



Sistem Analisa Kondisi Tanah dan Cuaca Berbasis *Internet of Things*

Tugas Akhir

**Oleh:
Amiruddin (3232201077)**

**Program Studi Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Sistem Analisa Kondisi Tanah dan Cuaca Berbasis IoT" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 3 Juli 2024



Amiruddin

NIM: 3232201077

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (AMd.T.)
di
Politeknik Negeri Batam

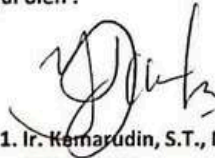
Oleh:
Amiruddin (3232201077)

Tanggal Sidang: 05 Juli 2024

Disetujui oleh :



1. Rahmi Mahdaliza, S. Si., M. Si
NIK: 117195



1. Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM
NIK: 110071



2. Eka Mutia Lubis S. Pd, M. Pd
NIK: 117186

Sistem Analisa Kondisi Tanah dan Cuaca Berbasis *Internet of Things*

Abstrak

Proyek akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat mengukur kondisi dan nutrisi tanah, memberikan rekomendasi kadar pupuk yang tepat bagi tanaman, dan memantau kondisi cuaca sekitar lahan pertanian. Sistem ini terintegrasi dengan *internet of things* sehingga petani dapat melihat data-data hasil pengukuran melalui aplikasi *android* dan *website*. Perancangan sistem ini terdiri dari perancangan mekanikal, perancangan elektrikal, perancangan desain *user interface*, pembuatan program, dan pengujian sistem. Hasil pengujian dari sistem ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik. Sensor-sensor yang digunakan dapat menghasilkan nilai pengukuran dengan persentase nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) <10% dan menghasilkan nilai standar deviasi yang rendah. Selain itu, mikrokontroler dapat mengirim hasil pengukuran sensor-sensor ke *database* dan dapat dilihat secara *real time* melalui aplikasi *android* dan *website* dengan menggunakan koneksi internet. Implementasi logika fuzzy pada sistem ini telah berhasil menampilkan hasil analisa kondisi tanah dan rekomendasi kadar pupuk yang sesuai dengan aturan-aturan yang telah diberikan.

Kata kunci: Pertanian, tanah, cuaca, *internet of thing*.

Internet of Things Based Soil and Weather Condition Analysis System

Abstract

This final project aims to design a system that can measure soil conditions and nutrients, provide recommendations for the right fertilizer levels for plants, and monitor weather conditions around agricultural land. This system is integrated with the internet of things so that farmers can see the measurement data through an android application and website. The design of this system consists of mechanical design, electrical design, user interface design, program creation, and system testing. The test results of this system show that the system can work well. The sensors used can produce measurement values with a mean absolute percentage error (MAPE) of <10% and produce low standard deviation values. In addition, the microcontroller can send the results of sensor measurements to the database and can be viewed in real time through an android application and website using an internet connection. The implementation of fuzzy logic in this system has succeeded in displaying the results of soil condition analysis and fertilizer level recommendations in accordance with the rules that have been given.

Keywords: Agriculture, soil, weather, internet of things.

Kata Pengantar

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Sistem Analisa Kondisi Tanah dan Cuaca Berbasis IoT”. Penulisan laporan ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (Amd. T) dari jenjang Diploma 3, Program Studi Teknik Instrumentasi, Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Batam. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak pada masa perkuliahan saya sampai pada penyusunan ini, sangat sulit bagi saya untuk dapat menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, serta memberikan masukan, saran dan juga arahan hingga akhir.
2. Seluruh dosen dan laboran pada Program Studi Teknik Instrumentasi Politeknik Negeri Batam.
3. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan nasehat, semangat dan motivasi untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
4. Seluruh sahabat, teman se-angkatan, kakak tingkat, dan seluruh teman-teman seperjuangan baik secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam proses pengerjaan proyek akhir.

Dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, penulis menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan dalam penulisan ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penyusunan laporan ini maupun masukan yang telah diberikan dalam bentuk kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan proyek akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Batam, 24 Juni 2024

Amiruddin

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka	4
2.1. Unsur Hara Tanah	4
2.2. Mikrokontroler	4
2.3. Sensor	4
2.3.1. Sensor Kelembaban Tanah	5
2.3.2. Sensor pH Tanah	5
2.3.3. Sensor NPK Tanah	5
2.3.4. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara	5
2.3.5. Sensor Kecepatan Angin	5
2.3.6. Sensor Arah Angin	5
2.3.7. Sensor Hujan	5
2.3.8. Sensor Suhu Tanah	6
2.4. <i>Internet of Things</i>	6
2.5. <i>User Interface</i>	6

2.6. Logika Fuzzy.....	6
Bab 3. Metode Pelaksanaan	8
3.1. Perancangan.....	8
3.1.1. Perancangan Mekanikal	9
3.1.2. Perancangan Elektrikal	9
3.1.3. Perancangan <i>User Interface</i>	9
3.1.4. Pembuatan Program Mikrokontroler	9
3.2. Pengujian.....	10
3.2.1. Pengujian Sensor	10
3.2.2. Pengujian <i>Internet of Things</i>	10
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	11
4.1. Hasil Pengujian Sensor	11
4.1.1. Hasil Pengujian Sensor NPK	11
4.1.2. Hasil Pengujian Sensor pH tanah	12
4.1.3. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah	12
4.1.4. Hasil Pengujian Sensor Suhu Tanah	13
4.1.5. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Udara	14
4.1.6. Hasil Pengujian Sensor Suhu Udara	14
4.2. Hasil Pengujian Sistem <i>Internet of Things</i>	15
4.2.1. Hasil Pengujian Website	15
4.2.2. Hasil pengujian Aplikasi android studio.....	15
4.3 Hasil Implementasi Logika Fuzzy	16
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	17
5.1. Kesimpulan	17
5.2. Saran	17
Daftar Pustaka	18
Biodata	20
Lampiran	21

Daftar Gambar

Gambar 1. *Flowchart* tahapan perancangan 8

Daftar Tabel

Tabel 1. Hasil pengujian sensor NPK untuk nitrogen.....	11
Tabel 2. Hasil pengujian sensor NPK untuk fosfor	11
Tabel 3. Hasil pengujian sensor NPK untuk kalium.....	12
Tabel 4. Hasil pengujian sensor pH tanah	12
Tabel 5. Hasil pengujian sensor kelembaban tanah	13
Tabel 6. Hasil pengujian sensor suhu tanah	13
Tabel 7. Hasil pengujian sensor kelembaban udara	14
Tabel 8. Hasil pengujian sensor suhu udara	14
Tabel 9. Hasil implementasi logika fuzzy NPK.....	16
Tabel 10. Hasil implementasi logika fuzzy kondisi tanah.....	16

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Di Indonesia, sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang memberikan kontribusi besar bagi perekonomian nasional. Iklim tropis dan tanah yang subur membuat Indonesia dapat menghasilkan berbagai komoditas pertanian. Namun, produktivitas pertanian di Indonesia masih jauh dari harapan. Hal tersebut disebabkan oleh kurang optimalnya sumber daya manusia dalam mengolah lahan pertanian [1].

Tanah merupakan salah satu media tanam yang paling umum digunakan pada lahan pertanian. Petani perlu memiliki pengetahuan tentang tanah yang digunakan dan cara pengelolaannya agar dapat menghasilkan panen yang berkualitas. Tanah tidak hanya sebagai media tanam, tetapi tanah juga sebagai penyedia unsur hara yang mendukung pertumbuhan tanaman. Cara mengetahui tanah yang baik dapat dilihat dari kandungan unsur hara, kelembaban, dan pH [2]. Untuk memenuhi kandungan unsur hara tersebut, maka perlu diberikan pupuk yang cukup agar pertumbuhan tanaman dapat tumbuh dengan baik. Namun, tanaman dapat mengalami kegagalan pertumbuhan dan panen jika kelebihan atau kekurangan unsur hara [3].

Kualitas tanah yang baik sangat berpengaruh terhadap hasil panen. Namun, cuaca juga menjadi faktor yang sangat berpengaruh di sektor pertanian. Terdapat tiga hal utama yang berdampak pada pertanian, yaitu 1) perubahan pola hujan, 2) bencana alam seperti banjir dan kekeringan, dan 3) meningkatnya suhu udara dan permukaan air laut [4]. Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan cuaca karena berpengaruh pada pola tanam, waktu tanam, produksi, dan kualitas hasil. Apabila tidak ditangani dengan baik, maka dapat menimbulkan kerugian besar [5].

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang memiliki kaitan dengan proyek akhir ini. Penelitian yang dilakukan oleh Silvia Ratna, dkk dengan judul “Desain dan Implementasi Alat Ukur Unsur Hara Tanah Menggunakan Sensor NPK Berbasis *Wireless Sensor Network* (WNS)” [6]. Pada penelitian tersebut, peneliti membuat alat yang dapat mengukur unsur hara yang ada pada tanaman polybag dan menampilkan hasil pengukurannya pada aplikasi *Thingsboard*. Peneliti memanfaatkan ESP32 sebagai mikrokontroler yang dapat memproses hasil pembacaan sensor, kemudian mengirim hasilnya ke *cloud server Thingsboard*. Sensor yang digunakan adalah sensor NPK yang dapat mengukur unsur hara yang terdiri dari nitrogen, fosfor, dan kalium.

