

**SISTEM MONITORING KUALITAS TANAH PERTANIAN
BERBASIS FUZZY LOGIC**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi**

Disusun Oleh :

FITRIA JELILA 062330330784

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

**SISTEM MONITORING KUALITAS TANAH PERTANIAN
BERBASIS FUZZY LOGIC**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

**Fitria jelila
062330330784**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Dr. Ade Silvia Handayani, ST., MT
NIP. 197609302000032002

Dosen Pembimbing II


Ir. Emilia Hesti, S.T., M.Kom
NIP. 197205271998022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP. 197907232008011007

**Koordinator Program Studi
DIII Teknik Telekomunikasi**


Ir. Susan Zefi, S.T., M.Kom
NIP. 197709252005012003

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang betanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama Fitria Jelila
NIM : 062330330784
Program Studi : DIII Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul : Sistem Monitoring Kualitas Tanah Pertanian Berbasis
FuzzyLogic

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya bahwa Laporan Akhir yang telah saya buat ini dengan judul “Sistem Monitoring Kualitas Tanah Pertanian Berbasis Fuzzy Logic” adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya



Palembang,
Penulis,



Fitria Jelila
NIM. 062330330784

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Barang siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim)

“Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar, melainkan kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha.” -B. J. Habibie

“ Kesuksesan lahir dari doa, usaha, dan kesabaran yang tidak pernah berhenti.

Kupersembahkan Kepada :

- ❖ Untuk diriku sendiri, terima kasih karena telah berjuang, bertahan, dan tidak menyerah dalam melewati setiap proses hingga akhir.
- ❖ Untuk ibuku tersayang, Asrof Laili, terima kasih atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dan dukungan yang tak pernah putus dalam setiap langkah hidupku.
- ❖ Kepada Ibu Dr. Ade Silvia Handayani, ST., MT. dan Ibu Ir. Emilia Hesti, S.T., M.Kom., terima kasih atas bimbingan, ilmu, arahan, dan kesabaran yang telah diberikan selama penyusunan laporan ini.
- ❖ Untuk teman-teman dan semua pihak yang telah membantu, mendukung, serta memberikan semangat dalam menyelesaikan laporan ini, terima kasih atas kebersamaan dan motivasinya.

ABSTRAK

SISTEM MONITORING KUALITAS TANAH PERTANIAN BERBASIS FUZZY LOGIC

(2026 : xiv + 104 Halaman + 31 Gambar + 36 Tabel + 10 Lampiran)

FITRIA JELILA

062330330784

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Penelitian ini membahas perancangan sistem monitoring kualitas tanah pertanian berbasis Internet of Things (IoT) dan Fuzzy Logic untuk memantau kondisi lahan secara *real-time* dan mengklasifikasikan kualitas tanah menjadi kategori Buruk, Sedang, dan Baik. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor tanah NPK, modul RS485, LCD 20x4 I2C, serta jaringan Wi-Fi untuk pengiriman data dan notifikasi melalui bot Telegram. Parameter yang dipantau meliputi kelembapan tanah, Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), yang diolah menggunakan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dengan defuzzifikasi centroid. Pengujian dilakukan di dua lokasi lahan pertanian di Kota Palembang dan menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter tanah dengan stabil, mengirim notifikasi dengan baik, serta mengklasifikasikan kualitas tanah sesuai kondisi lapangan. Sistem ini diharapkan dapat membantu pengambilan keputusan pemupukan dan pengelolaan lahan secara lebih tepat, efisien, dan berbasis data.

Kata kunci: kualitas tanah, IoT, ESP32, sensor NPK, Fuzzy Logic Mamdani, Telegram bot, monitoring *real-time*.

