

**RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU VEGETASI  
PERKARANGAN MENGGUNAKAN SENSOR MULTI-  
SPEKTRAL UNTUK EDUKASI PERTANIAN URBAN**

**SKRIPSI**

**DISUSUN OLEH**

**SYAHRUL ANWAR RAMADHAN**

**2209020217**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2026**

**RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU VEGETASI  
PERKARANGAN MENGGUNAKAN SENSOR MULTI-  
SPEKTRAL UNTUK EDUKASI PERTANIAN URBAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi, pada Fakultas  
Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara**

**SYAHRUL ANWAR RAMADHAN**

**2209020217**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

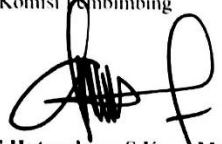
**MEDAN**

**2026**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU  
VEGATSI PERKARANGAN MENGGUNAKAN  
SENSOR MULTI-SPEKTRAL UNTUK EDUKASI  
PERTANIAN URBAN  
Nama Mahasiswa : SYAHRUL ANWAR RAMADHAN  
NPM : 2209020217  
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui  
Komisi Pembimbing



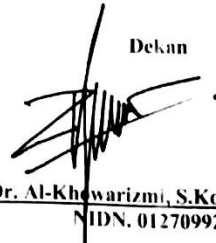
(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)  
NIDN. 0117019301

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)  
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khwarizmi, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0127099201

# PERNYATAAN ORISINALITAS

## RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU VEGETASI PERKARANGAN MENGGUNAKAN SENSOR MULTI- SPEKTRAL UNTUK EDUKASI PERTANIAN URBAN

### SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 21 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Syahrul Anwar Ramadhan

NPM. 2209020217

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN**  
**AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

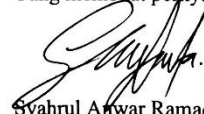
Nama : Syahrul Anwar Ramadhan  
NPM : 2209020217  
Program Studi : Teknologi Informasi  
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul: RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU VEGETASI PERKARANGAN MENGGUNAKAN SENSOR MULTI-SPEKTRAL UNTUK EDUKASI PERTANIAN URBAN. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 21 Mei 2016

Yang membuat pernyataan



Syahrul Anwar Ramadhan

NPM. 2209020217

## RIWAYAT HIDUP

### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : SYAHRUL ANWAR RAMADHAN  
Tempat dan Tanggal Lahir : MEDAN, 15-11-2002  
Alamat Rumah : JL. PERTEMPURAN LK VIII NO 10  
Telepon/Faks/HP : 085156737172  
E-mail : syahrulanwar1511@gmail.com  
Instansi Tempat Kerja : -  
Alamat Kantor : -

### DATA PENDIDIKAN

SD : LAKSAMANA MARTADINATA TAMAT: 2014  
SMP : LAKSAMANA MARTADINATA TAMAT: 2017  
SMK : TRITECH INFORMATIKA MEDAN TAMAT: 2020

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji dan syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan dan penelitian skripsi ini, dengan judul “ **RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU VEGETASI MENGGUNAKAN SENSOR MULTI-SPEKTRAL UNTUK EDUKASI PERTANIAN URBAN**” guna memenuhi salah satu syarat dalam dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Saya tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom.,M.Kom Wakil Dekan 1 Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom Wakil Dekan 3 Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom. Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
6. Bapak Okvi Nugroho, S.Kom., M.Kom. Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi
7. Pembimbing saya Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom. yang sudah membimbing saya sampai ke tahap ini.
8. Kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan dan kepercayaan kepada saya.
9. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

# **RANCANG BANGUN ROBOT MINI PEMANTAU VEGETASI PERKARANGAN MENGGUNAKAN SENSOR MULTI-SPEKTRAL UNTUK EDUKASI PERTANIAN URBAN**

## **ABSTRAK**

Perkembangan teknologi di bidang pertanian mendorong pemanfaatan sistem berbasis robotik untuk membantu proses pemantauan kondisi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah robot mini pemantau vegetasi perkarangan menggunakan pendekatan sensor multi-spektral sederhana. Sistem ini memanfaatkan sensor warna untuk membaca nilai pantulan cahaya dari objek tanaman dalam bentuk nilai RGB (Red, Green, Blue), yang kemudian diolah untuk menghasilkan indikator tingkat kesehatan tanaman menggunakan pendekatan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) sederhana. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tahap perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem. Perangkat keras terdiri dari mikrokontroler Arduino, sensor warna TCS, sensor ultrasonik, motor DC, driver motor, dan LCD sebagai media output. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan fungsi utama membaca sensor, menghitung nilai NDVI sederhana, dan menampilkan hasil secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi tanaman berdasarkan nilai warna yang terdeteksi. Tanaman sehat cenderung memiliki nilai hijau yang lebih dominan dibandingkan nilai merah, sedangkan tanaman tidak sehat menunjukkan nilai merah yang lebih tinggi. Robot juga mampu bergerak dan melakukan pemantauan secara langsung di area uji. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa robot mini berbasis sensor multi-spektral sederhana dapat digunakan sebagai media edukasi dalam pemantauan vegetasi, meskipun masih memiliki keterbatasan dalam akurasi dan dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan lingkungan.

Kata Kunci: Robotik; NDVI; Sensor Warna; Vegetasi; Arduino

# DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MINI ROBOT FOR YARD VEGETATION MONITORING USING A MULTISPECTRAL SENSOR FOR URBAN AGRICULTURE EDUCATION

## ABSTRACT

The development of technology in the agricultural sector has encouraged the utilization of robotic-based systems to assist in monitoring plant conditions. This study aims to design and build a mini robot for yard vegetation monitoring using a simple multi-spectral sensor approach. The system utilizes a color sensor to capture light reflection values from plant objects in the form of RGB (Red, Green, Blue) values, which are then processed to produce an indicator of plant health using a simplified Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method. The research method includes system design, hardware and software implementation, and system testing. The hardware consists of an Arduino microcontroller, TCS color sensor, ultrasonic sensor, DC motors, motor driver, and an LCD as the output display. The software is developed using Arduino IDE with main functions including sensor data acquisition, simplified NDVI calculation, and real-time data display. The results show that the system is capable of distinguishing plant conditions based on detected color values. Healthy plants tend to have higher green values compared to red values, while unhealthy plants show higher red values. The robot is also able to move and perform direct monitoring within the test area. In conclusion, the developed mini robot based on a simple multi-spectral sensor can be used as an educational tool for vegetation monitoring. However, the system still has limitations in accuracy and is influenced by environmental lighting conditions.