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Brigida Helvia Vien, dkk dengan judul “Sistem Monitoring pH Tanah, Suhu dan Kelembaban Tanah pada Tanaman Jagung Berbasis *Internet of Things* (IoT)” [7]. Pada penelitian ini peneliti membuat alat untuk mengukur pH tanah, suhu dan kelembaban tanah untuk tanaman

jagung yang terintegrasi dengan *internet of things* (IoT). Alat ini menggunakan mikrokontroler WeMos D1 R2 untuk pengolahan data dan pengiriman data ke platform ANTARES. Sensor-sensor yang digunakan terdiri dari sensor *soil moisture* YL-69, sensor pH tanah, dan sensor suhu DS18B20.

Pada penelitian berikutnya, Yuke Violi, dkk melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pemantauan dan Keamanan Stasiun Cuaca Berbasis *ThingsSpeak* (Jaringan Sensor)” [8]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat *monitoring weather station* berbasis IoT dengan parameter yang diuji yaitu suhu dan kelembaban, intensitas cahaya, kecepatan angin, tekanan udara, arah angin, curah hujan dan energi matahari dengan menggunakan module GSM SIM900A sebagai komunikasi data dari *weather station* ke platform IoT.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis merancang sebuah sistem yang berjudul “Sistem Analisa Kondisi Tanah dan Cuaca berbasis *Internet of Things*”. Sistem ini dapat mendeteksi kondisi dan nutrisi tanah, serta kondisi cuaca pada sekitar lahan. Sistem ini memiliki *user interface* berupa aplikasi *android* dan *website* yang dapat digunakan dengan mudah. Hasil pengukuran sensor-sensor akan dikirim ke *database* dan akan ditampilkan pada aplikasi *android* dan *website* secara *real time*. Selain itu, sistem ini akan menampilkan hasil analisa kondisi tanah dan rekomendasi kadar pupuk pada tampilan *website* dan aplikasi *android*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada proyek akhir ini sebagai berikut.

1. Bagaimana cara merancang sistem yang dapat mengukur dan memberikan informasi kondisi dan nutrisi tanah, serta kondisi cuaca pada sekitar lahan pertanian?
2. Bagaimana cara merancang sistem yang dapat menganalisa kondisi tanah dan memberikan rekomendasi kadar pupuk?
3. Bagaimana cara mengintegrasikan *internet of things* pada sistem yang akan dirancang?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem yang dapat mengukur dan memberikan informasi kondisi dan nutrisi tanah, serta kondisi cuaca pada sekitar lahan pertanian.
2. Merancang sistem yang dapat menganalisa kondisi tanah dan memberikan rekomendasi kadar pupuk.
3. Mengintegrasikan *internet of things* pada sistem yang akan dirancang.

1.4. Manfaat

1. Dapat membantu pengguna khususnya petani agar dapat lebih optimal dalam pengelolaan lahan pertanian.
2. Memudahkan petani dalam melakukan pengecekan nutrisi dan kondisi tanah yang layak saat hendak melakukan penanaman.
3. Membantu petani dalam mengakses informasi cuaca pada sekitar lahan agar dapat mengambil langkah yang tepat saat hendak bertani.

1.5. Batasan

Adapun batasan masalah dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran kondisi cuaca hanya dapat dilihat melalui *website* atau aplikasi *android* apabila terhubung dengan koneksi internet.
2. Sensor kecepatan angin dan arah tidak memiliki alat kalibrator sehingga nilai pengukurannya masih belum akurat.
3. Rekomendasi pupuk NPK hanya ditampilkan dalam satuan mg per kg tanah.
4. Penggunaan energi panel surya pada alat pemantau cuaca belum memiliki perhitungan penggunaan daya, sehingga panel surya belum tentu bisa digunakan secara berkepanjangan.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Unsur Hara Tanah

Unsur hara adalah unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Jika tanaman mendapatkan unsur hara yang sedikit maka pertumbuhan pada tanaman akan terganggu. Unsur hara terbagi menjadi dua, yaitu unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro diperlukan oleh tanaman dalam jumlah besar. Sedangkan unsur hara mikro diperlukan oleh tanaman dalam jumlah relatif kecil. Unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman adalah Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Nitrogen berperan dalam pembentukan protein dan klorofil 3 sehingga sangat penting untuk pertumbuhan daun dan akar. Fosfor berperan dalam pertumbuhan akar dan pembentukan energi serta pembentukan DNA dan RNA. Kalium berperan dalam pembentukan protein dan pigmen serta meningkatkan kekerasan dinding sel dan resistensi terhadap penyakit [9].

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan salah satu sistem digital yang terdiri dari rangkaian terintegrasi (IC). Mikrokontroler berbeda dengan mikroprosesor, di mana pada mikrokontroler terdapat komponen pendukung seperti memori, port masukan dan keluaran, pengubah sinyal analog ke digital ataupun sebaliknya, dan juga terdapat serial komunikasi. Mikrokontroler tentunya membutuhkan energi listrik yang dapat dihubungkan melalui kabel USB ataupun dihubungkan langsung pada port tertentu. ESP32 merupakan mikrokontroler utama yang digunakan pada proyek akhir ini. ESP32 adalah mikrokontroler penerus dari ESP8266 yang dikenalkan oleh Espressif System. Mikrokontroler ini mempunyai *processor dual core* 32 bit, menggunakan protokol WiFi jaringan 802.11 b/g/n, dengan frekuensi 2,4 GHz. ESP32 merupakan modul perangkat elektronik yang dapat diprogram melalui *software* Arduino IDE dan dikirim melalui port serial [10].

2.3. Sensor

Sensor merupakan suatu komponen elektronika yang dapat mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi, dan arus listrik. Sensor berfungsi untuk mendeteksi sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi mekanik, dan sebagainya. Berikut adalah sensor-sensor yang digunakan pada proyek akhir ini.

2.3.1. Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban merupakan sensor yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban [11].

2.3.2. Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah pada alat ini digunakan untuk mengukur tingkat keasaman dan kebasahan tanah. Sensor ini dapat membaca pH di kisaran 3,5 – 8,0. Sensor ini dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler [12].

2.3.3. Sensor NPK Tanah

Sensor NPK digunakan untuk mendeteksi kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang ada di dalam tanah. Probe baja tahan karat dari sensor NPK tanah dapat dikubur di dalam tanah untuk waktu yang lama dan tahan terhadap elektrolisis jangka panjang, garam, dan korosi alkali [13].

2.3.4. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara

Sensor DHT merupakan sensor yang dapat mendeteksi dua parameter, yaitu suhu dan kelembaban. Sensor ini memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Sensor ini memiliki 3 pin yang terdiri dari VCC, Ground, dan Data [14].

2.3.5. Sensor Kecepatan Angin

Sensor anemometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Cup anemometer menggunakan tiga cangkir berbentuk setengah bola yang dipasang pada sebuah sumbu horizontal. Ketika angin 4 menerpa cangkir, maka sumbu akan berputar dan frekuensi putarannya akan diukur dan dikonversi menjadi kecepatan angin [15].

2.3.6. Sensor Arah Angin

Pengukuran arah angin dilakukan menggunakan sensor hall effect yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi arah angin. Jika arah angin utara, sensor akan mengirim data ke mikrokontroler lalu data tersebut akan diproses dan dapat dilihat oleh pengguna [16].

2.3.7. Sensor Hujan

Sensor hujan atau rain drop sensor digunakan untuk mendeteksi hujan. Sensor ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu sensor board dan modul (driver). Sensor ini memiliki pin output analog yang berfungsi sebagai output hasil

pembacaan. Prinsip kerja dari sensor hujan adalah saat air hujan mengenai sensor board maka akan menyebabkan nilai hambatan tinggi sehingga output tegangan akan turun. Jika terkena sedikit air hujan maka nilai output tegangan akan tinggi [17].

2.3.8. Sensor Suhu Tanah

Pengukuran suhu tanah pada proyek ini menggunakan sensor DS18B20. Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu kemudian mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik. Sensor ini memiliki keluaran digital sehingga dalam pengaplikasiannya tidak diperlukan rangkaian ADC. Sensor ini menyediakan pembacaan data suhu antara 9 hingga 12 bit. Pembacaan data suhu sensor DS18B20 menggunakan protokol 1 *wire communication*. Setiap sensor DS18B20 berisi nomor seri silikon yang unik, beberapa DS18B20 dapat ada di bus 1 *wire* yang sama. Sehingga sensor DS18B20 memungkinkan untuk ditempatkan di banyak tempat dengan lokasi yang berbeda [18].

2.4. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep mengenai perangkat yang memiliki kemampuan untuk saling berkomunikasi dengan perangkat lain menggunakan jaringan tanpa perlu campur tangan manusia. Konsep IoT mengacu pada 3 elemen utama yaitu perangkat dalam bentuk fisik yang dilengkapi dengan modul IoT, perangkat yang digunakan untuk melakukan koneksi ke internet seperti modem, dan Cloud Data Center sebagai tempat penyimpanan website dan database [19].

2.5. User Interface

User interface merupakan bagian dari sebuah sistem yang berfungsi untuk berinteraksi langsung dengan pengguna. *User interface* berupa serangkaian tampilan grafis yang dapat dijalankan oleh seorang pengguna dan diprogram sedemikian rupa sehingga dapat terbaca oleh sistem operasi komputer dan beroperasi sebagai mestinya. Sistem ini menggunakan *user interface* yang terdiri dari aplikasi android dan tampilan website [20].

2.6. Logika Fuzzy

Logika fuzzy diciptakan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh. Logika fuzzy merupakan nilai yang memiliki kesamaran antara benar dan salah. Berbeda dengan logika fuzzy, logika biner dapat dinyatakan dengan dua kemungkinan, yaitu “Ya” atau “Tidak”, “Benar” atau “Salah”, “Baik” atau “Buruk”, dan sebagainya. Dalam logika fuzzy, semua ini dapat memiliki nilai keanggotaan 0 atau 1. Artinya, suatu keadaan dapat memiliki dua nilai “Ya” dan “Tidak”, “Benar” dan

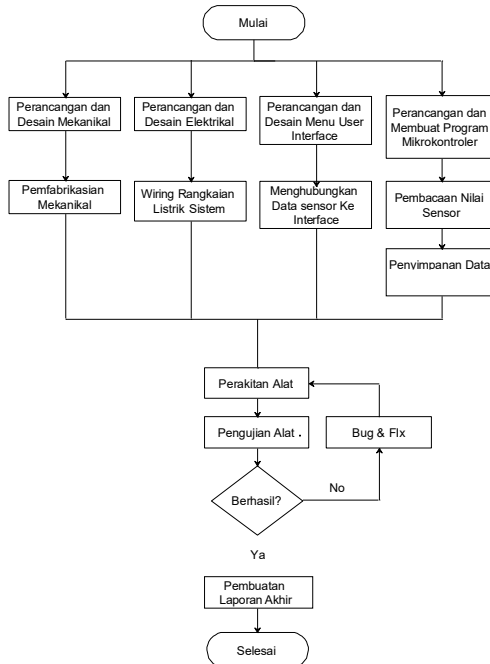
“Salah”, “Baik” dan “Buruk” secara bersamaa, namun nilainya tergantung bobot keanggotaan yang dimiliki. Proses pembuatan sistem fuzzy memiliki beberapa tahapan proses, mulai dari fuzzifikasi hingga defuzzifikasi. Dalam pembuatan sistem fuzzy terdapat tiga bagian penting, yaitu sebagai berikut.

1. Fuzzifikasi, yaitu tahap mengubah input *crisp* menjadi variable linguistik.
2. Inferensi (aturan dasar), yaitu tahap proses untuk mendapatkan *rule set* yang dibuat.
3. Defuzzifikasi, yaitu tahap akhir dari proses pembuatan sistem fuzzy. Proses ini merupakan proses perubahan nilai input yang telah dimasukkan ke dalam himpunan-himpunan fuzzy untuk mendapatkan kembali nilai tegasnya (*crisp*) [21].

Bab 3. Metode Pelaksanaan

3.1. Perancangan

Tahapan pelaksanaan proyek diuraikan pada Gambar 1 yang menjelaskan secara umum urutan pelaksanaan kegiatan proyek akhir.



Gambar 1. Flowchart tahapan perancangan

Perancangan sistem terdiri dari perancangan mekanikal, Elektrikal, Interface, dan membuat program yang akan ditanamkan ke dalam mikrokontroler. Pada perancangan mekanikal meliputi pembuatan desain, tata letak komponen, dan pembuatan desain 3D. Pada perancangan elektrikal meliputi perancangan desain pcb, peletakan komponen, penggunaan daya pada alat, serta pembuatan PCB. Pada Perancangan Interface, Interface dirancang atas 6 halaman yang dapat diakses pada LCD dengan menekan keypad pada multimeter serta juga dapat di akses dan ditampilkan pada Aplikasi Mobile dan juga website. Terakhir, Perancangan *code* program meliputi pembuatan fitur data, pembuatan

aplikasi, pengolahan data dan program untuk menghubungkan komponen pada mikrokontroler agar bisa bekerja dengan semestinya

3.1.1. Perancangan Mekanikal

Mekanikal pada proyek ini dirancang menggunakan aplikasi SolidWork. Desain yang dihasilkan berupa 3D. Desain yang dibuat terdiri dari alat pengukur NPK tanah dan alat pemantau kondisi cuaca. Alat pengukur NPK tanah yang telah didesain pada SolidWork kemudian dicetak di salah satu perusahaan dengan berbahan ABS . Alat pemantau kondisi cuaca yang telah didesain kemudian dibuat menggunakan besi hollow dan menggunakan panel box. Desain mekanikal dibuat untuk melindungi komponen elektrik terhadap gangguan dari luar.

3.1.2. Perancangan Elektrikal

Sistem ini menggunakan beberapa komponen yang berfungsi sebagai *input*, proses, dan *output*. Komponen *input* pada sistem ini terdiri dari sensor NPK, sensor YL-69, sensor pH tanah, sensor DS18B20, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, sensor hujan, dan sensor DHT22. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi untuk memproses hasil pengukuran sensor. Alat pengukur NPK tanah menggunakan LCD yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran. Alat pemantau kondisi cuaca tidak terdapat LCD karena hasil pengukurannya akan langsung dikirim ke *database* oleh ESP32. Sumber energi pada sistem ini bersumber dari baterai yang dapat diisi ulang dan panel surya.

3.1.3. Perancangan User Interface

Sistem ini menggunakan *user interface* yang terdiri dari *website* dan aplikasi *android*. Aplikasi *android* dirancang menggunakan aplikasi android studio dengan menggunakan bahasa program seperti javascript dan xml, sedangkan *website* dirancang menggunakan aplikasi visual studio dengan bahasa program yang terdiri dari javascript, css, dan php. *User interface* dirancang agar memudahkan petani dalam melihat hasil pengukuran sensor-sensor dan melihat hasil analisa kondisi tanah, serta melihat rekomendasi kadar pupuk.

3.1.4. Pembuatan Program Mikrokontroler

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dapat diprogram pada aplikasi Arduino IDE. Sensor-sensor yang digunakan akan diprogram agar dapat digunakan untuk pengukuran. Integrasi *internet of things* juga akan diprogram pada ESP32 agar dapat mengirimkan data-data sensor ke *database*. ESP32 juga akan diprogram agar dapat menghasilkan hasil analisa kondisi tanah dan rekomendasi kadar pupuk.

3.2. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek yang dilakukan terhadap tujuan awal yang telah direncanakan. Sistem yang telah dirancang, kemudian dilakukan pengujian secara satu maupun secara keseluruhan.

3.2.1. Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan kinerja dan akurasi sensor dalam sistem yang telah dirancang. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengukur sejauh mana sensor dapat memberikan data yang akurat dan andal sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tahapan pengujian sensor meliputi:

1. Menghubungkan sensor ke mikrokontroller, software pemrograman, multimeter, dan bahan uji yang sesuai.
2. Melakukan kalibrasi sensor sesuai panduan pabrik dengan mengukur nilai dalam kondisi referensi (misalnya, tanah kering dan basah).
3. Membuat program sederhana untuk membaca data dari sensor dan verifikasi output sesuai kondisi aktual.
4. Menguji sensor dalam berbagai kondisi relevan dan bandingkan hasil dengan nilai referensi untuk menilai akurasi.
5. Melakukan pengujian berulang dalam kondisi yang sama untuk memastikan konsistensi hasil sensor.
6. Menevaluasi hasil pengukuran sensor dengan menghitung nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) dan standar deviasinya. Nilai MAPE dihitung untuk menentukan tingkat keakuratan sensor dan nilai standar deviasi dihitung untuk menentukan tingkat kepresisian sensor.

3.2.2. Pengujian *Internet of Things*

Tahap pengujian berikutnya yaitu melakukan pengujian pada sistem *Internet of Things* (IoT). Pengujian bertujuan agar *Internet of Things* pada sistem dapat terintegrasi dengan baik, sehingga pengguna dapat melihat data-data pengukuran yang ditampilkan pada aplikasi mobile dan *website*. Tahapan pengujian sistem IoT meliputi

1. Memastikan semua perangkat IoT terhubung dengan benar ke jaringan dan sistem pusat pengolahan data.
2. Menguji transfer data dari sensor ke platform IoT untuk memastikan data diterima secara real-time tanpa kehilangan.
3. Memverifikasi bahwa sistem merespons perintah dan perubahan kondisi sensor dengan cepat dan akurat.
4. Menguji stabilitas koneksi jaringan dalam berbagai kondisi untuk memastikan tidak ada gangguan yang mempengaruhi kinerja sistem.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Sensor

4.1.1. Hasil Pengujian Sensor NPK

Tabel 1 merupakan hasil pengujian sensor NPK untuk parameter N. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan 5 sampel yang berbeda. Berdasarkan data pada tabel 1, hasil pengujian sensor memiliki nilai MAPE \leq 2,82%. Nilai standar deviasi yang dihasilkan bernilai \leq 7,97.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor NPK untuk nitrogen

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	MAPE (%)	Standar Deviasi
1	124	2,82	3,82
2	183	1,86	3,42
3	236	2,15	5,86
4	307	1,73	6,65
5	365	1,83	7,97

Tabel 2 merupakan hasil pengujian sensor NPK untuk parameter P. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan 5 sampel yang berbeda. Berdasarkan data pada tabel 2, hasil pengujian sensor memiliki nilai MAPE \leq 2,50%. Nilai standar deviasi yang dihasilkan bernilai \leq 8,28.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor NPK untuk fosfor

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	MAPE (%)	Standar Deviasi
1	168	2,21	4,18
2	241	2,50	6,71
3	296	2,16	7,48
4	347	2,04	8,28
5	405	1,97	9,72

Tabel 3 merupakan hasil pengujian sensor NPK untuk parameter K. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan 5 sampel yang berbeda. Berdasarkan data pada tabel 3, hasil pengujian sensor memiliki nilai MAPE \leq 2,51%. Nilai standar deviasi yang dihasilkan bernilai \leq 9,54. Hasil pengujian sensor NPK secara rinci terlampir pada bagian lampiran.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor NPK untuk kalium

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	MAPE (%)	Standar Deviasi
1	224	2,51	6,35
2	286	2,00	6,66
3	345	2,42	9,54
4	389	1,49	7,15
5	468	1,42	7,70

4.1.2. Hasil Pengujian Sensor pH tanah

Sensor pH tanah dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan menggunakan 5 sampel yang berbeda. Setelah hasil pengukuran didapatkan, masing-masing hasil pengukuran sensor pH dihitung untuk mengetahui nilai persentase *error*-nya. Kemudian, data-data tersebut diolah untuk mengetahui nilai MAPE. Berdasarkan data pada tabel 4, diketahui bahwa nilai MAPE yang didapatkan berkisar antara 1,36% hingga 6,51%. Selanjutnya data-data pengukuran yang didapatkan diolah untuk mencari nilai standar deviasinya. Nilai deviasi yang didapatkan berkisar antara 0,04 hingga 0,13. Hasil pengujian sensor pH tanah secara rinci terlampir pada bagian lampiran.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor pH tanah

No	Nilai Kalibrator (pH)	MAPE (%)	Standar Deviasi
1	2,45	6,51	0,04
2	3,6	3,40	0,05
3	5,7	4,55	0,06
4	8,3	4,52	0,12
5	11,3	1,36	0,13

4.1.3. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan sebanyak 10 kali dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan nilai alat ukur *soil tester meter*. Setelah data-data didapatkan, kemudian mencari nilai persentase *error*. Setelah nilai *error* dari masing-masing data didapatkan, kemudian mencari nilai MAPE, dan terakhir mencari nilai standar deviasinya. Berdasarkan data pada tabel 5, nilai MAPE yang didapatkan sebesar 4,06% dan nilai standar deviasinya sebesar 16,63.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor kelembaban tanah

No	Soil Tester Meter (%)	Nilai Sensor (%)	Error (%)
1	14,1	13,16	6,67
2	18,6	19,12	2,80
3	24,6	26,14	6,26
4	27,4	25,87	5,58
5	31,9	33,72	5,71
6	33,1	32,77	1,00
7	42,2	43,88	3,98
8	49,1	48,19	1,85
9	58,3	56,24	3,53
10	67,3	65,13	3,22
MAPE (%)			4,06
Standar Deviasi			16,63

4.1.4. Hasil Pengujian Sensor Suhu Tanah

Pengujian sensor suhu tanah dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian sensor dibandingkan dengan nilai alat ukur sebenarnya. Setelah data-data pengukuran didapatkan, kemudian mencari nilai persentase *error*. Setelah didapatkan persentase *error*, kemudian mencari nilai MAPE dan standar deviasinya. Berdasarkan data pada tabel 6, nilai MAPE yang didapatkan sebesar 4,05% dan nilai standar deviasinya sebesar 4,83.

Tabel 6. Hasil pengujian sensor suhu tanah

No	Soil Tester Meter (%)	Nilai Sensor (%)	Error (%)
1	21,6	21,96	1,67
2	23,1	21,77	5,76
3	25,2	23,88	5,24
4	26,1	27,16	4,06
5	27,1	28,19	4,02
6	28,3	26,94	4,81
7	28,4	26,87	5,39
8	31,9	32,72	2,57
9	32,3	33,13	2,57
10	34,6	36,14	4,45
MAPE (%)			4,05
Standar Deviasi			4,83

4.1.5. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Udara

Sensor kelembaban udara dilakukan pengujian dengan mengambil data sebanyak 10 data. Setelah data pengukuran didapatkan, kemudian menghitung nilai persentase *error*, MAPE, dan standar deviasinya. Berdasarkan data pada tabel 7, sensor kelembaban udara memiliki nilai MAPE sebesar 3,07% dan dengan standar deviasinya sebesar 8,03.

Tabel 7. Hasil pengujian sensor kelembaban udara

No	Kalibrator Kelembaban (%)	Nilai Sensor (%)	<i>Error</i> (%)
1	38	36,9	2,89
2	40	41,5	3,75
3	43	42,1	2,09
4	45	43,35	3,67
5	48	46,9	2,29
6	50	51,75	3,50
7	53	51,35	3,11
8	55	56,5	2,73
9	58	56,2	3,10
10	60	62,15	3,58
MAPE (%)			3,07
Standar Deviasi			8,03

4.1.6. Hasil Pengujian Sensor Suhu Udara

Pengujian sensor suhu udara dilakukan dengan mengambil data sebanyak 10 data. Setelah pengambilan data, kemudian menghitung nilai persentase *error*. Berdasarkan data pada tabel 8, sensor suhu udara memiliki nilai MAPE sebesar 4,81% dan nilai standar deviasinya sebesar 6,71.

Tabel 8. Hasil pengujian sensor suhu udara

No	Kalibrator Suhu (°C)	Nilai Sensor (°C)	<i>Error</i> (%)
1	22	20,19	8,23
2	24	23,33	2,79
3	26	25,28	2,77
4	28	26,15	6,61
5	30	29,1	3,00
6	32	29,45	7,97
7	34	32,37	4,79

8	36	34,5	4,17
9	38	37,15	2,24
10	40	42,23	5,57
MAPE (%)			4,81
Standar Deviasi			6,71

4.2. Hasil Pengujian Sistem *Internet of Things*

4.2.1. Hasil Pengujian Website

Website merupakan tampilan interface yang digunakan pada proyek ini. Website memiliki tampilan berupa grafik hasil pembacaan sensor-sensor yang digunakan. Setelah dilakukan pengujian, tampilan website yang dirancang dapat menampilkan hasil pembacaan sensor secara *realtime*. Data-data yang ditampilkan pada website dapat terbaca sesuai dengan data-data yang masuk ke *database*. Website yang dirancang juga telah dapat menyimpan data yang dapat diunduh dalam format tertentu atau dilihat secara langsung pada website.

4.2.2. Hasil pengujian Aplikasi android studio

Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan analisis kebutuhan pengguna untuk menentukan fungsionalitas dan non-fungsionalitas aplikasi. Tahap desain melibatkan desain arsitektur aplikasi, desain database, dan desain antarmuka pengguna. Implementasi dilakukan dengan mengkode aplikasi menggunakan bahasa pemrograman Java dan XML. Pengujian dilakukan untuk memastikan aplikasi berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap terakhir adalah pemeliharaan, yang mencakup perbaikan bug dan penambahan fitur baru.

Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi Android Studio yang telah dikembangkan mampu bekerja dengan sistem, mulai dari mengirim hingga menerima data. Aplikasi ini memiliki beberapa fitur utama, yaitu fitur input data yang memungkinkan pengguna memasukkan data melalui formulir yang disediakan, fitur pengolahan data yang mengolah dan menyimpan data dalam database dan fitur tampilan data yang memungkinkan pengguna melihat data yang telah diolah

Aplikasi Android Studio yang telah dikembangkan memiliki beberapa keunggulan, yaitu mudah digunakan karena memiliki antarmuka pengguna yang sederhana dan mudah dipahami, mengolah data dengan cepat, serta fleksibel karena dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Namun, aplikasi ini juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu memerlukan koneksi internet untuk mengirim dan menerima data serta memerlukan perangkat keras yang mumpuni untuk menjalankan dengan lancar.

4.3 Hasil Implementasi Logika Fuzzy

Tabel 9 merupakan hasil implementasi logika fuzzy NPK pada sistem ini. Masukan logika fuzzy berupa hasil pembacaan sensor NPK yang diproses dengan menggunakan metode logika fuzzy. Sensor NPK memiliki tiga pembacaan yang terdiri dari nitrogen, fosfor, dan kalium. Hasil pembacaan tersebut diubah menjadi algoritma fuzzy yang memiliki keluaran berupa rekomendasi-rekomendasi NPK pada tanah.

Tabel 9. Hasil implementasi logika fuzzy NPK

Nitrogen (mg/kg)	Fosfor (mg/kg)	Kalium (mg/kg)	Rekomendasi Nitrogen (mg/kg)	Rekomendasi Fosfor (mg/kg)	Rekomendasi Kalium (mg/kg)
120,24	161,54	225,7	250	32,56	141,05
128,79	169,13	215,85	250	32,56	200
185,58	234,26	285,63	250	32,56	115,07
366,33	406,03	464,03	105,08	32,56	115,07
377,85	390,18	465,78	105,08	32,56	115,07

Tabel 10 merupakan hasil pengujian dari logika fuzzy untuk menentukan kondisi tanah pada lahan pertanian. Logika fuzzy pada tabel 10 memiliki dua masukan yang terdiri dari pH tanah dan kelembaban tanah. Masukan tersebut kemudian diproses dengan menggunakan metode fuzzy. Hasil akhir dari proses logika fuzzy tersebut berupa kondisi tanah yang terdiri dari “baik”, “kurang baik”, dan “buruk”.

Tabel 10. Hasil implementasi logika fuzzy kondisi tanah

pH Tanah	Kelembaban Tanah (%)	Kondisi Tanah
6,2	48,4	Baik
6,7	68,6	Kurang baik
6,65	46,8	Baik
6,11	68,2	Kurang baik
6,93	73,1	Kurang baik

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diulas pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dapat mengukur kondisi dan nutrisi tanah, serta kondisi cuaca telah berhasil 95% dirancang, 5% akan dilakukan pergantian casing. Sensor-sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi dan presisi yang baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian keseluruhan sensor yang memiliki nilai MAPE <10%. Sensor NPK, sensor pH tanah, sensor suhu tanah, serta sensor suhu dan kelembaban udara memiliki standar deviasi sebesar < 10. Sensor kelembaban tanah memiliki standar deviasi sebesar 16,63. Akan tetapi, sensor kecepatan angin dan arah angin belum teruji keakuratannya karena tidak adanya alat kalibrator. Implementasi logika fuzzy pada sistem telah berhasil 100% diimplementasikan pada sistem. Sistem berhasil menampilkan hasil analisa kondisi tanah dan rekomendasi kadar pupuk sesuai dengan aturan-aturan yang telah diberikan. Kemudian fitur *Internet of things* pada sistem dapat bekerja dengan tingkat keberhasilan 100%. Mikrokontroler berhasil mengirim data-data ke database. Aplikasi *android* dan *website* telah selesai 100% dirancang. Aplikasi *android* dan *website* berhasil mengambil data-data yang tersimpan dalam *database* dan dapat menampilkannya secara *real time*.

5.2. Saran

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah disampaikan, penulis dapat memberikan saran kepada pembaca. Saran tersebut sebagaimana berikut:



1. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran, disarankan untuk menggunakan alat ukur pembanding yang lebih presisi selama pengujian sensor. Hal ini akan membantu dalam kalibrasi dan validasi hasil pengukuran dari setiap sensor.
2. Sensor kecepatan angin dan arah angin sebaiknya memiliki alat kalibrator sehingga dapat dikalibrasi dan dapat menghasilkan pengukuran yang akurat.
3. Mengingat aplikasi ini bergantung pada koneksi internet, disarankan untuk memastikan akses internet yang stabil dan andal.
4. Rekomendasi pupuk sebaiknya dapat dikembangkan lebih lanjut agar dapat memberikan rekomendasi pupuk sesuai dengan lahan yang tersedia.
5. Menambahkan perhitungan penggunaan daya panel surya agar dapat digunakan secara berkepanjangan.

Daftar Pustaka

- [1] R. Rahmaddi and R. N. Rohmah, "Sistem Keamanan dan Pengairan Ladang Pertanian Berbasis IOT," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 126–134, 2021.
- [2] A. Sari Dewi, D. Darlis, and R. Ardianto Primadhi, "Rancang Bangun Agriculture Node Untuk Monitoring Kualitas Tanah Berbasis Lora AS923-2 Guna Mendukung Penelitian Integrated Smart Farming Di Laboratorium Inacos Universitas Telkom," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 220–231, 2023.
- [3] C. H. As'ari, D. N. Ramadan, and T. N. Damayanti, "Perancangan dan realisasi sistem monitoring unsur hara dan kelembaban tanah menggunakan Raspberry P1," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 94–110, 2022.
- [4] P. Y. Utami, A. Abdullah, S. A. Hudjimartsu, A. Wicaksono, and T. A. Viona, "Pengembangan Sistem Informasi Kesesuaian Lahan Tanaman Pangan Berdasarkan Faktor Cuaca Berbasis Website," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 284–301, 2023.
- [5] H. SOY and Y. DILAY, "A Conceptual Design of LoRa based Weather Monitoring System for Smart Farming," *Eur. J. Sci. Technol.*, no. 28, pp. 906–910, 2021.
- [6] S. Ratna, Arafat, and Wagino, "Desain Dan Implementasi Alat Ukur Unsur Hara Tanah Menggunakan Sensor Npk Berbasis Wireless Sensor Network (Wsn)," *Technol. J. Ilm.*, vol. 14, no. 4, pp. 466–471, 2023.
- [7] B. H. Vien, F. Hadary, and E. Yurisinthae, "Sistem Monitoring pH Tanah, Suhu dan Kelembaban Tanah pada Tanaman Jagung Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Electr. Eng. Energy, Inf. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [8] Y. Violi, A. Rusdinar, and D. Darlis, "Sistem Pemantauan Dan Keamanan Stasiun Cuaca Berbasis ThingSpeak (Jaringan Sensor)," *E-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 4068–4074, 2023.
- [9] F. Nazif *et al.*, "Pemantauan Dan Notifikasi Kondisi Tanah Pada Tanaman Menggunakan Platform Iot," *e-Proceedings Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 3991–4001, 2023.
- [10] T. D. Hakim, A. Rizqi, N. Ashshidiq, F. Teknik, U. Krisnadwipayana, and S. Ultrasonik, "Rancang Bangun Sistem Kendali Ketinggian Level Air Pada Groundtank Berbasis Esp32," *J. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 69–79, 2024.
- [11] F. Yusran, D. N. Ramadan, and ..., "Sistem Monitoring pH Tanah dan Penyiraman Otomatis Tanaman Cerdas Berbasis IoT Mikrokontroler pada Bonsai Berjenis Santigi," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 316–323, 2023.

- [12] A. Mujahid, M. Jannah, Salahuddin, and Taufiq, "Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor pH Tanah dan Sensor Kelembaban," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 9, no. 2, pp. 5–9, 2023.
- [13] R. Rustan, F. Dwi Ramadhan, M. F. Afrianto, L. Handayani, A. Puji Lestari, and F. Manin, "Perancangan Alat Pengukur Kadar Unsur Hara Npk Pupuk Kompos," *J. Online Phys.*, vol. 8, no. 1, pp. 55–60, 2022.
- [14] A. Askan, M. Ali, K. Kadaryono, and M. Muhlasin, "Optimasi Sistem Kontrol Mesin Penetas Telur Menggunakan Sensor Suhu dan Kelembaban Udara," *J. FORTECH*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [15] R. Wicaksono, J. D. Irawan, and S. A. Wibowo, "Sistem Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda Berbasis Iot," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 4, pp. 2103–2112, 2023.
- [16] H. N. Kusman, A. Rusdinar, and D. Darlis, "Sistem Monitoring Weather Station Pada Pertanian Berbasis Iot," *e-Proceedings Eng.*, vol. 9, no. 5, pp. 2468–2480, 2022.
- [17] Nur Akhlis Sarihidaya Laksana and Akhlis Rahman Sari Nurhidayat, "Desain, Fabrikasi dan Analisis Konsumsi Energi Wiper Otomatis Model Single Lever System untuk mobil listrik jenis City Car," *J. APTEK*, vol. 14, no. 1, pp. 6–12, 2022.
- [18] I. Novianto, M. Hudha, and A. Octora Pristisahida, "Implementasi IoT pada Monitoring Suhu dan Kelembaban Media Budidaya Maggot Berbasis Wemos D1 Mini," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 9, pp. 3115–3126, 2022.
- [19] S. Firdaus, T. Rismawan, and U. Ristian, "Sistem Manajemen Pengairan Pada Budidaya Tanaman Anggur Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, pp. 907–916, 2023.
- [20] R. F. A. Aziza and Y. T. Hidayat, "Analisa Usability Desain User Interface Pada Website Tokopedia Menggunakan Metode Heuristics Evaluation," *J. Tekno Kompak*, vol. 13, no. 1, p. 7, 2019.
- [21] M. S. S. Virdaus and E. Ihsanto, "Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Kualitas Udara Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Wemos," *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 22, 2021.

Biodata

	<p>Nama TTL Agama Alamat</p> <p>Email Riwayat Pendidikan</p>	<p>: Muhammad Zidane : Dumai, 12 Mei 2003 : Islam : Taman Hang Tuah Blok B5 No. 27</p> <p>: muhzidane56@gmail.com SMA/SMK : SMA Negeri 20 Batam SMP : SMP Negeri 12 Batam</p>
	<p>Nama TTL Agama Alamat Email Riwayat Pendidikan</p>	<p>: Amiruddin : Dabo Singkep, 26 Januari 2004 : Islam : Asrama Politeknik Negeri Batam : amiruddinarul62@gmail.com SMA/SMK : SMK Negeri 1 Singkep SMP : SMP Negeri 2 Singkep</p>

Lampiran

Desain Mekanikal Multimeter NPK

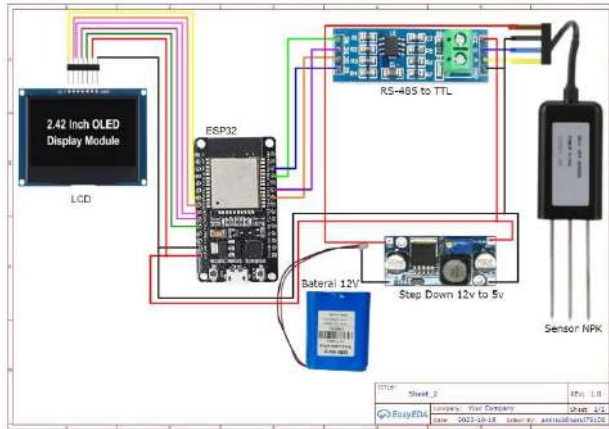


Desain mekanikal multimeter tanah

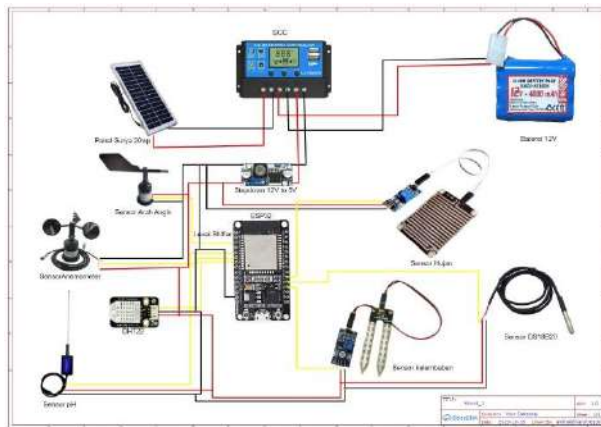
Desain Mekanikal Multimeter Cuaca



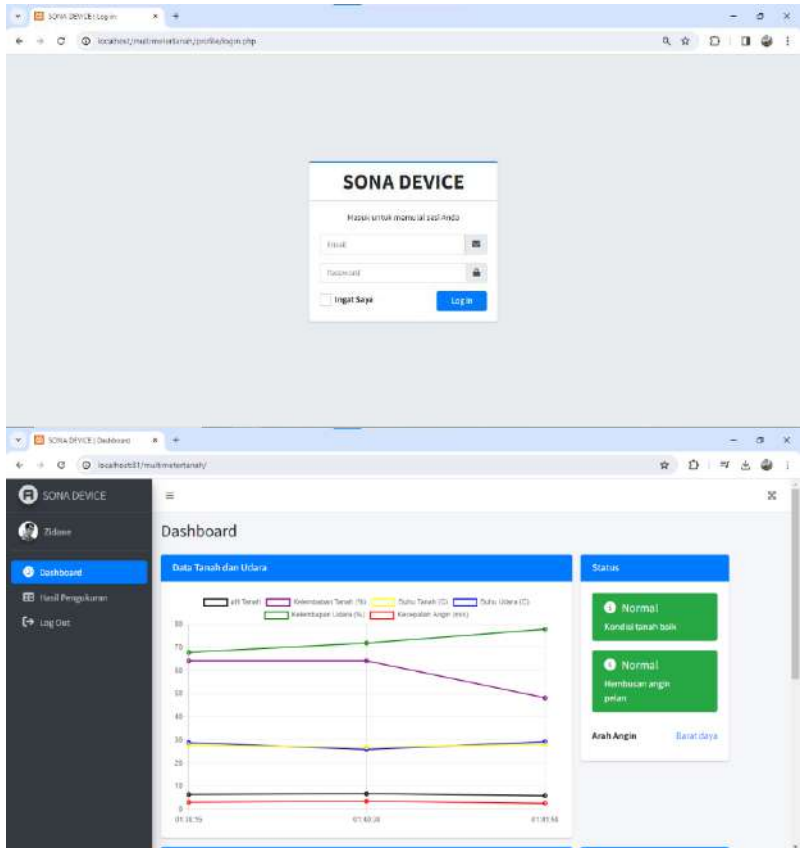
Desain mekanikal multimeter cuaca

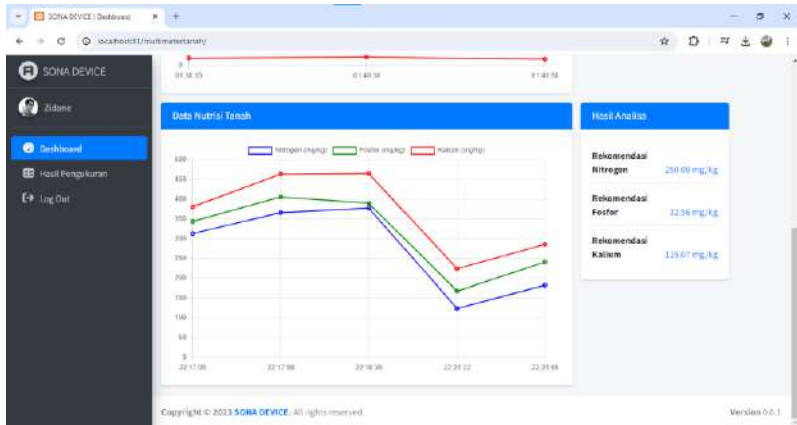


Desain elektrikal multimeter tanah



Desain elektrikal multimeter cuaca





Data Pengukuran

Data Tanah dan Udara

No.	pH Tanah	Kelembaban Tanah	Suhu Tanah	Kondisi Tanah	Suhu Udara	Kelembaban Udara	Kecepatan Angin	Arah Angin	Waktu
1	5.98	45.3	29.2	Baik	29.3	78	2.7	Timur	2024-07-05 01:41:58
2	6.8	54.3	27	Kurang baik	26	72	3.6	Timur	2024-07-05 01:46:38
3	6.54	64.3	27.8	Kurang baik	28.9	68	3.2	Timur	2024-07-05 01:58:15
4	6	80	26.6	Baik	28	75	3.2	Timur	2024-05-22 14:52:30
5	7	80	26	Kurang	22	99	7	Timur	2024-05-22

SONA DEVICE | Data Pengukuran

Showing 1 to 5 of 5 entries

Previous Next

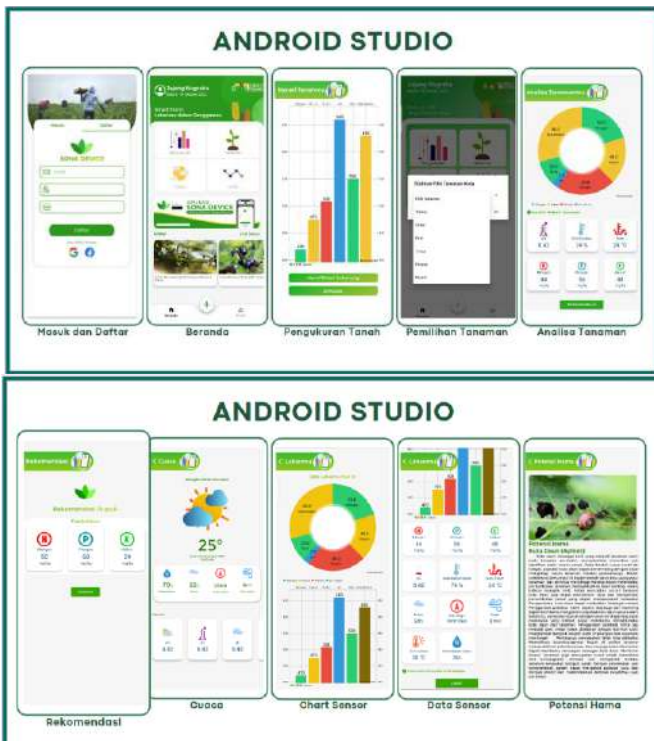
Data Nutrisi Tanah

Copy CSV Excel PDF Print Column visibility

Search:

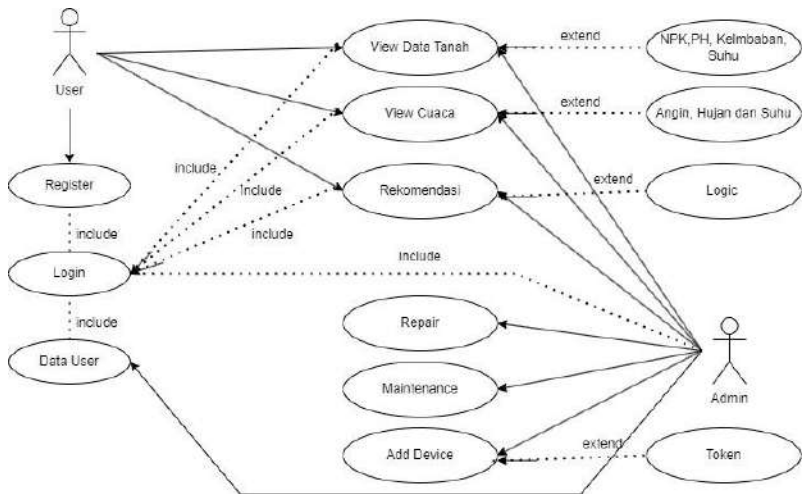
No. *	Nitrogen %	Fosfor %	Kalsium %	Rekomendasi Nitrogen	Rekomendasi Fosfor	Rekomendasi Kalsium	Waktu
1	185.00	241.00	239.00	230.00	92.56	113.07	2024-07-04 22:21:55
2	124.00	168.00	224.00	230.00	92.56	113.80	2024-07-04 22:21:22
3	377.85	390.14	465.78	195.08	92.56	113.07	2024-07-04 22:18:35
4	365.33	404.03	404.03	195.08	92.56	113.07	2024-07-04 22:17:50
5	313.14	343.95	381.02	195.08	92.56	113.07	2024-07-04 22:17:05

Tampilan website

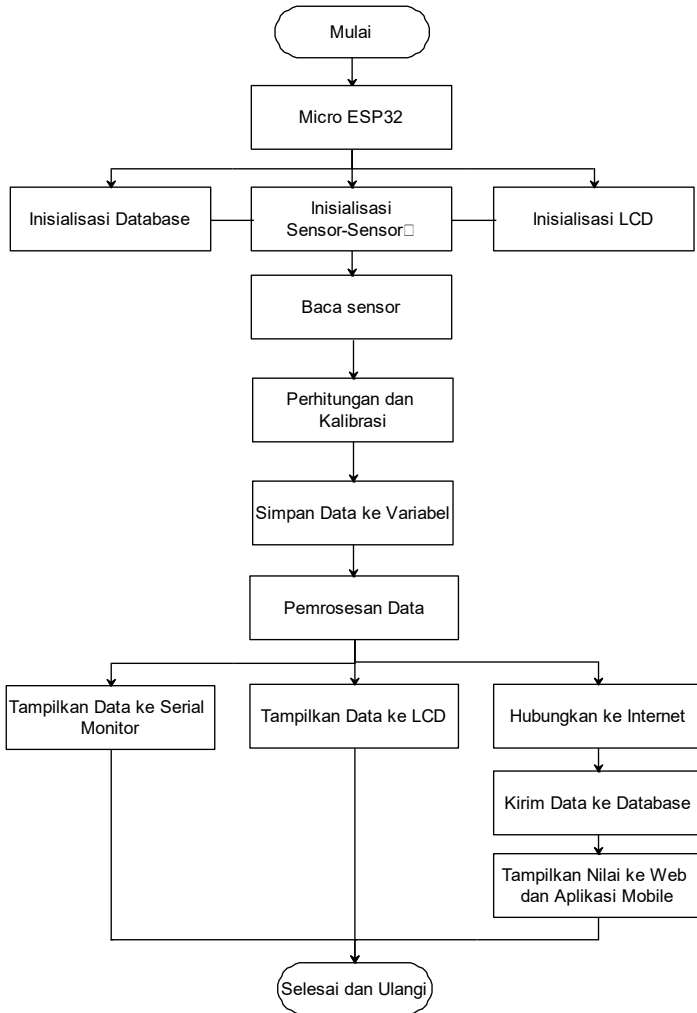




Tampilan aplikasi *android*



Tampilan *usecase*



Flowchart sistem

DOKUMENTASI



No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	124	120,24	3,03
2		128,79	3,86
3		120,66	2,69
4		126,3	1,85
5		119,63	3,52
6		120,31	2,98
7		128,77	3,85
8		121,05	2,38
9		127,37	2,72
10		128,74	3,82
11		123,13	0,70
12		126,63	2,12
13		119,53	3,60
14		128,7	3,79
15		128,37	3,52
16		126,62	2,11
17		122,99	0,81
18		126,57	2,07
19		121,7	1,85
20		117,8	5,00
MAPE (%)			2,82
Standar Deviasi			3,82

Hasil pengujian sensor NPK (parameter N) untuk sampel ke-1

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	182	185,58	1,41
2		176,45	3,58
3		180,29	1,48
4		178,32	2,56
5		184,16	0,63
6		185,47	1,35
7		185,19	1,20
8		177,25	3,14
9		179,29	2,03
10		177,79	2,85
11		176,08	3,78
12		180,97	1,11
13		178	2,73
14		187,51	2,46
15		181,21	0,98
16		180,25	1,50
17		181,81	0,65
18		177,71	2,89
19		183,91	0,50
20		182,22	0,43
MAPE (%)			1,86
Standar Deviasi			3,42

Hasil pengujian sensor NPK (parameter N) untuk sampel ke-2

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	236	243,37	3,12
2		239,89	1,65
3		244,95	3,79
4		234,39	0,68
5		233,71	0,97
6		241,41	2,29
7		229,09	2,93
8		235,95	0,02
9		237,57	0,67
10		239,95	1,67
11		245	3,81
12		236,56	0,24

13		242,02	2,55
14		229,22	2,87
15		238,4	1,02
16		245,23	3,91
17		240,66	1,97
18		227,97	3,40
19		230,82	2,19
20		228,16	3,32
		MAPE (%)	2,15
		Standar Deviasi	5,86

Hasil pengujian sensor NPK (parameter N) untuk sampel ke-3

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	307	301,64	1,75
2		313,16	2,01
3		306,84	0,05
4		317,36	3,37
5		303,22	1,23
6		306,54	0,15
7		305,83	0,38
8		311,34	1,41
9		316,69	3,16
10		309,87	0,93
11		300,13	2,24
12		307,07	0,02
13		305,82	0,38
14		316,47	3,08
15		298,11	2,90
16		314,52	2,45
17		311,07	1,33
18		305,04	0,64
19		295,39	3,78
20		296,91	3,29
		MAPE (%)	1,73
		Standar Deviasi	6,65

Hasil pengujian sensor NPK (parameter N) untuk sampel ke-4

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	365	366,33	0,36
2		377,85	3,52
3		365,02	0,01
4		352,74	3,36
5		373,37	2,29
6		363,71	0,35
7		377,95	3,55
8		367,16	0,59
9		355,06	2,72
10		358,49	1,78
11		360,03	1,36
12		376,07	3,03
13		369,34	1,19
14		358,17	1,87
15		377,06	3,30
16		357,97	1,93
17		368,12	0,85
18		360,4	1,26
19		373,74	2,39
20		361,82	0,87
MAPE (%)			1,83
Standar Deviasi			7,97

Hasil pengujian sensor NPK (parameter N) untuk sampel ke-5

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	168	161,54	3,85
2		169,13	0,67
3		165,6	1,43
4		164,77	1,92
5		162,18	3,46
6		162,58	3,23
7		166,23	1,05
8		174,54	3,89
9		163,75	2,53
10		174,39	3,80
11		162,28	3,40
12		170,04	1,21

13		166,91	0,65
14		165,15	1,70
15		168,93	0,55
16		162,12	3,50
17		172,07	2,42
18		165,12	1,71
19		167,45	0,33
20		172,82	2,87
MAPE (%)			2,21
Standar Deviasi			4,18

Hasil pengujian sensor NPK (parameter P) untuk sampel ke-1

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	168	161,54	3,85
2		169,13	0,67
3		165,6	1,43
4		164,77	1,92
5		162,18	3,46
6		162,58	3,23
7		166,23	1,05
8		174,54	3,89
9		163,75	2,53
10		174,39	3,80
11		162,28	3,40
12		170,04	1,21
13		166,91	0,65
14		165,15	1,70
15		168,93	0,55
16		162,12	3,50
17		172,07	2,42
18		165,12	1,71
19		167,45	0,33
20		172,82	2,87
MAPE (%)			2,21
Standar Deviasi			4,18

Hasil pengujian sensor NPK (parameter P) untuk sampel ke-2

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	296	304,18	2,76
2		297,45	0,49
3		286,41	3,24
4		305,14	3,09
5		303,85	2,65
6		290,96	1,70
7		305,58	3,24
8		297,18	0,40
9		285,89	3,42
10		285,89	3,42
11		307,79	3,98
12		289,07	2,34
13		299,02	1,02
14		303,53	2,54
15		300,19	1,42
16		303,11	2,40
17		294,29	0,58
18		284,98	3,72
19		298,23	0,75
20		296,07	0,02
MAPE (%)			2,16
Standar Deviasi			7,48

Hasil pengujian sensor NPK (parameter P) untuk sampel ke-3

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	347	345,07	0,56
2		343,95	0,88
3		346,37	0,18
4		336,04	3,16
5		333,92	3,77
6		342,96	1,16
7		358,6	3,34
8		357,72	3,09
9		356,69	2,79
10		341,06	1,71
11		342,84	1,20
12		346,89	0,03

13		342,2	1,38
14		334,41	3,63
15		358,22	3,23
16		350,88	1,12
17		337,55	2,72
18		339,65	2,12
19		358,21	3,23
20		342,18	1,39
		MAPE (%)	2,04
		Standar Deviasi	8,28

Hasil pengujian sensor NPK (parameter P) untuk sampel ke-4

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	405	406,03	0,25
2		390,18	3,66
3		408,42	0,84
4		401,07	0,97
5		394,27	2,65
6		395,4	2,37
7		415,97	2,71
8		404,94	0,01
9		415,11	2,50
10		401,77	0,80
11		395,91	2,24
12		420,37	3,80
13		420,16	3,74
14		395,32	2,39
15		407,91	0,72
16		401,14	0,95
17		419,29	3,53
18		403,07	0,48
19		420,13	3,74
20		400,72	1,06
		MAPE (%)	1,97
		Standar Deviasi	9,72

Hasil pengujian sensor NPK (parameter P) untuk sampel ke-5

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	224	225,7	0,76
2		215,85	3,64
3		216,72	3,25
4		215,18	3,94
5		220,12	1,73
6		232,36	3,73
7		229,3	2,37
8		216,27	3,45
9		224,26	0,12
10		232,22	3,67
11		229,66	2,53
12		225,88	0,84
13		229,58	2,49
14		231,1	3,17
15		215,28	3,89
16		226,62	1,17
17		221,79	0,99
18		216,41	3,39
19		229,75	2,57
20		229,64	2,52
MAPE (%)			2,51
Standar Deviasi			6,35

Hasil pengujian sensor NPK (parameter K) untuk sampel ke-1

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	286	285,63	0,13
2		291,88	2,06
3		277,46	2,99
4		279,46	2,29
5		284,86	0,40
6		285,86	0,05
7		291,56	1,94
8		290,51	1,58
9		282,19	1,33
10		295,29	3,25
11		276,18	3,43
12		289,45	1,21

13		296,44	3,65
14		278,99	2,45
15		296,18	3,56
16		297,07	3,87
17		281,42	1,60
18		289,02	1,06
19		291,1	1,78
20		281,92	1,43
		MAPE (%)	2,00
		Standar Deviasi	6,66

Hasil pengujian sensor NPK (parameter K) untuk sampel ke-2

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	345	343,17	0,53
2		337,21	2,26
3		360,63	4,53
4		335,12	2,86
5		333,43	3,35
6		339,03	1,73
7		333,27	3,40
8		339,58	1,57
9		340,52	1,30
10		359,48	4,20
11		341,08	1,14
12		352,78	2,26
13		359,93	4,33
14		360,37	4,46
15		350,7	1,65
16		355,1	2,93
17		346,12	0,32
18		353,69	2,52
19		345,87	0,25
20		354,83	2,85
		MAPE (%)	2,42
		Standar Deviasi	9,54

Hasil pengujian sensor NPK (parameter K) untuk sampel ke-3

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	389	389,49	0,13
2		381,02	2,05
3		393	1,03
4		380,62	2,15
5		381,51	1,93
6		383,95	1,30
7		388,42	0,15
8		383,72	1,36
9		380,8	2,11
10		388,88	0,03
11		386,53	0,63
12		387,83	0,30
13		387,24	0,45
14		396,64	1,96
15		400,25	2,89
16		404,48	3,98
17		385,19	0,98
18		377,26	3,02
19		377,76	2,89
20		386,99	0,52
MAPE (%)			1,49
Standar Deviasi			7,15

Hasil pengujian sensor NPK (parameter K) untuk sampel ke-4

No	Nilai Kalibrator (mg/kg)	Nilai Sensor (mg/kg)	Error (%)
1	468	464,03	0,85
2		465,78	0,47
3		462,31	1,22
4		457,4	2,26
5		483,55	3,32
6		465,84	0,46
7		478,79	2,31
8		459,21	1,88
9		461,39	1,41
10		473,15	1,10
11		460,2	1,67
12		475,79	1,66

13		474,42	1,37
14		472,06	0,87
15		456,29	2,50
16		459,08	1,91
17		466,96	0,22
18		465,83	0,46
19		466,47	0,33
20		457,82	2,18
MAPE (%)			1,42
Standar Deviasi			7,70

Hasil pengujian sensor NPK (parameter K) untuk sampel ke-5

No	Nilai Kalibrator (pH)	Nilai Sensor (pH)	Error (%)
1	2,45	2,57	4,87
2		2,58	5,21
3		2,67	9,00
4		2,65	8,24
5		2,62	6,95
6		2,62	6,83
7		2,55	3,94
8		2,64	7,61
9		2,65	8,09
10		2,56	4,39
MAPE (%)			6,51
Standar Deviasi			0,04

Hasil pengujian sensor pH tanah untuk sampel ke-1

No	Nilai Kalibrator (pH)	Nilai Sensor (pH)	Error (%)
1	3,6	3,79	5,31
2		3,79	5,19
3		3,68	2,30
4		3,77	4,61
5		3,63	0,86
6		3,71	3,02
7		3,78	5,03
8		3,65	1,40
9		3,79	5,14
10		3,64	1,16

MAPE (%)	3,40
Standar Deviasi	0,05

Hasil pengujian sensor pH tanah untuk sampel ke-2

No	Nilai Kalibrator (pH)	Nilai Sensor (pH)	Error (%)
1	5,7	6,04	5,93
2		5,98	4,94
3		6,02	5,61
4		5,79	1,51
5		6,03	5,74
6		5,97	4,77
7		5,87	3,00
8		6,04	5,90
9		5,90	3,47
10		5,97	4,68
MAPE (%)			4,55
Standar Deviasi			0,06

Hasil pengujian sensor pH tanah untuk sampel ke-3

No	Nilai Kalibrator (pH)	Nilai Sensor (pH)	Error (%)
1	8,3	8,57	3,27
2		8,86	6,79
3		8,71	4,93
4		8,46	1,91
5		8,58	3,31
6		8,53	2,82
7		8,85	6,58
8		8,84	6,50
9		8,91	7,35
10		8,45	1,76
MAPE (%)			4,52
Standar Deviasi			0,12

Hasil pengujian sensor pH tanah untuk sampel ke-4











No	Nilai Kalibrator (pH)	Nilai Sensor (pH)	Error (%)
1	11,3	11,62	2,84
2		11,37	0,66

3		11,30	0,00
4		11,02	2,44
5		11,19	0,97
6		11,28	0,15
7		11,16	1,25
8		11,17	1,18
9		10,99	2,75
10		11,45	1,34
MAPE (%)			1,36
Standar Deviasi			0,13

Hasil pengujian sensor pH tanah untuk sampel ke-5

**FORMULIR LOGBOOK BIMBINGAN DAN PENGAJUAN
SIDANG PROYEK AKHIR**

Nama : Amiruddin
 NIM : 3232201077
 Pembimbing I : Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM
 Pembimbing II : -
 Judul : Sistem Analisa Kondisi Tanah dan Cuaca berbasis *Internet of Things*

No	Hari/Tgl	Rincian Kegiatan	TTD Pembimbing I & II
1	Semin 05 Februari 2024	Perancangan Desain Mekanikal	
2	14-02-2024	Perancangan komponen dan elektrikal sistem	
3	26-02-2024	Perancangan fitur Aplikasi Mobile	
4	09-03-2024	Desain antarmuka pada Android Studio	
5	13-03-2024	Pemrograman microcontroller untuk komponen	
6	25-03-2024	Revisi dan penambahan fitur Aplikasi	
7	22-04-2024	Evaluasi desain mekanikal dan elektrikal	
8	29-04-2024	Bimbingan buku proyek akhir bab dan 2	
9	13-05-2024	Bimbingan hasil paten alat dan sistem	
10	27-05-2024	Bimbingan akhir untuk dokumen dan sistem	

Berdasarkan hasil bimbingan yang telah dilaksanakan selama 4 bulan dan telah disetujui oleh dosen pembimbing, maka dengan ini saya mengajukan diri sebagai peserta Sidang Proyek Akhir.

Batam, 24 Juni 2024
 Peserta,



Amiruddin
 NIM: 3232201077