

**IMPLEMENTASI IOT DALAM MEMPREDIKSI HASIL PANEN
TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE SMART
(*SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE*)**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

UMI KHOIRUNNISA

NPM. 2109020086



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**IMPLEMENTASI IOT DALAM MEMPREDIKSI HASIL PANEN
TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE SMART
(*SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE*)**

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**

UMI KHOIRUNNISA

NPM. 2109020086

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

MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI IOT DALAM MEMPREDIKSI
HASIL PANEN TANAMAN TOMAT
MENGUNAKAN METODE SMART (*SIMPLE MULTI
ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE*)

Nama Mahasiswa : UMI KHOIRUNNISA

NPM : 2109020086

Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 010903902

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 010903902

Dekan



(Dr. Al Khawarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

IMPLEMENTASI IOT DALAM MEMPREDIKSI HASIL PANEN TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE SMART (*SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE*)

SKRIPSI

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

Medan, 10 September 2025

Yang membuat pernyataan



Umi Khoirunnisa

NPM. 2109020086

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

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

Nama	: Umi Khoirunnisa
NPM	: 2109020086
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**IMPLEMENTASI IOT DALAM MEMPREDIKSI HASIL PANEN
TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE SMART (*SIMPLE
MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE*)**

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, 10 September 2025

Yang membuat pernyataan



Umi Khoirunnisa

NPM. 2109020086

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Umi Khoirunnisa
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 19 Oktober 2002
Alamat Rumah : Jl. Studio Medan Krio
Telepon/Faks/HP : 0895411500626
E-mail : umikhoirunnisa1910@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD	: SD Swasta Panca Budi Medan	TAMAT: 2014
SMP	: SMP Negeri 1 Medan	TAMAT: 2017
SMA	: MA Amsilati Jepara	TAMAT: 2020

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Implementasi IoT Dalam Memprediksi Hasil Panen Tanaman Tomat Menggunakan Metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*)”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Komputer pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI), Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., 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 Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom. Ketua Program Studi Teknologi Informasi serta dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si., M.Kom. Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan bekal ilmu kepada penulis.
6. Terima kasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Alm. Kasrowi Abdul Rosyid dan Ibunda tercinta Titik Ana Kismiati dan abang, kakak, om dan tante saya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah susah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi

dan senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.

7. Terima kasih juga kepada sahabat saya Asmaul Husna yang telah mendukung dan menemani saya dalam proses pengerjaan skripsi ini
8. Member digital forensik yaitu Farah Zhafira Munthe, Suci Indah Ismana, Aqilah Tahara, Julia Namira Nasution, Laila Salsabila, Dea Ikwa Cahya Syahfitri, yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman seperjuangan B1-Teknologi Informasi stambuk 2021, yang selalu memberikan dukungan moral, semangat, dan motivasi.
10. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknologi Informasi khususnya. Amiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 10 September 2025

Penulis



Umi Khoirunnisa

IMPLEMENTASI IOT DALAM MEMPREDIKSI HASIL PANEN TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE SMART (SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE)

ABSTRAK

Tomat (*Lycopersicum esculentum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Permasalahan yang sering dihadapi petani adalah sulitnya memantau kondisi lingkungan tanaman secara real-time sehingga berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode SMART guna memprediksi hasil tanaman tomat berdasarkan parameter lingkungan yang terukur. Pengujian dilakukan pada 30 sampel tanaman tomat dengan dua wilayah dan hasil panen buah tomat yang berbeda. Data yang diperoleh diproses menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) untuk memberikan rekomendasi kondisi optimal pertumbuhan tomat. Berdasarkan hasil pengujian alat dan pengujian sistem menggunakan perhitungan metode SMART menunjukan keputusan hasil panen tanaman tomat yang (optimal) dengan rentang nilai akhir 0.50 - 0.70 terdapat pada 12 tanaman tomat sedangkan keputusan tanaman tomat (tidak optimal) memiliki rentang nilai akhir < 0.50 terdapat pada 18 tanaman tomat.

Kata Kunci: Tomat; *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART); *Internet of Things* (IoT).

**IMPLEMENTATION OF IOT IN PREDICTING TOMATO CROP YIELDS
USING THE SMART METHOD (SIMPLE MULTI
ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE)**

ABSTRACT

*Tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) are one of the horticultural commodities that have high economic value and are widely cultivated in Indonesia. The problem often faced by farmers is the difficulty of monitoring the environmental conditions of plants in real time, which affects the quality and quantity of the harvest. This study aims to implement the Internet of Things (IoT) using the SMART method to predict tomato crop yields based on measurable environmental parameters. Testing was conducted on 30 tomato plant samples from two regions with different tomato yields. The data obtained was processed using the Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) to provide recommendations for optimal tomato growth conditions. Based on the results of the tool testing and system testing using the SMART method calculation, the decision on the (optimal) tomato crop yield with a final value range of 0.50 - 0.70 was found in 12 tomato plants, while the decision on (non-optimal) tomato plants with a final value range of < 0.50 was found in 18 tomato plants.*

Keywords: *Tomatoes; Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART); Internet of Things (IoT).*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>Internet of Things</i> (IoT)	5
2.1.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	6
2.1.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	10
2.2 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)	12
2.2.1 <i>Multi Criteria Decision Making</i> (MCDM).....	13
2.2.2 <i>Metode Simple Multi-Attribute Rating Technique</i> (SMART)	13
2.3 Tomat (<i>Solanum Lycopersicum</i>).....	17
2.4 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Pendekatan Penelitian.....	25
3.2 Tahapan Penelitian	25
3.3 Analisis Masalah	26
3.4 Studi Literatur	27
3.5 Pengumpulan Data	27
3.5.1 Data Primer.....	27
3.5.2 Data Sekunder.....	28
3.6 Analisis Kebutuhan Sistem.....	29
3.7 <i>Use Case Diagram</i>	30

3.8 Perancangan Arsitektur Sistem.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Implementasi Sistem	33
4.2 Perancangan Perangkat Keras	33
4.3 Hasil Pengujian Alat.....	34
4.3.1 Rencana Pengujian.....	35
4.3.2 Hasil Pengujian Perangkat Keras	35
4.4 Perhitungan Metode SMART	37
4.4.1 Perhitungan Bobot untuk Setiap Kriteria	37
4.4.2 Pemberian Nilai pada Setiap Alternatif	38
4.4.3 Perhitungan Nilai <i>Utility</i> Untuk Setiap Alternatif	39
4.4.4 Menghitung Nilai Akhir.....	41
4.4.5 Perangkingan Data	42
4.5 Tampilan Sistem pada Metode <i>Simple Multi Attribute Rating Technique</i> (SMART)	44
4.5.1 Halaman Login	44
4.5.2 Halaman Beranda.....	45
4.5.3 Halaman Alternatif	46
4.5.4 Halaman Data Kriteria	47
4.5.5 Halaman Penilaian	48
4.5.6 Halaman Hasil Akhir, Perangkingan dan Keputusan	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 KESIMPULAN	51
5.2 SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	18
Tabel 3.1 Parameter dan Sensor yang Digunakan	28
Tabel 3.2 Data Kriteria Parameter	28
Tabel 4.1 Penjelasan Pengujian Sistem Pada Perangkat Keras	35
Tabel 4.2 Perhitungan Bobot Setiap Kriteria	37
Tabel 4.3 Nilai Parameter Sensor	38
Tabel 4.4 Tabel Nilai Utility	40
Tabel 4.5 Tabel Nilai Akhir	41
Tabel 4.6 Tabel Perangkingan	42

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32	6
Gambar 2.2 ESP32 Shield	7
Gambar 2.3 Sensor DHT11	7
Gambar 2.4 Sensor pH Tanah	8
Gambar 2.5 LCD 12C	9
Gambar 3.1 Alur Penelitian	26
Gambar 3.2 Use Case Diagram	30
Gambar 3.3 Flowchart Arsitektur Sistem	31
Gambar 4.1 Perancangan Perangkat Keras	34
Gambar 4.2 Pengujian Alat Pada Tanaman Tomat	37
Gambar 4.3 Halaman Login	45
Gambar 4.4 Halaman Beranda	45
Gambar 4.5 Form Input Alternatif	46
Gambar 4.6 Halaman Alternatif	46
Gambar 4.7 Halaman Data Kriteria	47
Gambar 4.8 Form Edit Kriteria	48
Gambar 4.9 Halaman Penilaian	48
Gambar 4.10 Halaman Utility	49
Gambar 4.11 Halaman Hasil Akhir, Perangkingan dan Keputusan	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tomat (*Lycopersicum esculentum*) adalah komoditas sayuran yang dikenal luas oleh masyarakat umum dan memiliki nilai gizi yang tinggi.. Buahnya mengandung vitamin dan mineral. Setiap 100 gram buah tomat mengandung 40 mg vitamin C, 1500 IU vitamin A, 60 mg vitamin B, 30 kalori, 1 g protein, 0,3 g lemak, 4,2 g karbohidrat, 0,5 mg zat besi, dan 5 mg kalsium. Selain dijadikan sayuran dan minuman, karena kandungan mineralnya, tomat juga dapat digunakan sebagai bahan kosmetik dan untuk meningkatkan nafsu makan. Data menunjukkan bahwa produksi tomat pada tahun 2022 sebesar 1,168,744 ton mengalami penurunan pada tahun 2023 menjadi 1,143,788 ton. Tahun 2024 mengalami peningkatan dengan produksi sebesar 1,152,791 ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024).

Ini menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan pertumbuhan tahunan penduduk, produksi tomat masih tidak stabil. Memantau tanaman tomat menggunakan Internet of Things (IoT) dan menggunakan sistem pendukung keputusan untuk mengidentifikasi parameter yang paling mempengaruhi pengukuran stabilitas hasil panen tomat adalah salah satu cara untuk menjaga kestabilan produksi panen tomat. Hal ini akan membantu mempercepat dan menyederhanakan proses pengambilan keputusan dalam memprediksi hasil panen tomat.

Metode SMART adalah pendekatan pengambilan keputusan multi-kriteria yang didasarkan pada gagasan bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria, masing-masing memiliki bobot yang mencerminkan pentingnya relatif terhadap kriteria lain. Untuk mengidentifikasi opsi yang optimal, setiap alternatif dinilai menggunakan pembobotan ini. (Wibowo & Wening, 2023).

Sistem pendukung keputusan pada penelitian ini menerapkan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) untuk membantu melakukan prediksi terhadap hasil panen tomat. Metode SMART dipilih karena memiliki fleksibilitas tinggi dan mampu mengolah data yang tersedia dengan efektif. Melalui penyajian informasi secara *real-time*, teknologi ini berperan dalam mendukung peningkatan produktivitas tanaman tomat dan efisiensi budidaya tomat sekaligus mengurangi kemungkinan gagal panen yang disebabkan oleh faktor tanah, kelembapan berlebih, dan cuaca ekstrem.

Dalam penelitian ini, hasil yang diharapkan adalah penilaian kondisi tanaman tomat menjadi dua kategori, yaitu optimal dan tidak optimal. Penentuan kondisi ini berasal dari data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT. IoT akan merekam data lingkungan secara *real-time* seperti suhu udara, kelembapan tanah dan pH tanah, data yang dikumpulkan akan dilakukan pengolahan menggunakan metode SMART berdasarkan kriteria dan bobot tertentu. Dengan begitu, sistem dapat memberikan keputusan secara otomatis apakah kondisi tanaman saat itu tergolong optimal untuk menghasilkan panen yang baik, atau sebaliknya tidak optimal sehingga memerlukan penanganan lebih lanjut. Memonitoring tanaman tomat berbasis IoT yang sesuai dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen, sehingga berdampak positif pada pendapatan petani.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penelitian ini akan merancang sebuah sistem yang berjudul “**Implementasi IoT Dalam Memprediksi Hasil Panen Tanaman Tomat Menggunakan Metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*)**.” diharapkan menjadi solusi inovatif untuk mengatasi tantangan dalam budidaya tanaman tomat.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara mengintegrasikan IoT dengan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) untuk memprediksi kondisi tanaman tomat ke dalam kategori optimal dan tidak optimal berdasarkan parameter lingkungan?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan memastikan penelitian berjalan secara optimal, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada lingkungan yang terkendali, yaitu lingkup rumah kaca atau area pertanian yang memiliki kebun tomat di Kabupaten Tanah Karo.
2. Objek kajian dalam penelitian ini adalah tanaman tomat.
3. Pengumpulan data lingkungan difokuskan pada parameter suhu udara, kelembaban udara, dan pH tanah yang dihasilkan dari alat IoT.
4. Prediksi hasil panen tanaman tomat dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART).
5. PHP merupakan bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pada penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengintegrasikan teknologi IoT dengan metode SMART dalam memprediksi tanaman tomat, dengan hasil akhir berupa kategori kondisi tanaman ke dalam kategori optimal dan tidak optimal berdasarkan parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembaban udara, dan pH tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih efektif, tepat, dan dapat disesuaikan melalui sistem yang dirancang untuk memprediksi hasil panen tanaman tomat. Dengan memanfaatkan komponen IoT yang diuji langsung pada tanaman tomat, data yang diperoleh akan diolah menggunakan sistem pendukung keputusan guna menganalisis kualitas tanaman tomat serta memberikan informasi yang tepat mengenai kesiapan panen untuk mengurangi resiko gagal panen.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat saling bertukar data secara otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Menurut (Junaidi & Ramadhani, 2024), IoT dirancang untuk mempermudah pekerjaan sehari-hari dan meningkatkan efisiensi melalui konektivitas berbagai perangkat berbasis jaringan internet, yang sangat potensial untuk mentransformasi sektor pertanian menjadi lebih produktif dan berkelanjutan.

(Suhartono et al., 2023) menjelaskan bahwa IoT dalam sektor pertanian diterapkan melalui perangkat seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator yang mampu mengontrol serta memonitor lingkungan mikro secara *real-time*, termasuk pemupukan otomatis dan pengukuran kelembaban serta suhu tanaman.

(Rafida et al., 2023) mendefinisikan IoT sebagai teknologi yang menginformasikan kondisi tanaman dan lingkungan secara otomatis melalui berbagai sensor (kelembaban, pH, suhu) yang terhubung ke sistem monitoring berbasis web, sehingga membantu meningkatkan efisiensi dan hasil pertanian secara signifikan.

2.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut adalah perangkat dan komponen yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian ini.

a. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* sebagai generasi penerus dari ESP8266. Mikrokontroler ini telah dilengkapi dengan modul *WiFi* terintegrasi di dalam *chip*-nya, sehingga sangat cocok dan mendukung pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) (Savitri & Is, 2022).



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32

Sumber: Google

b. ESP32 *Shield*

ESP32 *Shield* merupakan perangkat tambahan yang berfungsi untuk mempermudah penggunaan ESP32*. Dengan menggunakan *shield* ini, jumlah pin pada ESP32 dapat diperluas, sehingga saat merancang suatu alat tidak lagi memerlukan papan *breadboard*. Perangkat ini juga dilengkapi dengan berbagai jenis pin *header*, seperti 5 Volt, 3,3 Volt, serta. Penggunaannya pun cukup sederhana, yaitu dengan menempatkan mikrokontroler ESP32 pada slot yang telah disediakan di bagian atas ESP32 *Shield* (Purnama & Sitohang, 2022).

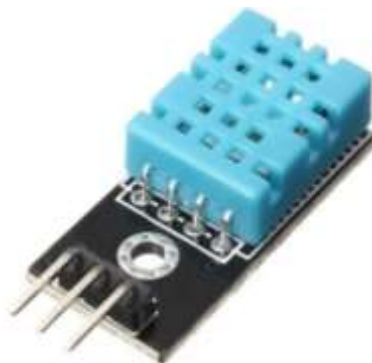


Gambar 2.2 ESP32 Shield

Sumber: Google

c. Sensor DHT11 (Suhu dan kelembaban udara)

DHT11 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar dengan tingkat stabilitas dan akurasi kalibrasi yang tinggi. Sensor ini memiliki keunggulan dalam hal kecepatan respon, kemampuan pembacaan data yang cepat, serta ketahanan terhadap gangguan (*anti-interference*). Dengan desain yang ringkas dan kemampuan transmisi sinyal hingga jarak 20 meter, DHT11 sangat mudah digunakan dan ideal untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembapan (Pratifi et al., 2024).



Gambar 2.3 Sensor DHT11

Sumber: Google

d. Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui karakteristik keasaman (*acid*) atau basa (*alkaline*) suatu tanah. Sensor pH tanah berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman tanah, di mana nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan kondisi asam, nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan kondisi basa, dan nilai $\text{pH} = 7$ menandakan kondisi netral. Sensor ini dapat dihubungkan ke Arduino dengan menggunakan kabel hitam sebagai *output* dan kabel putih sebagai *ground*. Sensor akan bekerja ketika ditancapkan ke dalam tanah, kemudian membaca dan mengirimkan data mengenai kadar pH tanah tersebut (Defriza, 2023).



Gambar 2.4 Sensor pH Tanah

Sumber: Google

e. LCD 12C

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu jenis tampilan elektronik yang menggunakan teknologi CMOS *logic*. Layar ini tidak menghasilkan cahaya sendiri, melainkan memanfaatkan cahaya dari lingkungan sekitar melalui pantulan (*front-lit*) atau menyalurkan cahaya dari sumber belakang (*back-lit*) untuk menampilkan gambar atau informasi (Rahman et al., 2021).



Gambar 2.5 LCD 12C

Sumber: Google

f. Kabel *Micro* USB

Sebuah standar industri yang disebut Universal Serial Bus (USB) memungkinkan berbagai jenis perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain dan berbagi daya. Untuk transfer data dan penyediaan daya dari dan ke host, seperti komputer pribadi, ke dan dari perangkat periferal, termasuk layar, keyboard, dan perangkat penyimpanan massal, standar ini menjabarkan arsitekturnya, terutama antarmuka dan protokol komunikasinya. (Wikipedia contributors, 2025).

g. *Power Supply* DC (Adaptor)

Sebuah rangkaian elektronik yang mengubah tegangan listrik tinggi menjadi tegangan lebih rendah atau rangkaian yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) disebut adaptor. Salah satu bagian penting dari peralatan elektronik adalah catu daya atau adaptor. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi kecil antara 3 Volt sampai 12 Volt sesuai kebutuhan alat elektronika. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem *trafo step down* dan adaptor *sistem switching* (Azhar et al., 2022).

h. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* berfungsi untuk menghubungkan berbagai komponen pada *breadboard* tanpa memerlukan proses penyolderan. Kabel ini memiliki pin atau konektor di kedua ujungnya, di mana konektor *male* digunakan untuk memasukkan pin, sedangkan konektor *female* digunakan untuk menerima pin. Berdasarkan jenis konektornya, kabel jumper dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu *male to male*, *male to female*, dan *female to female*.

2.1.2 Perangkat Lunak (Software)

a. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan aplikasi bawaan Arduino yang dapat mengendalikan mikro *single-board* yang bersifat *open source* yang dibangun untuk memperlancar user. Program dapat dibuat, dibuka, dikompilasi, dan di-*upload* ke *board* Arduino menggunakan perangkat lunak Arduino. Aplikasi Arduino IDE dirancang untuk membantu pengguna membuat berbagai aplikasi dengan

lebih mudah. Pengguna baru dapat meninjau berbagai fungsi Arduino IDE, yang menggunakan bahasa pemrograman C/C++ (Nizam et al., 2022).

b. *Visual Studio Code*

Visual Studio Code merupakan editor teks yang ringan namun *powerful*, dikembangkan oleh *Microsoft* dan dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi, termasuk *Linux*, *macOS*, dan *Windows*. Teks editor ini secara langsung mendukung bahasa pemrograman *JavaScript*, *Typescript*, dan *Node.js*, serta bahasa pemrograman lainnya dengan bantuan *plugin* yang dapat dipasang melalui *market place* *Visual Studio Code* seperti C++, C#, Python, Go, Java (Martin & Dr. Yohanes Dewanto, 2023).

c. XAMPP

XAMPP merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk menjalankan *website* berbasis PHP dengan menggunakan *MySQL* sebagai pengelola basis datanya secara lokal di komputer. Perangkat lunak ini berperan sebagai *web server* yang memungkinkan pengguna mengembangkan dan menguji aplikasi web tanpa memerlukan server online (Diknawaty et al., 2023)

d. Google Chrome

Google Chrome merupakan peramban web lintas *platform* yang dikembangkan oleh Google. Browser ini pertama kali diluncurkan untuk Microsoft Windows pada tahun 2008, kemudian dikembangkan untuk sistem operasi lain seperti *Linux*, *macOS*, *iOS*, dan *Android*. Pada penelitian ini digunakan versi Google Chrome 138.0.7204.158. Beberapa fitur yang

dapat diakses melalui Google Chrome antara lain *Extension*, Aplikasi Chrome, dan Tema (Rafi, 2024).

2.2 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem pendukung keputusan merupakan sistem berbasis komputer yang tersusun atas beberapa komponen yang saling berinteraksi, yaitu sistem bahasa, sistem pengetahuan, dan sistem pemrosesan masalah. Untuk mempermudah pengambil keputusan dalam menilai suatu permasalahan secara lebih cepat dan tepat, sistem pendukung keputusan menyajikan informasi yang relevan dan penting berdasarkan data yang telah diolah sebelumnya. (Husna & Hutagalung, 2024).

Konsep sistem pendukung keputusan pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1970-an oleh Scott Morton. Scott Morton mendefinisikan sistem pendukung keputusan sebagai “sistem berbasis komputer interaktif, yang membantu para pengambil keputusan untuk menggunakan data dan berbagai model untuk memecahkan masalah-masalah tidak terstruktur”. Sistem pendukung keputusan dirancang untuk mendukung setiap tahap dalam proses pengambilan keputusan, mulai dari identifikasi masalah, pemilihan data yang relevan, penentuan metode atau pendekatan yang digunakan, hingga evaluasi terhadap alternatif keputusan yang dipilih (Yuswardi et al., 2022).

Sistem pendukung keputusan dapat memberikan beberapa kelebihan yaitu (Hutahaeen.J et al., 2023)

1. Menambah kemampuan pengambil keputusan dalam mengolah data dan informasi guna mendukung proses pengambilan keputusan.

2. Mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan, terutama pada kasus yang bersifat kompleks dan tidak terstruktur.
3. Mampu menghasilkan solusi dengan lebih cepat serta memberikan hasil yang dapat dipercaya.
4. Menyediakan berbagai alternatif dalam proses pengambilan keputusan; meskipun sistem pendukung keputusan (SPK) tidak dapat sepenuhnya menyelesaikan masalah, sistem ini tetap berguna sebagai alat bantu untuk memahami situasi secara lebih mendalam.
5. Menumbuhkan kepercayaan diri pengambil keputusan terhadap keputusan yang diambil.
6. Memberikan nilai tambah kompetitif bagi organisasi melalui efisiensi waktu, tenaga, dan biaya.

2.2.1 *Multi Criteria Decision Making (MCDM)*

Multi Criteria Decision Making (MCDM) merupakan proses pengambilan keputusan yang mempertimbangkan berbagai kriteria atau faktor dalam menilai setiap alternatif keputusan. Dalam metode ini, setiap kriteria diberi bobot yang berbeda sesuai dengan tingkat kepentingannya terhadap hasil keputusan. Tujuan utama dari MCDM adalah untuk menentukan alternatif terbaik yang paling memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Secara umum, MCDM digunakan sebagai metode pengambilan keputusan yang melibatkan banyak aspek atau pertimbangan secara simultan (Sudipa et al., 2023).

2.2.2 *Metode Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)*

- a. Pengertian Metode SMART

SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) adalah metode pengambilan keputusan dengan banyak kriteria (*multi-kriteria*) yang dikembangkan oleh Edward pada tahun 1997. Metode ini berlandaskan pada konsep bahwa setiap alternatif memiliki sejumlah kriteria dengan nilai tertentu, dan setiap kriteria diberi bobot yang mencerminkan tingkat kepentingannya dibandingkan dengan kriteria lainnya (Siregar & Nasution, 2023).

Rumus utama dalam *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) digunakan untuk menghitung nilai preferensi total (U) dari setiap alternatif, yang diperoleh dengan menjumlahkan nilai utilitas yang telah dinormalisasi pada masing-masing kriteria dan dikalikan dengan bobot kriteria yang bersangkutan. Rumusnya adalah:

$$U = \sum (w_i * u_i) \quad (2.1)$$

Keterangan :

U : adalah nilai preferensi total untuk suatu alternatif.

w_i : adalah bobot dari kriteria ke- i .

u_i : adalah nilai utilitas yang dinormalisasi dari alternatif pada kriteria ke- i .

$\sum$: adalah simbol penjumlahan untuk semua kriteria.

b. Kelebihan dan Kekurangan Metode SMART

Berikut adalah beberapa keunggulan metode SMART dibandingkan dengan metode pengambilan keputusan lainnya:

1. Metode SMART memungkinkan penambahan atau penghapusan alternatif tanpa memengaruhi hasil pembobotan, karena setiap alternatif bersifat independen dan tidak bergantung pada pilihan lainnya.

2. Perhitungan dalam metode SMART tergolong sederhana sehingga tidak memerlukan pemahaman matematika yang kompleks atau perhitungan rumit.
3. Metode SMART memudahkan pengguna dalam memvisualisasikan proses analisis antara alternatif dan kriteria, sehingga membantu memahami dasar pemilihan alternatif. Tahapan implementasi SMART dimulai dari pendefinisian kriteria, pemberian bobot, hingga penentuan nilai pada setiap alternatif.

Berikut merupakan kekurangan metode SMART dalam pengambilan keputusan.

1. Prosedur untuk menentukan pekerjaan cukup sulit dan tidak terlalu ramah, mengingat kerangka kerja yang rumit bagi pengguna.
2. Metode SMART mudah digunakan ketika ada cukup banyak informasi, dan dapat diakses secara terbuka, tersedia untuk pengambil keputusan.
3. Ditekankan bahwa perbandingan tingkat kepentingan suatu atribut menjadi tidak bermakna apabila tidak mencerminkan rentang konsekuensi yang ada.
4. Salah satu kelemahan metode ini adalah tidak mempertimbangkan hubungan timbal balik antar parameter yang mungkin saling memengaruhi.
5. Peringkat antar alternatif bersifat tidak relatif, artinya penambahan atau pengurangan jumlah alternatif tidak akan mengubah nilai keputusan dari alternatif yang sudah ada.
6. Jika jumlah atribut terlalu banyak, maka penerapan dan pemeliharaan metode SMART menjadi rumit dan sulit dilakukan (Fikri, 2023).

c. Langkah Penyelesaian Metode SMART

1. Menetapkan jumlah serta jenis kriteria yang digunakan, baik *cost* maupun *benefit*.
2. Sistem secara otomatis memberikan skala penilaian **0–100** berdasarkan prioritas yang telah dimasukkan, kemudian dilakukan proses **normalisasi**.

$$Normalisasi = \frac{w_j}{\sum w_j} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} w_j &= \text{Nilai bobot dari suatu kriteria} \\ \sum w_j &= \text{Total jumlah bobot dari semua kriteria} \end{aligned}$$

3. Menentukan kriteria untuk setiap alternatif sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan.
4. Memberikan nilai kriteria pada masing-masing alternatif.
5. Menghitung nilai utilitas untuk setiap kriteria pada tiap alternatif, di mana nilai tersebut bergantung pada jenis kriteria yang digunakan.

- 1) Kriteria Biaya (*cost*). Kriteria yang bersifat: “lebih kecil lebih baik”

$$ui(ai) = 100 \frac{(C_{max} - C_{out\ i})}{(C_{max} - C_{min})} \% \quad (2.3)$$

- 2) Kriteria Keuntungan (*benefit*). Kriteria yang bersifat: “lebih besar lebih baik”

$$ui(ai) = 100 \frac{(C_{out\ i} - C_{min})}{(C_{max} - C_{min})} \% \quad (2.4)$$

Keterangan:

$ui(ai)$: nilai *utility* kriteria ke-i untuk kriteria ke-i

C_{max} : nilai kriteria maksimal

C_{min} : nilai kriteria minimal

$C_{out\ i}$: nilai kriteria ke-i

6. Hitung nilai akhir setiap alternatif pada masing-masing kriteria.

$$u(ai) = \sum_{j=1}^m w_j u_i(ai) \quad (2.5)$$

Keterangan:

$u(ai)$: nilai total alternatif

w_j : hasil dari normalisasi bobot kriteria

$u_i(ai)$: hasil penentuan nilai *utility*

2.3 Tomat (*Solanum Lycopersicum*)

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan tanaman hortikultura semusim yang termasuk dalam famili *Solanaceae*. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi serta kandungan gizi yang tinggi, hal ini disebabkan oleh kandungannya yang kaya akan berbagai vitamin dan mineral penting, seperti vitamin A, vitamin C, serta likopen, yang berperan sebagai antioksidan.

Tomat juga dikenal sebagai tanaman yang adaptif terhadap berbagai kondisi agroklimat, dapat dibudidayakan di dataran rendah maupun tinggi, serta memiliki siklus hidup pendek dengan hasil panen yang relatif cepat, menjadikannya cocok untuk dikembangkan oleh petani di Indonesia (Assadiyah et al., 2023)

Secara morfologis, tanaman tomat memiliki batang tegak atau merambat, daun majemuk menyirip, bunga berbentuk bintang, dan buah yang bervariasi bentuk serta warnanya tergantung varietas. Tomat diklasifikasikan sebagai tanaman subtropis yang membutuhkan suhu ideal antara 20–27°C dan pencahayaan penuh untuk pertumbuhan optimal. Selain itu, kebutuhan air yang cukup dan drainase yang baik menjadi faktor penting dalam budidaya tomat secara intensif (Nuraisyah et al., 2023).

2.4 Penelitian Terdahulu

Penulis menggunakan penelitian sebelumnya sebagai salah satu sumber saat melakukan penelitian, yang memungkinkan penulis untuk meningkatkan teori-teori yang digunakan. Penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang identik dengan studi yang dilakukan. Namun, penulis memilih beberapa penelitian terdahulu sebagai acuan untuk memperkaya isi dari penelitian ini. Terkait dengan topik yang diangkat, berikut disajikan beberapa penelitian sebelumnya yang telah dipublikasikan dalam berbagai jurnal.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Muhammad Fikri	Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Penghargaan Pegawai Aparatur Sipil Negara (ASN) Berprestasi Menggunakan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) (Studi Kasus Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia)	Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pendukung keputusan (SPK) dalam pemberian penghargaan bagi pegawai Aparatur Sipil Negara (ASN) berprestasi di Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia (Kemlu RI). Masalah utama yang diidentifikasi adalah belum adanya sistem khusus untuk penghargaan internal ASN, sehingga selama ini Kemlu RI hanya mengandalkan penghargaan eksternal dari instansi lain. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi sistem pendukung keputusan yang

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			berfungsi membantu Subdivisi Penghargaan, Disiplin, dan Pensiun dalam melakukan seleksi ASN berprestasi secara lebih akurat, efisien, dan objektif. Sistem diuji menggunakan metode White Box dan Black Box Testing dan dinyatakan berhasil menjalankan fungsi-fungsinya dengan baik sesuai spesifikasi.
2	Vito Hafizh Cahaya Putra¹, Muhammad Al-Husaini², Ari Purno Wahyu³, Agung Rachmat Raharja⁴	Perancangan Sistem Monitoring Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Algoritma Random Forest Regression untuk Deteksi Ketinggian pada Tanaman Tomat Cherry	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring tanaman tomat cherry berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor lingkungan, mikrokontroler ESP32, dan algoritma Random Forest Regression mampu memantau parameter lingkungan secara real-time dan memprediksi tinggi tanaman dengan akurasi yang baik (MSE=0.8294, R²=0.8939). Sistem ini juga dilengkapi fitur notifikasi melalui Telegram dan tampilan data di layar LCD, serta telah

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			melalui pengujian black box yang menunjukkan fungsi berjalan optimal. Penggunaan platform cloud seperti Thingspeak dan Google Colab memungkinkan pengolahan data yang efisien. Meskipun demikian, terdapat kelemahan terkait kestabilan koneksi Wi-Fi dan penggunaan perangkat simulasi, yang disarankan untuk diperbaiki dengan perangkat fisik dan protokol MQTT di masa depan. Secara keseluruhan, sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian cerdas berbasis IoT dan machine learning.
3	Desi Anggreyani	Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu, dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Tomat Berbasis Internet of Things	Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatis yang dapat memantau kondisi suhu dan kelembaban tanah serta melakukan penyiraman secara mandiri menggunakan teknologi Internet of Things (IoT).

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			Sistem ini dibangun menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, serta sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan monitoring dan penyiraman otomatis berdasarkan parameter yang ditentukan, yaitu suhu lebih dari 29°C dan kelembaban udara di bawah 50%, serta kelembaban tanah di bawah 30%. Data sensor ditampilkan melalui website secara real-time, dan pengujian menunjukkan sistem bekerja secara efektif dengan tingkat kesalahan pembacaan sensor suhu sebesar 0,92%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem pemantauan dan penyiraman otomatis berbasis IoT mampu

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			membantu petani dalam merawat tanaman tomat dengan lebih efisien serta mengurangi kemungkinan terjadinya gagal panen.
4	Junia Vitasari ¹ , Rangga Raditya Nugroho ² , Muhammad Andra Kusuma Ramadhan ³ Owen Pratama Endramawan ⁴ , Mochammad Rifki Ulil Albaab ⁵	Smart Conveyor Real-Time Sort Rotten Tomatoes With Deep Learning Method Integrated IoT Control	Penelitian ini mengembangkan sistem konveyor pintar berbasis IoT dan deep learning untuk proses sortir tomat secara otomatis dan real-time. Sistem ini memanfaatkan kamera dan model SSD MobileNet V2 untuk mendeteksi serta mengklasifikasikan tomat ke dalam tiga kategori berdasarkan warna dan tingkat kerusakan: merah (matang), hijau (belum matang), dan busuk. Data sebanyak 3000 citra diolah melalui proses preprocessing dan pelatihan selama 60 epoch, menghasilkan tingkat akurasi sekitar 94%. Sistem ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam proses

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			penyortiran, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, serta mendukung pemenuhan permintaan pasar yang terus meningkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan tomat dengan tingkat akurasi yang baik, meskipun masih diperlukan pengujian lebih lanjut dan peningkatan akurasi untuk menangani variasi ukuran dan tekstur tomat yang lebih beragam.
5	Muhammad Reza Fahlevi¹, Dini Ridha Dwiki Putri², Ulfah Indriani³, Fetty Ade Putri⁴, Farhan Sya'bandi Nasution⁵	Penerapan Metode SMART Dalam Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Benih Tomat	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode SMART dalam sistem pendukung keputusan berhasil merekomendasikan benih tomat terbaik dengan tingkat akurasi sebesar 81,7%. Benih "Gandhi F1" Ditetapkan sebagai alternatif terbaik berdasarkan evaluasi terhadap berbagai kriteria, seperti jenis dataran, umur panen, potensi hasil, bobot buah, serta ketahanan

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			terhadap penyakit. Sistem ini terbukti efektif dalam membantu petani memilih benih yang sesuai dengan kondisi agroklimat wilayah setempat,

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Skripsi ini menerapkan pendekatan penelitian kuantitatif, yang dipilih karena mampu mengukur dan menganalisis data numerik secara objektif. Sensor IoT yang dipasang di kebun tomat untuk mengukur suhu, kelembapan, dan pH tanah digunakan untuk mengumpulkan data bagi penelitian ini. Data ini kemudian diolah menggunakan metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) sebagai bagian dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Metode SMART memberikan penilaian berbobot pada setiap kriteria pertumbuhan tomat, yang digunakan untuk memprediksi hasil panen secara lebih akurat. Hasil akhir berupa prediksi optimal dan tidak optimal hasil panen tomat berdasarkan parameter lingkungan.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan yang ditempuh dalam pelaksanaan penelitian diuraikan dalam alur penelitian yang sesuai dengan judul penelitian guna menghasilkan penelitian berkualitas tinggi yang sejalan dengan tujuan investigasi. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1, tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3 Analisis Masalah

Penelitian ini diawali dari identifikasi permasalahan pada proses budidaya tomat, khususnya dalam hal prediksi hasil panen yang selama ini masih dilakukan secara manual dan subjektif. Petani cenderung mengandalkan pengalaman dan perkiraan tanpa dukungan data lingkungan yang akurat dan *real-time*, seperti

suhu, kelembapan tanah, dan pH tanah. Kurangnya sistem yang mampu memberikan rekomendasi berbasis data menyebabkan keputusan dalam pengaturan irigasi, pemupukan, dan waktu panen menjadi kurang optimal, yang berujung pada ketidakstabilan hasil panen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini dirancang dengan membangun alur sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi guna mengumpulkan data lingkungan secara *real-time*. Selanjutnya, Sistem Pendukung Keputusan memanfaatkan metode SMART untuk menganalisis data tersebut dan menghasilkan prediksi hasil panen yang lebih akurat.

3.4 Studi Literatur

Penulis melakukan studi pustaka dengan menelusuri landasan teori yang berkaitan dengan topik penelitian melalui berbagai sumber.

3.5 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi yang tepat dan relevan. mengenai kondisi lingkungan yang memengaruhi hasil panen tanaman tomat, serta dasar ilmiah untuk penentuan kriteria dan bobot dalam metode SMART. Data yang dihimpun mencakup data *primer* dan data *sekunder*, yang berfungsi sebagai *input* dalam sistem untuk memprediksi hasil panen.

3.5.1 Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung melalui pengamatan atau pengambilan data di lapangan. melalui instalasi sensor-sensor IoT yang digunakan untuk memantau parameter lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan hasil panen tomat. Sensor yang digunakan antara lain

sensor suhu dan kelembaban udara (DHT11), sensor pH Tanah. Data ini digunakan sebagai input utama dalam proses pengambilan keputusan oleh sistem SPK.

Tabel 3.1 Parameter dan Sensor yang Digunakan

No.	Parameter	Sensor yang digunakan	Satuan	Fungsi
1	Suhu udara	DHT11	°C	Menentukan pengaruh suhu terhadap pertumbuhan dan kematangan buah
2	Kelembaban udara	DHT11	%	Memengaruhi proses fotosintesis dan ketahanan penyakit
3	pH tanah	Sensor pH tanah	pH	Mengukur Tingkat keasaman atau kebasaan tanah

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan melalui kajian literatur yang bersumber dari berbagai jurnal nasional relevan yang diterbitkan pada rentang waktu tahun 2020 hingga 2025. Data ini digunakan untuk menetapkan kriteria dalam metode SMART untuk menentukan hasil keputusan. Berikut ini disediakan gambaran umum tentang data sekunder yang digunakan:

Tabel 3.2 Data Kriteria Parameter

No	Parameter	Rentang Nilai	Kategori Kondisi
1	Suhu Udara (°C)	< 18 & > 30	Tidak Optimal
		25 – 30	Optimal
2	Kelembaban Udara (%)	< 40 & > 80	Tidak Optimal
		60 – 80	Optimal

3	pH Tanah	< 5,5 > 6,8	Tidak Optimal
		6,0 – 6,8	Optimal

3.6 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan sebagai dasar dalam merancang dan mengembangkan sistem prediksi hasil panen tomat berbasis *Internet of Things* (IoT) serta Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan menerapkan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART). Analisis ini meliputi identifikasi kebutuhan fungsional maupun non-fungsional, serta spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan agar sistem dapat bekerja secara optimal dan mendukung tercapainya tujuan penelitian.

a. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

1. ESP32 (*Microcontroller*)
2. ESP32 *Shield*
3. Sensor DHT11
4. Sensor pH Tanah
5. *Liquid Crystal Display* I2C
6. *Power Supply*
7. Kabel *Jumper*
8. Kabel *Micro USB*
9. Laptop ASUS A455L dengan spesifikasi Intel® Core™ i7-5500U CPU @ 2.40GHz dan 4GB RAM.