ABSTRACT

SOIL QUALITY MONITORING SYSTEM FOR AGRICULTURAL LAND BASED ON FUZZY LOGIC

(2026: xiv + 104 pages + 31 figures + 36 tables + 10 appendices)

FITRIA JELILA

062330330784

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIII PROGRAM IN TELECOMMUNICATION ENGINEERING

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

This study discusses the design of an agricultural soil quality monitoring system based on the Internet of Things (IoT) and Fuzzy Logic to monitor field conditions in real time and classify soil quality into Poor, Moderate, and Good categories. The system uses an ESP32 microcontroller connected to an NPK soil sensor, an RS485 module, a 20x4 I2C LCD, and a Wi-Fi network for data transmission and notifications through a Telegram bot. The monitored parameters include soil moisture, Nitrogen (N), Phosphorus (P), and Potassium (K), which are processed using the Mamdani Fuzzy Inference System (FIS) with centroid defuzzification. Testing was carried out at two agricultural sites in Palembang and showed that the system could read soil parameters stably, send notifications properly, and classify soil quality according to field conditions. This system is expected to support fertilization and land management decisions more accurately, efficiently, and data-driven.

Keywords: soil quality, IoT, ESP32, NPK sensor, Mamdani Fuzzy Logic, Telegram bot, real-time monitoring.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya Proposal Laporan Akhir (LA) dengan judul “Sistem Monitoring Kualitas Tanah Pertanian Berbasis Fuzzy Logic ” dapat disusun dan diselesaikan. Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Akhir pada Program Studi DIII Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penyusunan proposal ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem yang mampu memantau parameter kualitas tanah pertanian secara lebih terukur serta menyajikan informasi yang mendukung proses pengambilan keputusan. Metode Fuzzy Logic dipilih untuk mengolah data yang bersifat tidak pasti dan bervariasi, sehingga sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan hasil pemantauan yang lebih informatif dan mudah dipahami oleh pengguna.

Penyusunan proposal ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Ibu Ir. Suzan Zefi, S.T.,M.Kom. Ketua Program Studi DIII Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dosen pembimbing I saya Ibu Dr. Ade Silvia Handayani, ST.,MT, dan Dosen Pembimbing II Ibu Ir. Emilia Hesti,S.T.,M.Kom yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama penyusunan proposal ini.
3. Bapak/Ibu dosen serta staf di lingkungan Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu dalam proses akademik.
4. Ibunda saya Tercinta Asrof Laili dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Perkuliahan saya.
5. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan semangat.

6. Terimakasih yang amat mendalam untuk Jaka wardana, Ejak efti rosa ,Murdia, Davina, dan Bunga Rabertha yang selalu ada dikala susah.

Disadari bahwa proposal ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan proposal ini serta pelaksanaan Laporan Akhir pada tahap berikutnya. Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Palembang, 19 januari 2026

Fitria Jelila

DAFTAR ISI

MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Kualitas Tanah Pertanian	9
2.3 Kelembapan Tanah	11
2.4 Unsur hara N, P, K.....	12
2.5 Internet of Things (IoT).....	13
2.6 Mikrokontroler ESP32.....	14
2.7 Sensor kualitas tanah	15
2.8 Modul RS485.....	16
2.9 LCD Character 20x4 (I2C).....	17
2.10 Catu daya.....	18
2.11 Komunikasi Data dan Cloud Database	19
2.12 Telegram sebagai Media Notifikasi.....	21
2.13 Fuzzy Logic.....	22
2.14 Fuzzy Inference System (Mamdani/Sugeno)	23
2.15 Fungsi Keanggotaan	24
2.16 Defuzzifikasi.....	25
2.17 Arduino IDE	26
2.18 Matlab.....	27
BAB III MEODELOGI PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Penelitian.....	29
3.2 Perancangan Alat	31
3.2.1 Kebutuhan Hardware	32
3.2.2 Kebutuhan Software	33
3.3 Perancangan Sistem.....	34
3.3.1 Diagram Blok Sistem.....	34
3.3.2 Flowchart	35
3.4 Desain Alat	37

3.4.1 Skema Rangkaian	38
3.4.2 Daftar Alat Yang Digunakan.....	39
3.5 Perancangan Software	40
3.5.1 konfigurasi Arduino IDE	40
3.5.2 Pembuatan Program pada Arduino IDE.....	45
3.5.3 Pembuatan BOT API Telegram.....	51
3.5.4 Perinsip Kerja Alat	54
3.5.5 langkah-langkah konfigurasi MATLAB	55
3.5.6 Defuzzifikasi dan simulasi pada MATLAB.....	57
3.5.7 Fungsi keanggotaan (trimf).....	58
3.5.8 Basis aturan (Rule Base) Mamdani	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
4.1 Pengukuran Alat	63
4.2 Tujuan Pengukuran Alat	63
4.3 Pengukuran Titik Tegangan pada Setiap Komponen Rangkaian.....	64
4.4 Hasil Pengujian Hardware.....	66
4.4.1 Pengujian Mikrokontroler ESP32.....	66
4.4.2 Pengujian Sensor NPK.....	67
4.4.3 Pengujian LCD 20x4 I2C	68
4.4.4 Pengujian Modul RS485 / MAX485	69
4.4.5 Pengujian Konektivitas IoT	69
4.4 Sistem Pengukuran dengan Fuzzy Logic	70
4.4.1 Langkah-Langkah Pengukuran.....	72
4.4.2 Percobaan Data Hasil Pengukuran.....	72
4.5 Data Monitoring Real-Time	79
4.5.1 Lokasi 1 Jalan Sungai Putat ,Desa Sentabai ,Kecamatan Sematang Borang, Kota Palembang (7 juni 2026)	79
4.5.2 Lokasi 2 Jl. Mayor jen. satibi Darwis,Keramasan,Kec.Kertapati, Kota Palembang (11 Juni 2026)	81
4.5.3 Grafik hasil yang didapatkan dari pengukuran parameter tanah pada beberapa waktu pengamatan disajikan pada Tabel 4.13, 4.14 dan 4.16	85
4.6 Analisa Hasil pengujian.....	90
4.6.1 Analisis analisis data monitoring parameter tanah berbasis grafik.....	91
4.7 Rekomendasi Jenis Pupuk Berdasarkan Kondisi Tanah.....	99
4.7.1 Pengolahan Data	100
4.7.2 Hasil dan Pembahasan Unsur Hara.....	101
BAB V PENUTUP	104
5.1 Kesimpulan.....	104
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	
DOKUMENTASI LAMPIRAN	
PROGRAM ALAT	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi degradasi kualitas tanah akibat pengelolaan lahan yang tidak berkelanjutan	10
Gambar 2. 2 Tanah.....	11
Gambar 2. 3 Diagram penyerapan unsur hara NPK oleh akar tanaman	13
Gambar 2. 4 Micro controler ESP32	14
Gambar 2. 5 Sensor Soil NPK	15
Gambar 2. 6 Modul RS485	17
Gambar 2. 7 LCD Character 20x4 (I2C)	18
Gambar 2. 8 Catu daya	19
Gambar 2. 9 Arsitektur komunikasi data IoT dengan cloud database untuk pemantauan kualitas tanah	20
Gambar 2. 10 Diagram penggunaan Telegram sebagai media notifikasi pada sistem IoT pemantauan kualitas tanah	22
Gambar 2. 11 Arduino IDE	27
Gambar 2. 12 Matlab	28
Gambar 2. 13 Tampilan Awal Matlab	55
Gambar 2. 14 Memasukkan Codingan	56
Gambar 2. 15 Klik RUN	56
Gambar 2. 16 gambar Grafiknya	56
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	29
Gambar 3. 2 Gambar Diagram Blok	35
Gambar 3. 3 Flowchart monitoring kualitas tanah pertanian berbasis IoT dan Fuzzy Logic.....	36
Gambar 3. 4 Desain Alat.....	37
Gambar 3. 5 Skema Rangkaian	38
Gambar 3. 6 Arduino IDE 2.3.9.....	41
Gambar 3. 7 tampilan awal Arduino IDE	41
Gambar 3. 8 proses pengaturan board	42
Gambar 3. 9 Progres pemindahan codingan dari lapto ke ESP32	42
Gambar 3. 10 kode program	43
Gambar 3. 11 Menjalankan Code Program	44
Gambar 3. 12 BOT API Telegram	51
Gambar 3. 13 BOT API Telegram	52
Gambar 3. 14 Codingan.....	52
Gambar 3. 15 Uji Coba BOT Telegram	53
Gambar 3. 16 ID Bot Telegram	53
Gambar 3. 17 token BOT Telegram.....	54
Gambar 4. 1 (a)Tanah Kualitas Buruk, (b) Tanah Kualitas sedang, (c) Tanah kualitas Baik.....	67
Gambar 4. 2 (a) Pengukuran Di soil Sensor dan (b) Pengiriman di Telegram	80
Gambar 4. 3 (a) Pengukuran Di soil Sensor dan (b) Pengiriman di Telegram	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu	8
Tabel 3. 1 Kebutuhan Hardware	32
Tabel 3. 2 Kebutuhan Hardware	33
Tabel 3. 3 Tampilan hasil pada LCD dan Telegram	45
Tabel 4. 1 Nitrogen (N), domain [0 200]	59
Tabel 4. 2 . Fosfor (P), domain [0 400]	59
Tabel 4. 3 Kalium (K), domain [0 400]	60
Tabel 4. 4 Kelembapan/Soil Moisture (M), domain [0 400]	60
Tabel 4. 5 Keanggotaan Variabel output Kualitas Tanah.....	61
Tabel 4. 6 Rule base (versi Angka).....	61
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Tegangan pada Setiap Titik Komponen	65
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian ESP32	66
Tabel 4. 9 Hasil Pembacaan Sensor NPK.....	68
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian LCD 20x4 I2C	68
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Modul RS485.....	69
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Konektivitas Wi-Fi	69
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Notifikasi Telegram Bot	70
Tabel 4. 14 Kriteria Kesuburan Tanah.....	71
Tabel 4. 15 Kriteria Nilai Kesuburan Tanah untuk Kelembapan, N, P, dan [15] .	71
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Sensor Tanah Normal	73
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Sensor Tanah Basah.....	74
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Sensor Tanah Kering	76
Tabel 4. 19 Lokasi Pengukuran	79
Tabel 4. 20 Titik Pertama.....	80
Tabel 4. 21 Titik Ke Dua	80
Tabel 4. 22 Titik Ke Ketiga	81
Tabel 4. 23 Titik Pertama.....	82
Tabel 4. 24 Titik Ke Dua	82
Tabel 4. 25 Titik Ke Tiga	83
Tabel 4. 26 Rule Base Fuzzy Logic Berdasarkan Hasil Monitoring Real-Time ..	83
Tabel 4. 27 Hasil Simulasi MATLAB	86
Tabel 4. 28 Hasil Simulasi MATLAB	88
Tabel 4. 29 Kategori Nilai Parameter Berdasarkan Standar Acuan[42]	91
Tabel 4. 30 Variabel Fuzzy dan Himpunan Linguistik pada Sistem Monitoring Kualitas Tanah.....	92
Tabel 4. 31 Rule Base Fuzzy Logic Berdasarkan Hasil Monitoring Real-Time ..	93
Tabel 4. 32 Kriteria Kesesuaian Lahan.....	96
Tabel 4. 33 Kriteria Parameter Tanah dan Pengaruhnya terhadap Kelas Lahan...	98
Tabel 4. 34 Metode dan Ekstrak Analisis Tanah.....	99
Tabel 4. 35 Klasifikasi Status Hara.....	100
Tabel 4. 36 Dosis Pupuk untuk pada tanaman padi sawah.....	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
Lampiran 2	Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
Lampiran 3	Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
Lampiran 4	Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
Lampiran 5	Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
Lampiran 6	Lembar Revisi Laporan Akhir
Lampiran 7	Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
Lampiran 8	Lembar <i>Logbook</i> Pembuatan Alat
Lampiran 9	Dokumentasi