00
36	2024-06-08-09:32:47	6,30	6,80	30,10	29,60	75,90	100,00	196,00	249,00	499,00	622,00	432,00	619,00	1.454,00	1.379,00
37	2024-06-08-09:32:59	6,30	6,80	30,10	29,60	75,90	100,00	198,00	248,00	499,00	620,00	434,00	617,00	1.467,00	1.376,00
38	2024-06-08-09:33:11	6,30	6,80	30,10	29,60	76,10	100,00	196,00	249,00	499,00	622,00	430,00	619,00	1.440,00	1.379,00
39	2024-06-08-09:33:24	6,30	6,80	30,10	29,60	75,90	100,00	198,00	249,00	499,00	622,00	434,00	619,00	1.467,00	1.379,00
40	2024-06-08-09:33:37	6,30	6,80	30,10	29,60	76,10	100,00	198,00	249,00	499,00	622,00	434,00	619,00	1.467,00	1.379,00
41	2024-06-08-09:33:53	6,30	6,80	30,20	29,60	75,90	100,00	196,00	249,00	499,00	622,00	432,00	619,00	1.454,00	1.379,00
42	2024-06-08-09:34:15	6,30	6,80	30,10	29,60	76,10	100,00	199,00	249,00	499,00	622,00	436,00	619,00	1.481,00	1.379,00
43	2024-06-08-09:34:30	6,30	6,80	30,20	29,60	76,10	100,00	198							

Lampiran 7. Data Hasil Konsistensi Pembacaan Sensor

	id int8	timestamp timesta...	Hum numeric	Temp nume...	N numeric	P numeric	K numeric	pH numeric	EC int4
	1568	2026-05-15 13:27:35	100	34.7	19	91	83	7	278
	1569	2026-05-15 13:27:41	100	34.7	19	90	82	7	276
	1570	2026-05-15 13:27:47	100	34.7	19	90	83	7	277
	1571	2026-05-15 13:27:53	100	34.7	19	90	83	7	277
	1572	2026-05-15 13:28:00	100	34.7	19	90	83	7	277
	1573	2026-05-15 13:28:06	100	34.7	19	90	83	7	277
	1574	2026-05-15 13:28:12	100	34.7	19	91	83	7	278
	1575	2026-05-15 13:28:19	100	34.7	19	91	83	7	278
	1576	2026-05-15 13:28:25	100	34.7	19	91	83	7	278
	1577	2026-05-15 13:28:31	100	34.7	19	91	83	7	278

Lampiran 8. Hasil Sinkronisasi Data *Hybrid*

```

17:06:56.884 -> ...
17:06:57.909 -> WiFi Connected!
17:06:57.909 -> [Sync] Membaca data offline dari SPIFFS...
17:07:06.426 -> --- Hasil Sinkronisasi SPIFFS ---
17:07:06.426 -> Sukses : 19
17:07:06.426 -> Gagal : 0
17:07:06.426 -> -----
17:07:08.458 -> =====
17:07:08.458 -> Soil AI System v3.0 - Smart Farming
17:07:08.458 -> Model: RF 5 Kelas (Sangat Rendah - Sangat Tinggi)
17:07:08.458 -> =====
17:07:08.458 -> Sistem Prediksi Tanah AI Siap!
17:07:08.458 ->
17:07:08.458 -> [MQTT] Connecting to ThingsBoard... CONNECTED!
17:07:09.146 ->

```

NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta