

**SISTEM PENDETEKSI DINI KESUBURAN TANAH
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN
DAN WARNA**

SKRIPSI

M. FARHAN

20210120071



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
2025**

**SISTEM PENDETEKSI DINI KESUBURAN TANAH
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN
DAN WARNA**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

M. FARHAN

20210120071



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
2025**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL :SISTEM PENDETEKSI DINI KESUBURAN TANAH
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN
DAN WARNA
NAMA : M. FARHAN
NIM 20210120071

“Saya Menyatakan Dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa skripsi ini adalah karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya Beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Sukabumi 15 agustus 2025

Materai

M. FARHAN

penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL :SISTEM PENDETEKSI DINI KESUBURAN TANAH
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN
DAN WARNA
NAMA : M. FARHAN
NIM 20210120071

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 15 agustus 2025. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Elektro.

Sukabumi, 15 agustus 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Trisiani Dewi Hendrawati, S.Pd, M.T.
NIDN. 0420038701

Fikri Arif Wicaksana, S.Pd., M.T
NIDN. 8735775676130202

Ketua Penguji

Ketua Program Studi

Ir. Marina Artiyasa, S.T.,M.T.,IPM
NIDN. 0403127308

Panji Naputra, S.T., M.T
NIDN. 0427027803

Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, ST., MT., IPM, ASEAN Eng
NIDN: 0402037401

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Allah SWT, karya sederhana ini kupersembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta di kampung halaman, yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan pengorbanan tanpa batas dalam setiap langkah hidupku.
2. Kakak tercinta, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan motivasi untuk terus berjuang.
3. Bapak/Ibu Dosen Pembimbing, yang dengan sabar dan tulus memberikan arahan, bimbingan, serta dorongan hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Penguji, yang telah memberikan masukan, kritik membangun, dan penilaian demi kesempurnaan karya ini.
5. Sahabat-sahabat saya, baik di kampung halaman maupun di perantauan, yang selalu memberikan semangat, tawa, dan doa di setiap perjalanan ini.

Semoga karya ini menjadi langkah awal untuk menggapai cita-cita yang lebih besar dan bermanfaat bagi banyak orang.



ABSTRAK

Kesuburan tanah merupakan faktor penting dalam mendukung produktivitas pertanian. Penentuan tingkat kesuburan tanah secara konvensional, seperti melalui pengamatan visual warna tanah atau pengecekan kelembapan dengan sentuhan, cenderung subjektif dan kurang akurat. Penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi dini kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan sensor kelembapan tanah (*soil moisture sensor*) dan sensor warna TCS3200. Data dari kedua sensor diolah menggunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) tipe *Mamdani* untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan menjadi tiga kategori, yaitu subur, cukup subur, dan tidak subur. Perangkat ini dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk mengirimkan hasil pengukuran secara *real-time* ke Google *Spreadsheet*, sekaligus menampilkannya pada layar OLED 0.96 inci. Pengujian dilakukan melalui proses kalibrasi sensor dan pengukuran lapangan pada berbagai sampel tanah. Hasil kalibrasi menunjukkan sensor memiliki akurasi tinggi dengan rata-rata error sensor kelembapan sebesar 1,9%. Uji lapangan membuktikan sistem mampu mengklasifikasikan kesuburan tanah secara tepat sesuai parameter warna dan kelembapan yang diukur. Penelitian ini diharapkan dapat membantu petani dalam memantau kondisi lahan secara efisien, objektif, dan *real-time*, sehingga mendukung penerapan pertanian presisi skala kecil.

Kata Kunci: IoT, kesuburan tanah, sensor kelembapan, sensor warna TCS3200, *fuzzy Mamdani*

ABSTRACT

Soil fertility is a crucial factor in supporting agricultural productivity. Conventional methods for determining soil fertility, such as visually observing soil color or checking moisture by touch, tend to be subjective and inaccurate. This research develops an IoT-based early detection system for soil fertility using a soil moisture sensor and a TCS3200 color sensor. Data from both sensors is processed using a Mamdani-type Fuzzy Inference System (FIS) to classify soil fertility into three categories: fertile, moderately fertile, and infertile. The device is controlled by a NodeMCU ESP8266 microcontroller connected to a Wi-Fi network to transmit measurement results in real time to Google Sheets and display them on a 0.96-inch OLED display. Testing was conducted through sensor calibration and field measurements on various soil samples. Calibration results demonstrated high sensor accuracy with an average moisture sensor error of 1.9%. Field testing demonstrated the system's ability to accurately classify soil fertility based on the measured color and moisture parameters. This research is expected to help farmers monitor land conditions efficiently, objectively, and in real time, thereby supporting the implementation of small-scale precision agriculture.

Keywords: *IoT, soil fertility, moisture sensor, TCS3200 color sensor, fuzzy Mamdani*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang maha kuasa Sang Sumber hikmat dan kekuatan. Berkat kasih dan penyertaan-Nya yang setia, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “sistem pendeteksi dini kesuburan tanah berbasis iot menggunakan sensor kelembapan dan warna”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai syarat lulus menyelesaikan masa studi dan mendapat penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T). Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan hormat kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi dan seterusnya.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi
3. Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi, Panji Naputra, S.T., M.T. dan seterusnya.
4. Dosen Pembimbing I Universitas Nusa Putra Sukabumi, Trisiani Dewi Hendrawati, S.Pd, M.T.
5. Dosen Pembimbing II Universitas Nusa Putra Sukabumi, Fikri Arif Wicaksana, S.Pd., M.T.
6. Ketua Dosen Penguji Marina Artiyasa, S.T., M.T
7. Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.
8. Kedua orang tua terkasih, Ayah dan Ibu, atas doa dan dukungan terlebih saat penulis menjalani kehidupan sebagai mahasiswa.
9. Sahabat dan rekan-rekan yang telah hadir sebagai penguat, penyemangat, yang telah membantu Penulis dari segi skripsi.
10. Semua pihak yang telah membantu pelaksanaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Kuasa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Sukabumi, 15 agustus 2025

M. FARHAN

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : M. FARHAN
NIM 20210120071
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-exclusive RoyaltyFree Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **SISTEM PENDETEKSI DINI KESUBURAN TANAH BERBASIS IoT MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN DAN WARNA**” Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format- kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Sukabumi
Pada Tanggal : 15 agustus 2025

Yang Menyatakan

(M. FARHAN)

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN PENULIS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
10.1.....	Lata
r Belakang Masalah	15
10.2.....	Ru
musan Masalah	16
10.3.....	Tuj
uan dan manfaat	16
10.4.....	Bat
asan masalah	17
10.5.....	Met
ode Penelitian	17
10.6.....	Sist
ematika Penulisan	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	20
2.1 Penelitian Terkait.....	20
2.2 Kesimpulan Dan Peluang Kebaruan.....	22
2.3 Pengertian dan Karakteristik Tanah.....	22
2.4 Kualitas dan Kesuburan Tanah.....	22
2.5 Ciri-Ciri Tanah Subur.....	23
2.6 Warna tanah.....	23
2.7 Warna Tanah Standar MSCC (<i>Munsell Soil Color Chart</i>).....	24
2.8 Parameter Kesuburan Tanah: Warna dan Kelembapan	26
2.9 <i>Soil Moisture Sensor</i>	26
2.10 Sensor Warna TCS3200	27

x



2.11 NodeMCU ESP8266 dan <i>Platform Monitoring</i>	27
2.12 <i>Fuzzy</i>	29
2.12.1 <i>Fuzzy mamdani</i>	30
2.12.2 Fuzzifikasi.....	30
2.13 Spreadsheet	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Metode Penelitian	32
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	34
3.4 Spesifikasi Sistem.....	34
3.5 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	40
3.5.1 Perancangan dan Implementasi Mikrokontroler	42
3.5.2 Rangkaian Sensor <i>Soil Moisture</i> dengan Mikrokontroler	42
3.5.3 Rangkaian Sensor Warna TCS3200 dengan Mikrokontroler.....	43
3.5.4 Rangkaian OLED dengan Mikrokontroler	43
3.5.5 Rangkaian Baterai <i>Lithium, Converter</i> dengan Mikrokontroler	44
3.5.6 Rangkaian Keseluruhan dan Implementasi Jaringan	45
3.6 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	45
3.6.1 Perancangan Logika <i>Fuzzy Mamdani</i> Menggunakan MATLAB	47
3.7 Integrasi dengan Google <i>Spreadsheet</i>	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Kalibrasi Sensor.....	51
4.1.1 Kalibrasi Sensor TCS3200.....	51
4.1.2 Kalibrasi Sensor <i>Soil Moisture</i>	52
4.2 Pengujian Sensor Kelembaban di Lapangan	53
4.3 Hasil Pengujian Alat di Lapangan	55
4.4 Implementasi Sistem Deteksi Kesuburan Tanah	56
4.4.1 Alur Kerja Sistem.....	57
4.4.2 Fuzzifikasi <i>Input</i>	57

	Halaman
4.4.3 Fuzzyfikasi <i>Output</i>	59
4.4.4 <i>Rule Base Fuzzy Mamdani</i>	59
4.4.5 Defuzzifikasi	61
4.4.6 Perhitungan Manual <i>Fuzzy</i>	62
4.5 Analisis Pemakaian Daya dan Lama Operasi Alat	64
4.6 Implementasi Monitoring Data melalui <i>Google Spreadsheet</i>	56
4.7 Implementasi <i>Prototype</i> Sistem	66
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	73



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Buku MSCC (Munsell Soil Color Chart)	26
Gambar 2. 2 Soil moisture sensor	27
Gambar 2. 3 Sensor warna TCS3200	28
Gambar 2. 4 NodeMCU ESP8266	29
Gambar 3. 1 diagram alir penelitian	33
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem Secara Umum	41
Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor Soil Moisture dengan Mikrokontroler	43
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Warna TCS3200 dengan Mikrokontroler	43
Gambar 3. 5 Rangkaian OLED dengan Mikrokontroler	44
Gambar 3. 6 Rangkaian Baterai Lithium, Converter dengan Mikrokontroler	44
Gambar 3. 7 Rangkaian Keseluruhan komponen	45
Gambar 3. 8 Diagram alir perancangan perangkat lunak	47
Gambar 4. 1 Fungsi keanggotaan kelembaban tanah pada Matlab	58
Gambar 4. 2 Fungsi keanggotaan warna tanah pada MATLAB	58
Gambar 4. 3 Fungsi keanggotaan output kesuburan tanah pada MATLAB	60
Gambar 4. 4 Fungsi keanggotaan output kesuburan tanah pada MATLAB	61
Gambar 4. 5 Fungsi keanggotaan output kesuburan tanah pada MATLAB	61
Gambar 4. 6 Tampilan OLED	62
Gambar 4. 7 Tampilan <i>Spreadsheet</i>	68
Gambar 4. 8 Prototype Sistem	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2.1 Daftar Penelitian Terkait	19
Table 3.1 Spesifikasi Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah.....	16
Table 3.2 Spesifikasi NodeMcu	17
Table 3.3 Spesifikasi Sensor <i>Soil Moisture</i>	17
Table 3.4 Spesifikasi Sensor TCS3200	18
Table 3.5 Spesifikasi OLED.....	19
Table 3.6 Spesifikasi jumper kabel	20
Table 3.7 Spesifikasi Baterai <i>Lithium-Ion</i>	39
Table 3.8 Penentuan Aturan <i>Fuzzy</i>	48
 Table 4. 1 Kalibrasi Sensor TCS3200 pada Kertas Origami.....	 51
Table 4. 2 Kalibrasi Sensor Soil Moisture	52
Table 4. 3 Data Pengujian Tanah Kategori Kering	54
Table 4. 4 Data Pengujian Tanah Kategori Lembab	54
Table 4. 5 Data Pengujian Tanah Kategori Basah	54
Table 4. 6 Hasil Pengujian Alat TCS3200 Berdasarkan Warna Tanah.....	56
Table 4. 7 Rule Base Fuzzy Mamdani	59
Table 4. 8 Rule Base Fuzzy Mamdani	60
Table 4. 9 Rule Base Fuzzy Mamdani	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kesuburan tanah merupakan salah satu faktor kunci dalam mendukung produktivitas pertanian. Tanah yang subur mengandung nutrisi yang cukup, struktur yang baik, serta kadar air yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Namun, banyak petani masih menggunakan metode konvensional dalam menilai kesuburan tanah, seperti dengan melihat warna secara visual atau meraba kelembapannya. Cara ini tidak hanya kurang akurat, tetapi juga sangat subjektif dan tidak efisien terutama di lahan yang luas [1].

Pengukuran parameter tanah seperti kelembaban dan warna dapat memberikan informasi penting mengenai kesuburan tanah. Kelembaban tanah mempengaruhi ketersediaan air bagi tanaman, sementara warna tanah berhubungan dengan kandungan bahan organik dan mineral yang memengaruhi produktivitas lahan. Pemanfaatan teknologi IoT memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara *real-time* dan akurat, sehingga membantu petani dalam pengambilan keputusan yang tepat terkait pengelolaan lahan [2].

Warna tanah dapat dijadikan indikator tingkat kesuburan karena tanah yang mengandung banyak bahan organik cenderung berwarna lebih gelap. Sebaliknya, kelembaban tanah juga menjadi indikator penting karena memengaruhi ketersediaan air dan nutrisi bagi tanaman [3]. Dengan mengintegrasikan teknologi sensor warna dan kelembaban serta sistem IoT, proses pemantauan kondisi tanah dapat dilakukan secara otomatis, akurat, dan *real-time* [4].

Perkembangan teknologi IoT memungkinkan otomatisasi dan digitalisasi dalam pengumpulan serta pemantauan data lingkungan, termasuk parameter tanah. Sensor kelembaban dan sensor warna dapat digunakan untuk mendeteksi kadar air dan komposisi warna tanah, yang keduanya merupakan indikator penting dalam menilai kesuburan tanah. Namun, pengolahan data sensor secara langsung tidak

selalu menghasilkan keputusan yang tepat, terutama ketika data berada pada kondisi ambang batas atau memiliki ketidakpastian. Untuk mengatasi ketidakpastian tersebut, diperlukan sistem logika yang mampu menangani data input dengan sifat kabur (*fuzzy*). Salah satu metode yang sering digunakan adalah *Fuzzy Inference System* (FIS) tipe *Mamdani*, yang memiliki keunggulan dalam memberikan hasil yang mudah diinterpretasikan dan sesuai untuk sistem klasifikasi berbasis parameter sensor. Metode *Mamdani* dapat mengolah data kelembaban dan warna tanah menjadi kategori seperti “subur”, “cukup subur”, dan “tidak subur” secara fleksibel dan akurat [5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan sensor kelembaban dan warna, yang diolah dengan metode *fuzzy Mamdani* untuk mendapatkan hasil klasifikasi secara *real-time*, akurat, dan objektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem pendeteksi kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan sensor warna dan kelembapan?
2. Bagaimana metode *Fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk mengolah data kelembaban dan warna tanah dalam menentukan tingkat kesuburan tanah?
3. Seberapa akurat sistem yang dikembangkan dalam mengklasifikasikan kesuburan tanah secara *real-time*?

1.3 Tujuan dan manfaat

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dari penelitian ini yang akan di capai, diantaranya:

1. Merancang dan mengembangkan sistem pendeteksi kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan sensor kelembaban dan sensor warna.

2. Menerapkan metode *Fuzzy Mamdani* untuk mengolah data sensor dalam menentukan tingkat kesuburan tanah.
3. Menyediakan informasi kesuburan tanah secara *real-time* dan mudah diakses oleh pengguna melalui *platform* berbasis *spread sheet*. Adapun manfaat dari penelitian ini

Penelitian ini bermanfaat untuk membantu petani memantau kesuburan tanah secara akurat dan *real-time* melalui sensor kelembapan dan warna berbasis IoT. Dengan sistem ini, pengambilan keputusan seperti pemupukan dan penyiraman menjadi lebih tepat. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi untuk pengembangan teknologi pertanian presisi di bidang akademik dan praktis.

1.4 Batasan masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, diberikan batasan masalah yang jelas agar pembahasan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Beberapa ruang lingkup penelitian tersebut diantaranya:

1. Parameter yang digunakan dalam klasifikasi hanya mencakup warna tanah dan kelembapan tanah.
2. Sistem hanya mengklasifikasikan tanah menjadi tiga kategori: subur, cukup subur, dan tidak subur.
3. Pengolahan data sensor dilakukan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* sebagai sistem inferensi.
4. Sistem hanya digunakan untuk pengujian di area lahan terbatas.
5. Komunikasi data dilakukan menggunakan modul NodeMCU ESP8266 dan ditampilkan pada aplikasi IoT sederhana seperti *spreadsheet*.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa sistem (*system engineering*) yang berfokus pada perancangan dan implementasi sistem berbasis IoT untuk

mendeteksi kesuburan tanah. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan eksperimen dan pengembangan *prototipe*, yang terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu:

1. Studi Literatur

Untuk mengkaji teori dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan teknologi IoT, sensor kelembapan tanah, sensor warna, dan parameter kesuburan tanah.

2. Perancangan Sistem

Meliputi desain perangkat keras (*hardware*) yang menggunakan mikrokontroler dan sensor, serta desain perangkat lunak (*software*) untuk akuisisi dan pengiriman data melalui jaringan IoT.

3. Implementasi dan Integrasi

Yakni pembangunan sistem fisik dengan menggunakan sensor kelembapan tanah dan sensor warna (TCS3200), serta pemrograman mikrokontroler (misalnya NodeMCU/ESP8266) untuk mengirim data ke *platform* IoT.

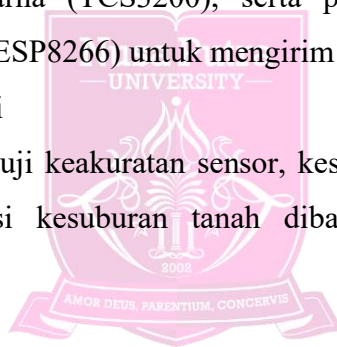
4. Pengujian dan Evaluasi

dilakukan untuk menguji keakuratan sensor, kestabilan pengiriman data, dan validitas hasil deteksi kesuburan tanah dibandingkan dengan hasil uji manual/laboratorium.

5. Analisis Data

digunakan untuk mengevaluasi performa sistem berdasarkan data yang dikumpulkan, dan menilai efektivitas sistem dalam mendeteksi tingkat kesuburan tanah secara digital.

Melalui pendekatan ini, sistem yang dirancang diharapkan dapat memberikan informasi kesuburan tanah secara *real-time*, efisien, dan akurat untuk mendukung kegiatan pertanian berbasis teknologi.



1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi kedalam 5 bab, isi dari setiap bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menyajikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tentang beberapa kajian literatur tentang Sensor warna TCS 3200, sensor kelembapan (*soil moisture sensor*), mikrokontroler NodeMCU ESP8266, *platform monitoring* aplikasi *spreadsheet* dan kajian pustaka berdasarkan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

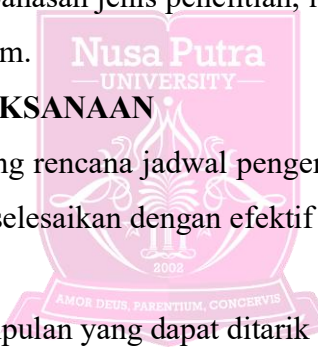
Bab ini berisi Pembahasan jenis penelitian, lokasi penelitian, diagram blok dan perancangan pada sistem.

BAB IV JADWAL PELAKSANAAN

Bab ini berisi tentang rencana jadwal pengerjaan penelitian ini agar dalam proses pengerjaan dapat diselesaikan dengan efektif dan efisien

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil literatur yang telah dipelajari,



BAB V

PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada sistem pendeteksi kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan sensor kelembapan dan sensor warna TCS3200, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan sistem berhasil dilakukan dengan mengintegrasikan *sensor soil moisture* untuk membaca kelembapan tanah dan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna tanah. Data dari kedua sensor diolah menggunakan metode logika *fuzzy Mamdani*, sehingga mampu mengklasifikasikan kesuburan tanah ke dalam tiga kategori: Tidak Subur, Cukup Subur, dan Subur.
2. Pengolahan data *fuzzy Mamdani* menggunakan kombinasi nilai kelembapan (%) dan *hue* warna tanah yang dikonversi ke standar *munsell* mampu memberikan keputusan secara otomatis. Nilai keluaran akhir ditampilkan di layar OLED dan dikirim secara *real-time* ke google *spreadsheet* melalui koneksi Wi-Fi pada NodeMCU ESP8266.
3. Sistem pendeteksi ini kesuburan tanah berbasis IoT yang dirancang menggunakan sensor *soil moisture* dan sensor warna TCS3200 terbukti memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Berdasarkan hasil kalibrasi, *sensor soil moisture* menunjukkan rata-rata error sebesar 1,9% atau akurasi sekitar 98%, sedangkan sensor TCS3200 terbukti konsisten dalam mendeteksi perbedaan warna tanah sebagai indikator kesuburan. Setelah kedua parameter tersebut digabungkan dalam sistem *fuzzy mamdani*, akurasi keseluruhan alat mencapai $\pm 97,5\%$, sehingga dapat dikategorikan sangat baik dan layak diterapkan di lapangan untuk monitoring kesuburan tanah secara *real-time*.

1.2 Saran

1. Kalibrasi berkala pada sensor kelembapan dan sensor warna perlu dilakukan untuk menjaga akurasi pembacaan, terutama jika sistem digunakan dalam jangka panjang di lapangan.
2. Penambahan parameter seperti pH tanah, suhu tanah, dan kandungan unsur hara (NPK) dapat meningkatkan akurasi klasifikasi kesuburan dan memperluas fungsi sistem.
3. Pengembangan perangkat lunak dengan integrasi aplikasi *mobile* atau *dashboard web* interaktif akan mempermudah pemantauan oleh pengguna secara langsung di lapangan.
4. Penggunaan sumber daya terbarukan seperti panel surya atau baterai dengan kapasitas lebih besar dapat meningkatkan mobilitas dan ketahanan sistem dalam penggunaan *outdoor*.
5. Optimasi algoritma *fuzzy Mamdani* atau penggabungan dengan metode *machine learning* dapat menjadi solusi untuk meningkatkan presisi klasifikasi kesuburan pada kondisi tanah yang lebih kompleks.



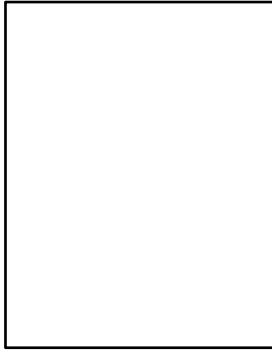
DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rian, “Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah Berbasis IOT,” *Galang Tanjung*, vol. 1, no. 2504, pp. 1–9, 2019.
- [2] Martino D., “Laporan Akhir Lppm Universitas Jambi,” no. November 2020, 2021.
- [3] K. Anwar, D. Syauqy, and H. Fitriyah, “Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi dalam Tanah Berdasarkan Warna dan Kelembapan dengan Menggunakan Metode Naive Bayes,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 9, pp. 2491–2498, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [4] F. M. Iqbal, M. Hikmatyar, and Nasrudin, “Penerapan Internet of Things Pada Sistem Deteksi Kesuburan Tanah,” *Agro Wiralodra*, vol. 6, no. 1, pp. 14–20, 2023, doi: 10.31943/agrowiralodra.v6i1.79.
- [5] P. Febrina Siregar, M. Hannats, H. Ichsan, and S. R. Akbar, “Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Sistem Pendeteksi Kualitas Tanah pada Tanaman Kedelai,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 7, pp. 3251–3259, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [6] D. Firmansyah and I. B. G. Dwidasmara, “Implementasi IoT pada Alat Pendeteksi Kesuburan Tanah Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic,” *Jnatia*, vol. 2, no. 2, pp. 333–337, 2024.
- [7] I. L. Laksono, D. P. Kynta, M. Fadli, and V. Wijaya, “Pemantauan Kelembaban tanah Berbasis IoT Menggunakan Sensor Soil Moisture,” no. January 2025, 2024, doi: 10.35957/algoritme.xxxx.
- [8] M. K. Senapaty, A. Ray, and N. Padhy, “Modelo de recomendación de cultivos y análisis de nutrientes del suelo habilitado por IoT para agricultura de precisión,” *Comput.*, vol. 12, no. 3, 2023, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2073-431X/12/3/61>
- [9] M. Haziq, W. L. Pang, K. Y. Chan, I. E. Lee, G. C. Chung, and S. K. Wong,

- “High-efficiency Low-cost Smart IoT Agriculture Irrigation, Soil’s Fertility and Moisture Controlling System,” *Univers. J. Agric. Res.*, vol. 10, no. 6, pp. 785–793, 2022, doi: 10.13189/ujar.2022.100616.
- [10] D. Yonatan, “Sistem Monitoring Kondisi Dan Deteksi Kematangan Buah Pepino (*Solanum Muricatum*) Berbasis Internet Of Things,” *J. Sos. Teknol.*, vol. 3, no. 10, pp. 836–843, 2023, doi: 10.59188/jurnalsostech.v3i10.953.
- [11] Z. R. Tembusai and B. Armando, “Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Hias Berbasis IoT dengan Sensor pH,” vol. 13, pp. 2030–2035, 2024.
- [12] M. Prastiwi, “Bab I حضخ ٥ ي,” *Galang Tanjung*, no. 2504, pp. 1–9, 2016.
- [13] Mulyono Tri, “Tri Mulyono FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA,” no. March, 2022.
- [14] “Title: Prediction of soil fertility parameters using USB - microscope imagery and portable X - ray fluorescence spectrometry Authors: Shubhadip Dasgupta,” pp. 1–28.
- [15] Orobator, Ugwa, and Ibikunle, “Ethnopedological Analysis of Color as an Indicator of Soil Fertility among Rural Farmers in Ondo State, Nigeria,” no. April, 2020.
- [16] M. Lamsani, R. A. Pangestika, M. Cahyanti, and E. R. Swedia, “Sistem Identifikasi Warna Tanah Munsell Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 Dan Kelembaban Yl-69,” *Sebatik*, vol. 27, no. 1, pp. 379–389, 2023, doi: 10.46984/sebatik.v27i1.2249.
- [17] “Screenshot 2025-06-24 161120 mscc.”
- [18] C. Agustina, N. Kusumarini, and M. L. Rayes, “Pemetaan Kelas Kapabilitas Kesuburan Tanah Sebagai Dasar Identifikasi Permasalahan Dan Strategi Pengelolaan Lahan Sawah,” *J. Tanah dan Sumberd. Lahan*, vol. 9, no. 2, pp. 421–429, 2022, doi: 10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.23.
- [19] F. Mahfud, H. Ardiansyah, and M. R. Aprillya, “Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Dengan Sensor,” *J. Inform. Polinema*, pp. 117–124,

2022.

- [20] Rytech indonesia, “Sensor_Hygrometer_Detection_Humidity,” <https://www.rytechindo.com/index.php/electronic/25-sensor-transducer/176-soil-moisture-sensor-kelembaban-tanah-hygrometer-humidity>.
- [21] M. Bayu, “RANCANG BANGUN PROTOTYPE ALAT SORTIR OTOMATIS BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN SENSOR TCS3200 IoT ESP8266,” 2023.
- [22] Joy-IT, “TCS3200 Color Sensor.” [Online]. Available: www.Manualslib.com
- [23] M. S. Ummah, “Sustainability (Switzerland). 84_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [24] “NodeMCU_PWM_Pins.”
- [25] A. . Rindengan and A. . L. Yohanes, *Sistem Fuzzy*. 2019.
- [26] R. Adolph, “濟無No Title No Title No Title,” pp. 1–23, 2016.
- [27] A. SURYANINGRAT, D. KURNIANTO, and R. A. ROCHMANTO, “Sistem Monitoring Kelembaban Tanaman Cabai Rawit menggunakan Irigasi Tetes Gravitasi berbasis Internet Of Things (IoT),” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 3, p. 568, 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i3.568.

BIODATA MAHASISWA

Nama : M.Farhan
NIM : 20210120071
Konsentrasi : Elektronika
Tempat/Tgl Lahir : Bukittinggi, 29 juni 2001
Alamat : Jl. Raya Cisaat No. 172,
Kec. Cisaat, Kab. Sukabumi, Jawa Barat 43152
No. Telepon : 0851 6290 2961
Email : m.farhan_te21@nusaputra.ac.id
Nama Orang Tua : Hendry
IP Kumulatif : -



Sukabumi 15 agustus 2025

M. Farhan
202101200781