*Keywords: Robotics; NDVI; Color Sensor; Vegetation Monitoring; Arduino*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
RIWAYAT HIDUP .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II .....	6
LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Pertanian Urban .....	6
2.2 Vegetasi dan Kesehatan Tanaman .....	7
2.3 Sensor Multi-Spektral .....	7
2.4 Indeks Vegetasi (NDVI Sederhana) .....	8
2.5 Robot Mini dan Sistem Kendali .....	9
2.6 Mikrokontroler dan Sistem Embedded .....	9
2.7 Penelitian Terkait .....	10
BAB III .....	18
METODOLOGI PENELITIAN .....	18
3.1 Metode dan Pendekatan Penelitian .....	18
3.2 Tahapan dan Alur Penelitian .....	19
3.3 Alat dan Bahan .....	20
3.4 Perancangan Sistem Robot .....	24
3.5 Diagram Blok Sistem .....	24
3.6 Alur Kerja Sistem Robot .....	25
3.7 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data .....	25
3.8 Gambaran Umum dan Replika Robot Mini Pemantau Vegetasi .....	26
3.9 Metode Pengujian Sistem .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
3.1 Hasil Perancangan Sistem .....	28
3.2 Hasil Implementasi Sistem .....	29
4.2.1 Implementasi Perangkat Keras .....	29
4.2.2 Implementasi Perangkat Lunak .....	30
3.3 Hasil Pengujian Sistem .....	31
4.3.1 Pengujian Sensor Warna .....	32
4.3.2 Pengujian Perhitungan NDVI Sederhana .....	32
4.3.3 Pengujian Pergerakan Robot .....	33
4.3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik .....	34
4.3.5 Pengujian LCD .....	34

4.4	Analisis Sistem.....	35
4.5	Pembahasan.....	35
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA .....		39

## DAFTAR TABEL

	<b>HALAMAN</b>
Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu .....	10
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Penelitian.....	20

## DAFTAR GAMBAR

### HALAMAN

Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Arduino UNO.....	21
Gambar 3. 3 Sensor Modul TCS230.....	21
Gambar 3. 4 Driver L298N.....	22
Gambar 3. 5 Chassis Robot.....	22
Gambar 3. 6 Ultrasonik.....	23
Gambar 3. 7 Baterai 9 volt dan kancing baterai.....	23
Gambar 3. 8 LCD 16x2 I2C.....	23
Gambar 3. 9 Diagram Blok.....	24
Gambar 3. 10 Alur kerja sistem robot.....	25
Gambar 3. 11 Replika Robot mini pemantau vegetasi perkarangan.....	26
Gambar 4. 1 Implementasi Perangkat Keras.....	30
Gambar 4. 2 Implementasi Perangkat Lunak.....	31
Gambar 4. 3 Pengujian Sensor Warna.....	32
Gambar 4. 4 Pengujian Perhitungan NDVI Sederhana.....	33
Gambar 4. 5 Pengujian Pergerakan Robot.....	34
Gambar 4. 6 Pengujian Ultra Sonik.....	34

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pertumbuhan wilayah perkotaan yang semakin pesat menyebabkan berkurangnya ketersediaan lahan pertanian yang dapat dimanfaatkan secara optimal. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya ketergantungan masyarakat perkotaan terhadap pasokan pangan dari luar daerah. Salah satu pendekatan yang berkembang untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pertanian perkotaan (urban farming), yaitu kegiatan budaya tanaman yang dilakukan pada lahan terbatas seperti perkarangan rumah. Penelitian yang dilakukan oleh (Nurain et al., 2023) menunjukkan bahwa penerapan sistem pertanian perkotaan seperti budikdamber dan hidroponik sistem sumbu mampu menjadi solusi atas keterbatasan lahan dan air di lingkungan perkotaan. Selain meningkatkan ketersediaan pangan, pendekatan ini juga memberikan dampak positif terhadap pemberdayaan masyarakat dan peningkatan kemandirian ekonomi rumah tangga.

Dalam penerapan pertanian perkotaan, pemantauan kondisi tanaman menjadi aspek penting untuk memastikan pertumbuhan tanaman berlangsung secara optimal. Pemantauan vegetasi memungkinkan pengguna mengetahui kondisi kesehatan tanaman, Tingkat kehijauan, serta potensi stress tanaman secara dini. Menurut penelitian (Zhou et al., 2024), teknologi pemantauan vegetasi berbasis analisis spectral dapat digunakan untuk mengamati kondisi tanaman secara non-destruktif melalui pengukuran pantulan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Pendekatan ini dinilai efektif karena mampu memberikan informasi kondisi

tanaman tanpa merusak objek yang diamati, sehingga sangat relevan diterapkan pada sistem pertanian modern, termasuk pertanian perkotaan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi sensor, penggunaan sensor multispektral menjadi salah satu metode yang banyak dimanfaatkan dalam pemantauan vegetasi. Sensor multispektral bekerja dengan menangkap pantulan cahaya tanaman pada beberapa pita spektrum yang berkaitan erat dengan kondisi fisiologi tanaman. Berdasarkan hasil penelitian (J. Zhang et al., 2025), data multispektral yang diperoleh dari sensor dapat digunakan untuk menghitung indeks vegetasi sederhana yang merepresentasikan Tingkat kehijauan dan kesehatan tanaman secara kuantitatif. Informasi ini sangat berguna dalam mendukung pengambilan Keputusan terkait perawatan tanaman, khususnya pada sistem pemantauan vegetasi skala kecil yang membutuhkan metode yang sederhana namun informatif.

Perkembangan pertanian modern juga ditandai dengan meningkatnya pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dan sistem berbasis sensor dalam pengelolaan tanaman. Integrasi sensor dalam mikrokontroler memungkinkan proses pengumpulan dan pengolahan data lingkungan tanaman dilakukan secara otomatis dan real-time. Penelitian oleh (Kumar et al., 2025) menunjukkan bahwa sistem smart agriculture berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi pemantauan kondisi tanaman melalui pengukuran parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kondisi tanah. Sistem ini dirancang agar mudah digunakan dan sesuai diterapkan pada pertanian skala kecil maupun pertanian perkotaan.

Selain berfungsi sebagai alat teknis, sistem pemantauan tanaman berbasis teknologi juga memiliki potensi besar sebagai media edukasi. Pemanfaatan

teknologi sensor, mikrokontroler, dan Internet of Things (IoT) memungkinkan pengguna memahami kondisi lingkungan tanaman secara langsung melalui data yang ditampilkan secara real-time. Penelitian yang dilakukan oleh (Radja & Mude, 2025) menunjukkan bahwa penerapan sistem pertanian cerdas berbasis multi sensor tidak hanya meningkatkan efisiensi pemantauan tanaman, tetapi juga membantu pengguna dalam memahami proses irigasi, nutrisi, dan kondisi lingkungan tanaman secara lebih terstruktur. Hal ini menegaskan bahwa sistem monitoring tanaman berbasis sensor dan IoT dapat berperan ganda, yaitu sebagai alat pendukung pertanian modern sekaligus sebagai sarana edukatif dalam pengenalan teknologi pertanian.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa adanya kesenjangan antara kebutuhan masyarakat akan sistem pemantauan tanaman yang sederhana, murah, dan edukatif dengan ketersediaan teknologi pemantauan vegetasi yang saat ini masih didominasi oleh perangkat berbiaya tinggi dan berskala industri. Selain itu, terdapat kesenjangan antara harapan pemanfaatan teknologi pertanian modern sebagai media edukasi dengan kenyataan bahwa sebagaimana besar alat yang tersedia belum ramah digunakan oleh pelajar dan masyarakat umum. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan rancang bangun robot mini pemantau vegetasi perkarangan menggunakan sensor multi-spektral sederhana. Robot mini ini dirancang untuk bergerak di area perkarangan dan melakukan pembacaan pantulan cahaya dari tanaman menggunakan sensor. Data yang diperoleh kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk menghitung Tingkat kehijauan tanaman secara sederhana, selanjutnya hasil pemantauan ditampilkan secara langsung kepada pengguna. Dengan konsep tersebut, sistem diharapkan

dapat menjadi solusi pemantauan vegetasi yang praktis sekaligus sebagai media edukasi penerapan teknologi pertanian modern di lingkungan perkotaan sejalan dengan tujuan Pembangunan berkelanjutan SDG 2 (Zero Hunger) dan SDG 11 (Sustainable Cities and Communities).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

Bagaimana merancang dan membangun robot mini berbiaya rendah untuk pemantauan vegetasi perkarangan serta memanfaatkan sensor multi-spektral sederhana untuk mengukur Tingkat kehijauan tanaman?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian lebih terarah, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Robot dirancang untuk area perkarangan skala kecil 1x1 meter.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor-multi-spektral sederhana.
3. Parameter yang diamati adalah tingkat kehijauan tanaman.
4. Sistem difokuskan sebagai media edukasi, bukan sistem industri.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun robot mini pemantau vegetasi perkarangan.
2. Mengimplementasikan sensor multi-spektral untuk pemantauan Kesehatan tanaman.
3. Menghasilkan media edukasi pertanian urban berbasis robotika.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini antara lain adalah:

1. Sebagai media pembelajaran teknologi sensor dan robotika di bidang pertanian urban.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pertanian berkelanjutan.
3. Menjadi contoh inovasi lokal berbiaya rendah.
4. Mendukung penerapan tujuan pembangunan berkelanjutan di bidang pangan (SDG2) dan lingkungan perkotaan (SDG11).
5. Menjadi dasar pengembangan sistem IoT pertanian.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Bab ini membahas landasan teori yang digunakan sebagai dasar konseptual dalam penelitian rancang bangun robot mini pemantau vegetasi perkarangan menggunakan sensor multi-spektral. Landasan teori disusun berdasarkan kajian pustaka dari jurnal ilmiah yang relevan dan mutakhir guna mendukung perumusan konsep, kerangka pemikiran, serta pendekatan teknis penelitian yang diusulkan.

#### **2.1 Pertanian Urban**

Pertanian urban merupakan aktivitas budidaya tanaman yang dilakukan di wilayah perkotaan dengan memanfaatkan lahan terbatas seperti pekarangan rumah, lahan kosong, dan ruang terbuka lainnya. Konsep ini berkembang sebagai respons terhadap keterbatasan lahan pertanian konvensional serta meningkatnya kebutuhan masyarakat akan ketahanan pangan rumah tangga di wilayah perkotaan. Selain berperan dalam penyediaan pangan, pertanian urban juga memiliki nilai sosial, ekonomi, dan edukatif bagi masyarakat.

Penelitian oleh (Syah et al., 2022) menunjukkan bahwa penerapan program urban farming mampu memperkuat ketahanan pangan keluarga melalui pemanfaatan pekarangan rumah secara produktif. Selain itu, pertanian urban dapat meningkatkan partisipasi masyarakat serta kesadaran terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan. Dengan karakteristik tersebut, pertanian urban menjadi solusi yang relevan untuk diterapkan di kawasan perkotaan dengan keterbatasan ruang.

## **2.2 Vegetasi dan Kesehatan Tanaman**

Vegetasi merupakan kumpulan tanaman yang tumbuh pada suatu wilayah tertentu dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Kondisi vegetasi dapat digunakan sebagai indikator kesehatan lingkungan dan produktivitas tanaman. Kesehatan tanaman berkaitan erat dengan kemampuan tanaman dalam melakukan proses fisiologis seperti fotosintesis, yang dipengaruhi oleh faktor nutrisi, air, cahaya, dan kondisi lingkungan.

Menurut (Harahap & Wibowo, 2025), kesehatan tanaman dapat dianalisis melalui karakteristik spektral yang mencerminkan tingkat kehijauan dan fase pertumbuhan tanaman. Tanaman yang sehat umumnya memiliki tingkat kehijauan yang tinggi, sedangkan tanaman yang mengalami stres menunjukkan penurunan nilai indeks vegetasi. Oleh karena itu, pemantauan kesehatan vegetasi menjadi aspek penting dalam pengelolaan pertanian modern.

## **2.3 Sensor Multi-Spektral**

Sensor multi-spektral merupakan perangkat yang mampu menangkap informasi pantulan cahaya objek pada beberapa pita spektrum elektromagnetik. Dalam bidang pertanian, informasi spektral ini digunakan untuk menganalisis kondisi vegetasi berdasarkan respon pantulan cahaya dari permukaan daun tanaman. Pada penelitian ini, konsep sensor multi-spektral diterapkan dalam bentuk pendekatan multispektral sederhana berbasis spektrum cahaya tampak, dengan memanfaatkan sensor warna TCS230 yang mampu mendeteksi intensitas cahaya merah, hijau, dan biru (RGB). Meskipun sensor TCS230 tidak memiliki kanal inframerah dekat, variasi nilai pantulan cahaya pada spektrum tampak tetap dapat digunakan untuk merepresentasikan tingkat kehijauan tanaman secara relatif.

Penelitian oleh (Orlando et al., 2022) menyatakan bahwa sensor multi-spektral berbiaya rendah dapat digunakan secara efektif untuk karakterisasi vegetasi skala kecil. Pendekatan ini dipilih dengan mempertimbangkan tujuan penelitian yang bersifat edukatif, berbiaya rendah, dan mudah diaplikasikan pada skala pertanian perkarangan, sehingga sesuai sebagai media pembelajaran konsep dasar pemantauan vegetasi pada pertanian urban.

#### **2.4 Indeks Vegetasi (NDVI Sederhana)**

Indeks vegetasi merupakan parameter numerik yang digunakan untuk menggambarkan kondisi vegetasi berdasarkan respon pantulan cahaya tanaman pada pita spektrum tertentu. Salah satu indeks vegetasi yang paling dikenal adalah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), yang secara umum dihitung dari perbandingan pantulan cahaya inframerah dekat dan merah. Namun, dalam penelitian ini digunakan pendekatan indeks vegetasi sederhana (NDVI sederhana) yang tidak sepenuhnya mengadopsi konsep NDVI standar. Indeks vegetasi dihitung berdasarkan perbandingan nilai intensitas warna pada spektrum cahaya tampak, khususnya kanal merah dan hijau, yang diperoleh dari sensor TCS230.

Pendekatan NDVI sederhana ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan NDVI standar yang digunakan pada sistem penginderaan jauh atau pertanian presisi berskala besar, melainkan sebagai media edukasi untuk memperkenalkan konsep dasar respon spektral vegetasi dan tingkat kehijauan tanaman pada sistem pertanian urban skala kecil.

Berdasarkan jurnal yang digunakan pada subbab ini, NDVI sederhana dapat dimanfaatkan untuk menilai tingkat kehijauan dan kesehatan tanaman secara efektif. Nilai NDVI yang tinggi menunjukkan vegetasi yang sehat dengan

kandungan klorofil yang baik, sedangkan nilai NDVI yang rendah mengindikasikan tanaman mengalami stres. Implementasi NDVI sederhana menggunakan sensor multi-spektral berbiaya rendah memungkinkan sistem pemantauan vegetasi yang praktis dan aplikatif untuk skala kecil seperti pertanian perkarangan (Tubagus & Sabira, 2023).

## **2.5 Robot Mini dan Sistem Kendali**

Robot mini merupakan sistem elektromekanik berukuran kecil yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu secara otomatis atau semi-otomatis. Dalam konteks pertanian, robot mini digunakan sebagai platform bergerak untuk membawa sensor dan melakukan pemantauan kondisi tanaman secara langsung di lapangan. Sistem kendali berfungsi mengatur pergerakan robot, pembacaan sensor, serta pengolahan data agar sistem dapat bekerja secara optimal.

Menurut (Z. Zhang et al., 2020), integrasi robot pertanian dengan sistem Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan tanaman secara real-time dan adaptif. Sistem kendali yang baik berperan penting dalam menjaga stabilitas pergerakan robot serta akurasi pengambilan data sensor. Oleh karena itu, penggunaan robot mini dalam pemantauan vegetasi menjadi pendekatan yang efektif sekaligus edukatif dalam penerapan teknologi pertanian modern.

## **2.6 Mikrokontroler dan Sistem Embedded**

Mikrokontroler merupakan komponen utama dalam sistem embedded yang berfungsi sebagai pusat pengendali dalam pengolahan data sensor, pengambilan keputusan, serta pengendalian perangkat keras lainnya. Dalam sistem pertanian berbasis teknologi, mikrokontroler memungkinkan integrasi antara sensor lingkungan, aktuator, dan perangkat lunak dalam satu sistem yang efisien, ringkas,

dan berbiaya relatif rendah, sehingga sesuai untuk aplikasi skala kecil seperti pertanian perkotaan.

Penelitian oleh (Ngurah et al., 2024), menunjukkan bahwa sistem embedded berbasis mikrokontroler ESP32 mampu mengelola data dari berbagai sensor dan menjalankan logika pengendalian secara otomatis melalui integrasi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler tidak hanya berperan sebagai pengolah data, tetapi juga sebagai penghubung antara sistem fisik dan antarmuka pemantauan, sehingga mendukung pengembangan sistem pemantauan tanaman yang adaptif dan mudah diakses oleh pengguna.

## 2.7 Penelitian Terkait

Penelitian terdahulu diperlukan untuk mengetahui posisi penelitian yang dilakukan serta mengidentifikasi celah penelitian (research gap). Ringkasan beberapa penelitian yang relevan dengan topik pemantauan vegetasi, sensor spektral, dan robotika pertanian disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Judul dan peneliti	Pembahasan	Metode	Kelebihan dan Kekurangan
1	Penerapan Sistem Pertanian Perkotaan pada Lahan Terbatas (Nurain et al., 2023)	Membahas penerapan budikdamber dan hidroponik sistem sumbu sebagai solusi keterbatasan	Studi kasus dan analisis deskriptif	<b>Kelebihan:</b> Solusi praktis & aplikatif. <b>Kekurangan:</b> Belum memanfaatkan sistem pemantauan berbasis sensor.

		lahan dan air di perkotaan.		
2	A digital sensor with non-imaging multi-spectral and image modules for continuous monitoring of plant growth conditions: Development and validation (Zhou et al., 2024)	Mengkaji pemantauan vegetasi melalui analisis pantulan cahaya secara non-destruktif.	Analisis spektral vegetasi	<b>Kelebihan:</b> Akurat dan non-destruktif. <b>Kekurangan:</b> Umumnya menggunakan perangkat mahal.
3	High-throughput phenotyping of chinese cabbage using multispectral drone imagery and deep learning for	Membahas pemanfaatan data multispektral untuk menghitung indeks vegetasi sederhana	Sensor multispektral dan pengolahan indeks vegetasi	<b>Kelebihan:</b> Informatif & kuantitatif. <b>Kekurangan:</b> Implementasi masih relatif kompleks.

	morphological, color, and nutritional traits across growth stages (Zhang et al., 2025)			
4	Smart farming for a sustainable future: implementing IoT-based systems in precision agriculture (Kumar et al., 2025)	Mengkaji sistem pertanian cerdas berbasis IoT untuk pemantauan parameter lingkungan tanaman.	Sensor IoT dan mikrokontroler	<b>Kelebihan:</b> Monitoring real-time. <b>Kekurangan:</b> Bergantung pada konektivitas jaringan.
5	Revolusi Pertanian Cerdas Melalui Teknologi Multi Sensor Berbasis IoT	Metode penelitian menggunakan perancangan sistem IoT berbasis	Perancangan sistem IoT menggunakan mikrokontroler dan beberapa sensor	<b>Kelebihan:</b> Sistem sederhana dan edukatif <b>Kekurangan:</b> Bergantung pada koneksi internet.

	(Radja & Mude, 2025)	mikrokontroler yang terintegrasi dengan multi sensor. Data sensor dikirim dan ditampilkan secara real-time melalui platform monitoring untuk membantu pengguna dalam pengambilan keputusan.	lingkungan dengan monitoring data secara real-time.	
6	Strategi Ketahanan Pangan dalam Program Urban Farming dalam Menunjang Keberlanjutan Usaha Keluarga di Masa Pandemi	Mengkaji peran urban farming dalam ketahanan pangan keluarga.	Studi lapangan	<b>Kelebihan:</b> Relevan dengan kondisi lokal. <b>Kekurangan:</b> Belum mengintegrasikan teknologi otomatis

	Covid-19 (Syah et al., 2022)			
7	Analisis Fase Pertumbuhan dan Kesehatan Tanaman Padi di Kabupaten Tulang Bawang Barat Berbasis Interpretasi Citra Sentinel - 2A (Harahap & Wibowo, 2025)	Membahas hubungan kesehatan tanaman dan karakteristik spektral.	Analisis spektral vegetasi	<b>Kelebihan:</b> Deteksi kesehatan tanaman akurat. <b>Kekurangan:</b> Fokus pada skala lahan luas.
8	A low-cost multispectral imaging system for the characterisation of soil and small vegetation	Mengembangkan sistem sensor multispektral berbiaya rendah.	Pengembangan perangkat sensor	<b>Kelebihan:</b> Low cost & non- destruktif. <b>Kekurangan:</b> Belum diterapkan pada sistem bergerak.

	<p>properties using visible and near-infrared reflectance (Orlando et al., 2022)</p>			
9	<p>Penggunaan Sensor Posisi pada Prototype Mobile Robot Pertanian Berbasis Internet Of Things (Tubagus &amp; Sabira, 2023)</p>	<p>Membahas penerapan NDVI sederhana untuk pemantauan kehijauan tanaman.</p>	<p>Perhitungan NDVI</p>	<p><b>Kelebihan:</b> Mudah diterapkan <b>Kekurangan:</b> Sensitif terhadap sensor</p>
10	<p>An Adaptive Vision Navigation Algorithm in Agricultural IoT System for Smart</p>	<p>Membahas penggunaan robot untuk pemantauan tanaman secara otomatis</p>	<p>Robotika dan IoT</p>	<p><b>Kelebihan:</b> Otomatis dan efisien. <b>Kekurangan:</b> Biaya sistem relative tinggi</p>

	Agricultural Robots (Z. Zhang et al., 2020)			
<b>11</b>	Penerapan Embedded Fuzzy Dan Internet Of Things Pada Smart Greenhouse Untuk Budidaya Tanaman Cabai (Ngurah et al., 2024)	Membahas peran mikrokontroler ESP32 dalam sistem embedded pertanian.	Sistem embedded dan IoT	<b>Kelebihan:</b> Terintegrasi dan adaptif <b>Kekurangan:</b> Fokus pada greenhouse

## 2.8 Analisis Gap

Analisis gap dilakukan untuk mengidentifikasi kesenjangan antara penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan. Berdasarkan hasil kajian pustaka yang telah dirangkum pada Tabel 2.1, diketahui bahwa sebagian besar penelitian terkait pemantauan vegetasi masih berfokus pada penggunaan teknologi berskala besar seperti citra satelit, drone, atau sensor multi-spektral industri yang memiliki tingkat akurasi tinggi, namun membutuhkan biaya yang relatif mahal serta kompleksitas penggunaan yang tinggi.

Selain itu, beberapa penelitian yang menggunakan sensor dan sistem embedded pada bidang pertanian lebih menitikberatkan pada aspek teknis pemantauan tanaman, tanpa mempertimbangkan kemudahan penggunaan serta nilai edukatif bagi masyarakat umum dan pelajar. Penelitian berbasis robotika pertanian juga umumnya diterapkan pada lahan pertanian skala besar untuk meningkatkan efisiensi produksi, sehingga kurang sesuai untuk diterapkan pada lingkungan pertanian urban seperti perkarangan rumah.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini diusulkan untuk mengisi celah penelitian dengan merancang dan membangun robot mini pemantau vegetasi perkarangan yang berbiaya rendah, mudah digunakan, dan bersifat edukatif. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor multi-spektral sederhana untuk menghitung indeks vegetasi (NDVI sederhana) sehingga dapat memberikan informasi tingkat kehijauan tanaman secara langsung. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi alternatif pemantauan vegetasi skala kecil sekaligus sebagai media pembelajaran teknologi pertanian urban yang berkelanjutan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini diusulkan untuk mengisi celah penelitian dengan merancang dan membangun robot mini pemantau vegetasi perkarangan yang berbiaya rendah, mudah digunakan, dan bersifat edukatif. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor multi-spektral sederhana untuk menghitung indeks vegetasi (NDVI sederhana) sehingga dapat memberikan informasi tingkat kehijauan tanaman secara langsung. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi alternatif pemantauan vegetasi skala kecil sekaligus sebagai media pembelajaran teknologi pertanian urban yang berkelanjutan.

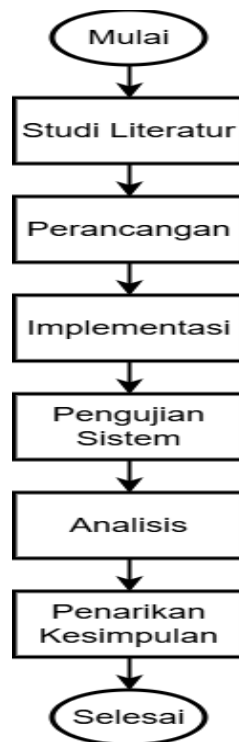
#### **3.1 Metode dan Pendekatan Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan eksperimental rancang bangun. Metode R&D dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa robot mini pemantau vegetasi perkarangan serta melakukan pengujian terhadap kinerja sistem yang dirancang. Pendekatan eksperimental dilakukan dengan menguji hasil pembacaan sensor multispektral sederhana berbasis spektrum cahaya tampak terhadap objek tanaman. Data yang diperoleh kemudian diolah untuk menghitung indeks vegetasi sederhana yang merepresentasikan tingkat kehijauan tanaman. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem robot mini sebagai media pemantauan vegetasi dan sarana edukasi pertanian urban.

### 3.2 Tahapan dan Alur Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur, yaitu mempelajari referensi berupa jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pertanian urban, sensor multi-spektral, NDVI, dan robotika.
2. Perancangan Sistem, meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak robot mini.
3. Implementasi Sistem, yaitu perakitan perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler.
4. Pengujian Sistem, untuk mengetahui kinerja sensor dan fungsi robot.
5. Analisis Hasil, yaitu mengevaluasi hasil pengujian sistem.
6. Penarikan Kesimpulan, berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Rincian alat dan bahan penelitian ditunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Penelitian

No	Komponen	Fungsi	Estimasi Harga
1	Arduino uno	Mikrokontroler Utama	90.000
2	Sensor Modul TCS230	Deteksi kehijauan daun	80.000
3	Motor DC + Driver L298N	Penggerak robot	100.000
4	Chassis robot mini + roda	Struktur robot	80.000
5	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Deteksi rintangan	30.000
6	Baterai Li-ion 18650 + step up	Sumber daya	60.000
7	LCD 16x2 i2c	Tampilan data	35.000
8	Kabel dan komponen pendukung	Koneksi & perakitan	40.000

## 1. Arduino UNO

Arduino digunakan sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi mengolah data sensor dan mengendalikan seluruh sistem robot.



Gambar 3. 2 Arduino UNO (<https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>)

## 2. Sensor Modul TCS230

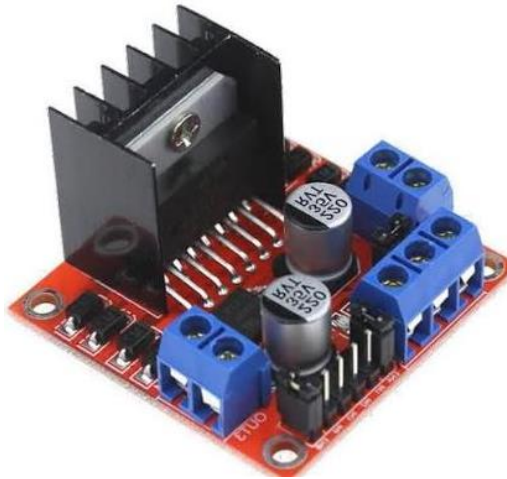
Sensor ini digunakan untuk membaca pantulan cahaya merah, hijau dan biru yang di pantulkan dari objek tanaman.



Gambar 3. 3 Sensor Modul TCS230 (<https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-sensor/tcs230-color-recognition-sensor-module.html>)

### 3. Motor DC dan Driver L298N

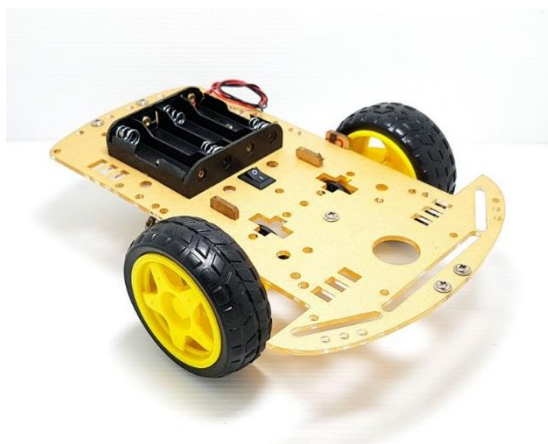
Motor DC berfungsi sebagai penggerak robot, sedangkan driver L298N digunakan untuk mengendalikan arah dan kecepatan motor.



Gambar 3. 4 Driver L298N (<https://www.edukasiaelektronika.com/2020/12/modul-driver-motor-l298n.html>)

### 4. Chassis Robot Mini

Chassis berfungsi sebagai rangka utama robot tempat seluruh komponen yang bakal dipasang dan disatukan.



Gambar 3. 5 Chassis Robot (<https://ecadio.com/jual-chasis-rangka-robot-untuk-arduino>)

5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik digunakan guna untuk mendeteksi rintangan di depan robot.



Gambar 3. 6 Ultrasonik (<https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-cara-kerja-sensor-ultrasonik-HC-SR04.html>)

6. Baterai Li-ion 18650 dan battery holder

Baterai digunakan guna sebagai sumber daya utama robot



Gambar 3. 7 Baterai 9 volt dan kancing baterai  
(<https://share.google/PmNzan0flas176oon>)

7. LCD 16x2 I2C

Layar digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor dan nilai NDVI



Gambar 3. 8 LCD 16x2 I2C ([https://id.made-in-china.com/co\\_kzyeducabot/product\\_Hot-Selling-LCD1602-I2c-LCD-1602-Module-Blue-Screen-Iic-I2c-for-Arduino-Display\\_riuosroug.html](https://id.made-in-china.com/co_kzyeducabot/product_Hot-Selling-LCD1602-I2c-LCD-1602-Module-Blue-Screen-Iic-I2c-for-Arduino-Display_riuosroug.html))

### 3.4 Perancangan Sistem Robot

Perancangan sistem robot mini terdiri dari dua bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

#### 1. Perancangan Perangkat Keras

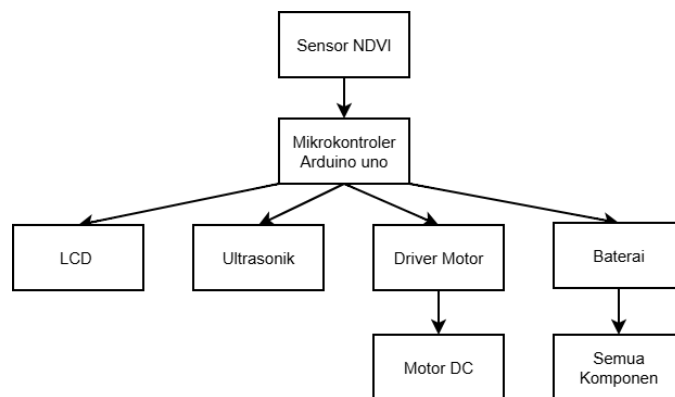
Perangkat keras robot terdiri dari mikrokontroler sebagai pusat kendali, sensor multi-spektral sederhana sebagai input utama, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi rintangan, motor DC sebagai aktuator, LCD sebagai media tampilan, serta baterai sebagai sumber daya.

#### 2. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dirancang untuk mengatur pembacaan sensor, perhitungan NDVI sederhana, pengendalian pergerakan robot, serta tampilan hasil pengukuran pada layar.

### 3.5 Diagram Blok Sistem

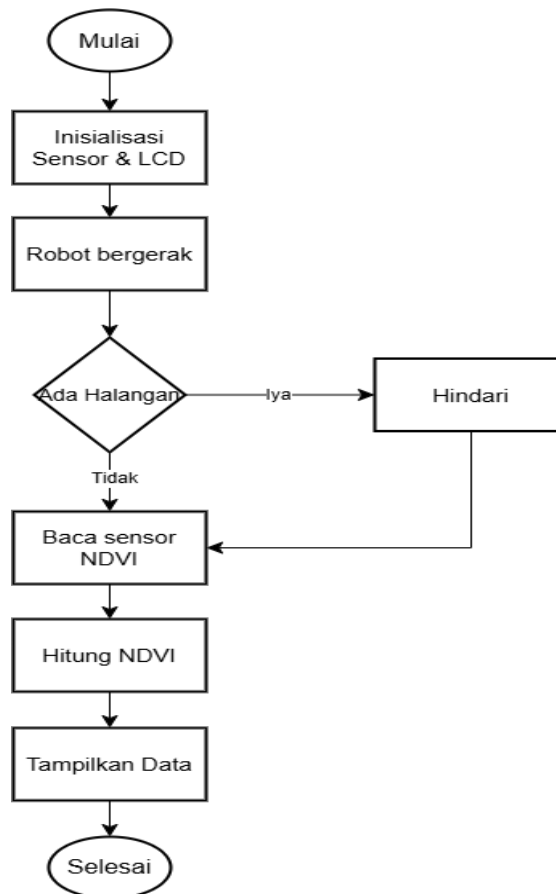
Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen utama robot mini.



Gambar 3. 9 Diagram Blok

### 3.6 Alur Kerja Sistem Robot

Alur kerja sistem menjelaskan cara kerja robot mini saat melakukan pemantauan vegetasi.



Gambar 3. 10 Alur kerja sistem robot

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

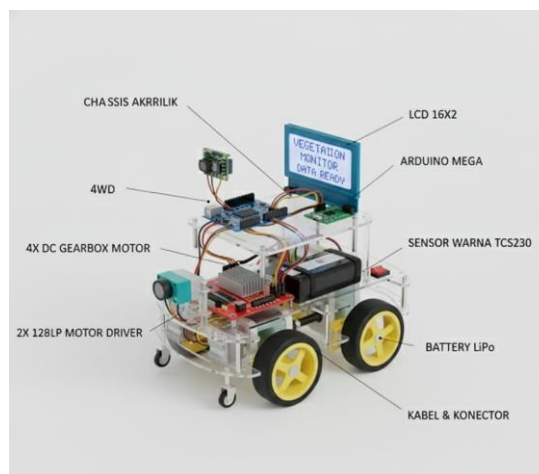
Data dikumpulkan dari hasil pembacaan sensor multispektral sederhana terhadap permukaan daun tanaman. Data yang diperoleh berupa nilai intensitas pantulan cahaya pada spektrum merah, hijau, dan biru (RGB). Nilai-nilai tersebut kemudian diolah untuk menghasilkan indeks vegetasi sederhana yang digunakan sebagai indikator tingkat kehijauan tanaman. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan indeks vegetasi sederhana pada beberapa kondisi tanaman untuk melihat perbedaan tingkat kehijauan secara relatif.

### 3.8 Gambaran Umum dan Replika Robot Mini Pemantau Vegetasi

Pada subbab ini penulis bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai bentuk fisik dan susunan komponen robot mini pemantau vegetasi yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Gambar replika robot disajikan sebagai ilustrasi awal (prototype concept) untuk memudahkan pemahaman terhadap rancangan sistem secara keseluruhan.

Robot mini dirancang menggunakan chassis beroda yang memungkinkan robot bergerak di area perkarangan rumah. Sensor multi-spektral sederhana ditempatkan pada bagian depan atau bawah robot agar dapat membaca pantulan cahaya dari daun tanaman secara optimal. Mikrokontroler, driver motor, dan sumber daya ditempatkan pada bagian tengah chassis untuk menjaga keseimbangan robot. Sementara itu, layar LCD/OLED dipasang pada bagian atas robot agar hasil pembacaan sensor dapat dilihat secara langsung.

Gambar replika robot ini tidak merepresentasikan bentuk akhir secara detail, namun digunakan sebagai acuan visual awal dalam proses perancangan dan pengembangan sistem robot mini pemantau vegetasi perkarangan.



Gambar 3. 11 Replika Robot mini pemantau vegetasi perkarangan

### **3.9 Metode Pengujian Sistem**

Pengujian sistem meliputi:

1. Pengujian pembacaan sensor multi-spektral
2. Pengujian pergerakan robot
3. Pengujian sensor Ultrasonik
4. Pengujian tampilan data pada LCD

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dari perancangan, implementasi, serta pengujian sistem yang telah dilakukan pada penelitian ini. Pembahasan difokuskan pada kinerja sistem robot mini pemantau vegetasi yang telah dirancang pada bab sebelumnya, mulai dari tahap perakitan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, hingga proses pengujian sistem secara keseluruhan.

Selain itu, pada bab ini juga dilakukan analisis terhadap hasil pengujian yang diperoleh untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsinya sebagai alat pemantau kondisi vegetasi. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap kondisi objek yang diuji, serta mengevaluasi performa sistem dalam berbagai kondisi lingkungan.

Hasil yang diperoleh dari pengujian sistem kemudian dibahas secara sistematis untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibangun. Dengan demikian, melalui bab ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja sistem serta menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan pada bab selanjutnya.

#### **3.1 Hasil Perancangan Sistem**

Hasil perancangan sistem pada penelitian ini berupa sebuah robot mini pemantau vegetasi yang dirancang untuk dapat membaca kondisi tanaman secara langsung melalui pendekatan sensor multi-spektral sederhana. Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja secara otomatis.

Secara umum, sistem yang dibangun terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sistem input, sistem proses, dan sistem output. Sistem input berupa sensor warna (TCS) yang berfungsi untuk membaca nilai RGB dari objek tanaman. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirim ke mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data.

Pada bagian proses, mikrokontroler akan mengolah data RGB yang diperoleh untuk menentukan kondisi tanaman menggunakan pendekatan perbandingan nilai warna. Proses ini dilakukan dengan membandingkan nilai merah dan hijau untuk menghasilkan indikator sederhana dari kondisi vegetasi.

Sedangkan pada bagian output, hasil pengolahan data akan ditampilkan melalui LCD dalam bentuk informasi nilai RGB, nilai NDVI sederhana, serta status kondisi tanaman. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan aktuator berupa motor DC yang memungkinkan robot untuk bergerak dalam melakukan pemantauan area.

Alur kerja sistem secara keseluruhan dimulai dari pembacaan sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga penampilan hasil pada LCD dan pergerakan robot. Dengan adanya integrasi tersebut, sistem mampu bekerja sebagai alat pemantau vegetasi secara sederhana dan real-time.

## **4.2 Hasil Implementasi Sistem**

### **4.2.1 Implementasi Perangkat Keras**

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit seluruh komponen sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Robot dirancang menggunakan chassis beroda yang dilengkapi dengan motor DC sebagai penggerak utama.

Komponen utama yang digunakan antara lain:

- a.** Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem

- b. Sensor warna TCS sebagai pendeteksi nilai RGB
- c. Sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak
- d. Driver motor L298N sebagai pengatur motor
- e. Motor DC sebagai penggerak robot
- f. LCD I2C sebagai media tampilan

Sensor warna ditempatkan di bagian depan robot agar dapat membaca objek secara langsung, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi halangan di depan robot.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terhubung dengan baik dan berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.



Gambar 4. 1 Implementasi Perangkat Keras

#### 4.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program dirancang untuk mengatur seluruh proses kerja sistem mulai dari pembacaan sensor hingga output ke LCD.

Alur kerja sistem adalah sebagai berikut:

1. Sensor membaca nilai RGB dari objek
2. Data dikirim ke mikrokontroler
3. Sistem melakukan pengolahan data
4. Menentukan kondisi tanaman
5. Menampilkan hasil pada LCD

Logika dasar yang digunakan dalam sistem adalah:

- a. Jika nilai hijau lebih besar dari merah maka tanaman di kategorikan sehat
- b. Jika nilai merah lebih besar dari hijau maka tanaman dikategorikan kurang sehat

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fungsi kontrol motor untuk menggerakkan robot secara sederhana dalam melakukan pemantauan area.

```

final.ino
1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
5
6  // =====
7  // TCS230
8  // =====
9  #define S0 2
10 #define S1 3
11 #define S2 4
12 #define S3 5
13 #define sensorOut 6
14
15 int red, green, blue;
16
17 // =====
18 // ULTRASONIK
19 // =====
20 int trig = A0;
21 int echo = A1;
22
23 long duration;
24 int distance;
25
26 // =====
27 // L298N
28 // =====
29 int ENA = 9;
30 int ENB = 10;

```

Gambar 4. 2Implementasi Perangkat Lunak

### 4.3 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dari setiap komponen serta keseluruhan sistem yang telah dirancang.

#### 4.3.1 Pengujian Sensor Warna

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa objek yang berbeda, yaitu:

- a. Daun segar (hijau)
- b. Daun kering

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

- a. Daun segar menghasilkan nilai hijau yang lebih dominan
- b. Daun kering menghasilkan nilai merah yang lebih tinggi

Hal ini menunjukkan bahwa sensor warna mampu membedakan karakteristik objek berdasarkan nilai RGB yang dihasilkan.



Gambar 4. 3 Pengujian Sensor Warna

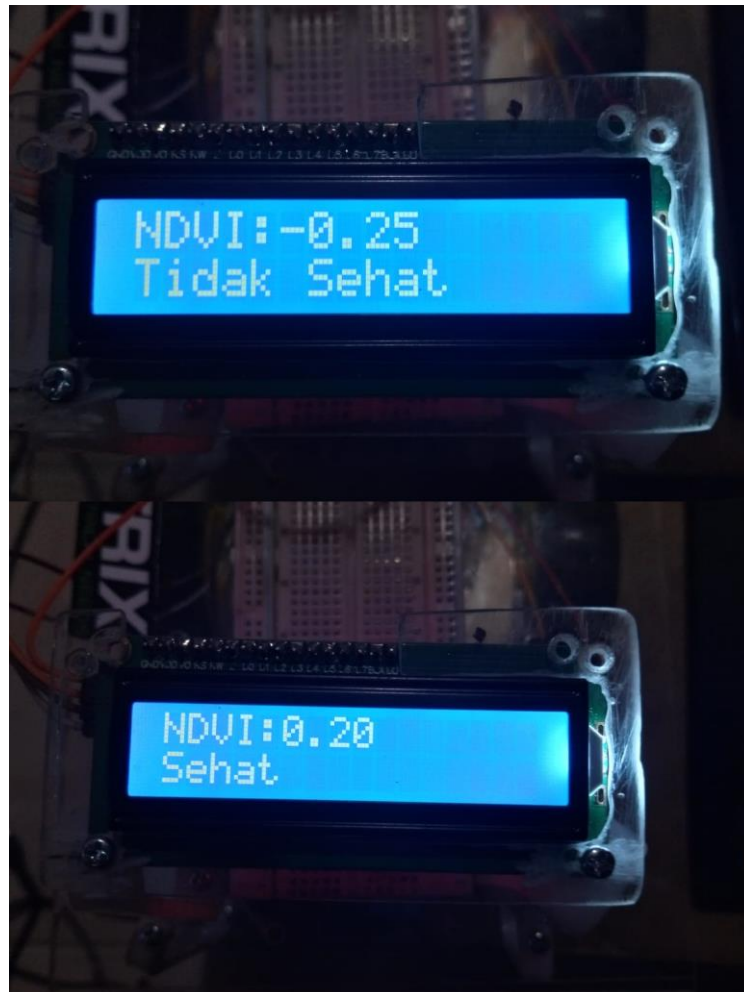
#### 4.3.2 Pengujian Perhitungan NDVI Sederhana

Perhitungan NDVI sederhana dilakukan berdasarkan perbandingan nilai merah dan hijau yang diperoleh dari sensor.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

- a. Nilai NDVI tinggi menunjukkan tanaman dalam kondisi sehat
- b. Nilai NDVI rendah menunjukkan tanaman dalam kondisi kurang sehat

Namun demikian, nilai yang dihasilkan masih bersifat relative dan belum seakurat metode NDVI berbasis sensor professional.



Gambar 4. 4 Pengujian Perhitungan NDVI Sederhana

### 4.3.3 Pengujian Pergerakan Robot

Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi yaitu:

- a. Permukaan datar tanpa hambatan
- b. Permukaan dengan hambatan

Hasil menunjukkan bahwa:

- a. Robot mampu bergerak dengan stabil
- b. Robot dapat berhenti ketika mendeteksi adanya halangan



Gambar 4. 5 Pengujian Pergerakan Robot

#### 4.3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak terhadap objek di depan robot.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

- a. Sensor mampu membaca jarak dengan cukup baik
- b. Robot dapat menghindari tebakran berdasarkan data sensor



Gambar 4. 6 Pengujian Ultra Sonik

#### 4.3.5 Pengujian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan informasi hasil pembacaan sensor.

Informasi yang ditampilkan meliputi:

- a. Nilai RGB
- b. Nilai NDVI sederhana
- c. Status kondisi tanaman

Hasil menunjukkan bahwa LCD mampu menampilkan data secara real-time dan stabil.

#### **4.4 Analisis Sistem**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem robot mini pemantau vegetasi menunjukkan performa yang cukup baik dalam menjalankan fungsinya.

Analisis yang diperoleh antara lain:

- a. Sistem mampu mendeteksi kondisi tanaman secara sederhana
- b. Sensor bekerja sesuai dengan fungsinya
- c. Robot mampu bergerak dan melakukan pemantauan area

Namun terdapat beberapa factor yang mempengaruhi kinerja sistem, yaitu:

- a. Intensitas cahaya lingkungan
- b. Jarak sensor terhadap objek
- c. Warna dan tekstur permukaan objek

#### **4.5 Pembahasan**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor warna sebagai pendekatan sederhana NDVI dapat diterapkan dalam sistem robotic untuk pemantauan vegetasi.

Adapun keunggulan dari sistem ini adalah:

- a. Biaya pembuatan relative rendah
- b. Mudah dirancang dan diimplementasikan

- c. Cocok digunakan sebagai media edukasi

Sedangkan kekurangan dari sistem ini adalah:

- a. Tingkat akurasi masih rendah dibandingkan NDVI professional
- b. Sensitif terhadap kondisi pencahayaan
- c. Sistem masih dalam tahap prototype

Meskipun demikian, sistem yang dibangun telah berhasil menunjukkan konsep dasar pemantauan vegetasi berbasis teknologi robotic secara sederhana.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat diambil Kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem robot mini pemantau vegetasi berbasis sensor warna telah berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mengintegrasikan perangkat keras dan lunak sehingga dapat bekerja secara otomatis.
2. Sensor warna (TCS) yang digunakan mampu membaca nilai RGB dari objek tanaman dan memberikan perbedaan yang cukup jelas antara daun segar, daun kering, dan objek non-tanaman.
3. Metode perbandingan nilai merah dan hijau sebagai pendekatan sederhana NDVI dapat digunakan untuk menentukan kondisi tanaman, meskipun hasil yang diperoleh masih bersifat relative.
4. Sistem robot mampu bergerak dengan baik serta dapat mendeteksi dan menghindari halangan menggunakan sensor ultrasonik.
5. Informasi hasil pengolahan data, seperti nilai RGB, nilai NDVI sederhana, dan status kondisi tanaman, dapat ditampilkan secara real-time melalui LCD.
6. Secara keseluruhan, sistem yang dibangun telah mampu menunjukkan konsep dasar pemantauan vegetasi berbasis teknologi robotic dengan biaya yang relative rendah dan implementasi yang sederhana.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem di masa mendatang, antara lain:

1. Menggunakan sensor multi-spektral yang lebih akurat agar hasil perhitungan NDVI mendekati nilai sebenarnya.
2. Menambahkan sistem kalibrasi terhadap intensitas cahaya untuk mengurangi pengaruh pencahayaan terhadap hasil pembacaan sensor.
3. Mengembangkan sistem navigasi robot yang lebih canggih, seperti menggunakan metode autonomous navigation atau berbasis GPS.
4. Menambahkan fitur penyimpanan data atau integrasi dengan internet of things (IoT) sehingga data pemantauan dapat disimpan dan dianalisis secara lebih lanjut.
5. Mengembangkan tampilan output yang lebih informatif, misalnya menggunakan aplikasi mobile atau dashboard monitoring.
6. Melakukan pengujian sistem pada area yang lebih luas dan kondisi lingkungan yang lebih bervariasi untuk meningkatkan validitas hasil penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, R. S., & Wibowo, S. A. (2025). *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Analisis Fase Pertumbuhan dan Kesehatan Tanaman Padi di Kabupaten Tulang Bawang Barat Berbasis Interpretasi Citra Sentinel - 2A Analysis of Growth Phase and Health of Rice Plants in West Tulang Bawang Regency Based on Sentinel-2A Image Interpretation.*
- Kumar, S. N., Suriyan, K., Jacob, A. T., Varghese, A., & Francis, E. (2025). *Smart farming for a sustainable future : implementing IoT - based systems in precision agriculture.*
- Ngurah, I. G., Surya, P., Liandana, M., & Made, I. (2024). *Penerapan Embedded Fuzzy Dan Internet Of Things Pada Smart Greenhouse Untuk Budidaya Tanaman Cabai. 1(3), 422–427.*
- Nurain, A., Windiyarningsih, C., Alviansyah, M. D., & Gumilar, M. (2023). *Pendampingan Kemandirian Ekonomi Kerakyatan Melalui Program Pertanian Perkotaan " Budikdamber dan Hidroponik Sistem Sumbu ". 1(2), 57–63.*
- Orlando, S., Minacapilli, M., Sarno, M., Carrubba, A., & Motisi, A. (2022). A low-cost multispectral imaging system for the characterisation of soil and small vegetation properties using visible and near-infrared reflectance. *Computers and Electronics in Agriculture, 202(September), 107359.* <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107359>
- Radja, M., & Mude, A. (2025). *Revolusi Pertanian Cerdas Melalui Teknologi Multi Sensor Berbasis IoT. 9(2), 186–195.*
- Syah, H., Hasan, M., Kamarudin A, C., Nurdiana, & Nurjannah. (2022). *Volume : 8 Bulan : Agustus Tahun : 2022 Volume : 8 Nomor : 3 Bulan : Agustus Tahun : 2022. 1093–1099.* <https://doi.org/10.32884/ideas.v8i3.910>
- Tubagus, A. R., & Sabira, A. Y. U. (2023). *PENGGUNAAN SENSOR POSISI PADA PROTOTYPE MOBILE ROBOT PERTANIAN BERBASIS INTERNET OF THINGS.*
- Zhang, J., Liu, J., Zhang, D., Yang, T., Zhang, C., Yu, Q., Cui, X., Fan, X., & Wang, X. (2025). *Scientia Horticulturae High-throughput phenotyping of chinese cabbage using multispectral drone imagery and deep learning for*

morphological , color , and nutritional traits across growth stages. *Scientia Horticulturae*, 346(May), 114172.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2025.114172>

Zhang, Z., Li, P., Zhao, S., Lv, Z., Du, F., & An, Y. (2020). *An Adaptive Vision Navigation Algorithm in Agricultural IoT System for Smart Agricultural Robots*. <https://doi.org/10.32604/cmc.2020.012517>

Zhou, X., Zhang, J., Wu, K., Chen, D., Ma, H., Huang, W., Kong, W., Li, K., Huang, Y., & Shi, P. (2024). A digital sensor with non-imaging multi-spectral and image modules for continuous monitoring of plant growth conditions : Development and validation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 225(November 2023), 109299. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109299>