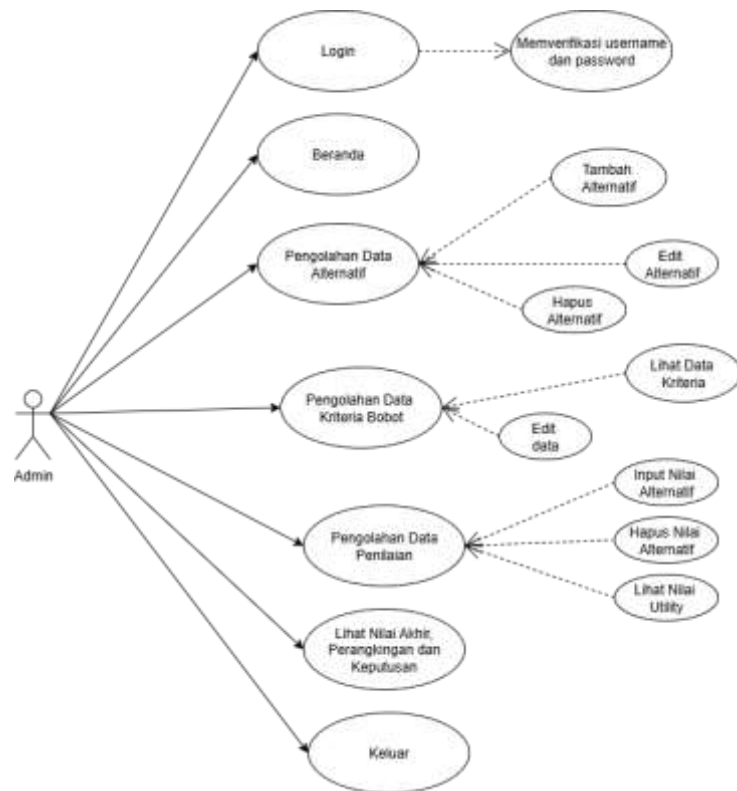
b. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

1. Arduino IDE
2. XAMPP
3. Visual Studio Code

4. Google Chrome

3.7 Use Case Diagram

Tujuan utama dari *Use Case Diagram* ialah untuk menggambarkan layanan atau fungsi yang harus ditawarkan oleh sistem.



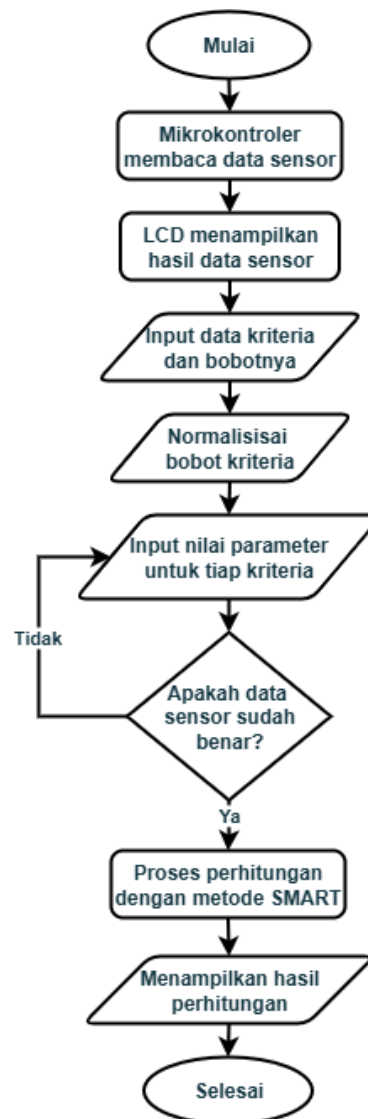
Gambar 3.2 Use Case Diagram

Dengan menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART), *Use case diagram* admin dapat mengelola data bobot kriteria, login, data alternatif, dan hasil perhitungan. Diagram ini juga dapat menentukan hasil skor akhir, perangkingan, dan keputusan hasil panen tomat yang optimal dan tidak optimal.

3.8 Perancangan Arsitektur Sistem

Pada tahap perancangan arsitektur sistem ini, disusun alur kerja sistem dan perangkat keras yang digunakan dalam proses pengumpulan data lingkungan

menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT), yang selanjutnya diolah oleh Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk memprediksi hasil panen tanaman tomat. Alur ini mencakup tahapan mulai dari pembacaan data sensor, input data ke SPK, hingga perhitungan keputusan menggunakan metode SMART. Rancangan arsitektur sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Flowchart Arsitektur Sistem

Pada gambar 3.3 menggambarkan alur perancangan arsitektur sistem yang menunjukkan bahwa :

1. Mikrokontroler membaca data lingkungan pada tanaman tomat menggunakan sensor-sensor yang telah terpasang
2. Data yang dibaca oleh sensor ditampilkan secara langsung melalui modul LCD sebagai informasi awal bagi pengguna.
3. Lalu pengguna menginput kriteria yang akan digunakan beserta bobot masing-masing berdasarkan tingkat kepentingannya, serta melakukan normalisasi bobot agar total bobot seluruh kriteria bernilai 1, nilai parameter berdasarkan data sensor untuk setiap kriteria.
4. Apabila nilai parameter telah sesuai, sistem akan melanjutkan proses perhitungan dengan menggunakan metode SMART.
5. Sistem menampilkan skor akhir, perbandingan, dan keputusan, kemudian selesai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

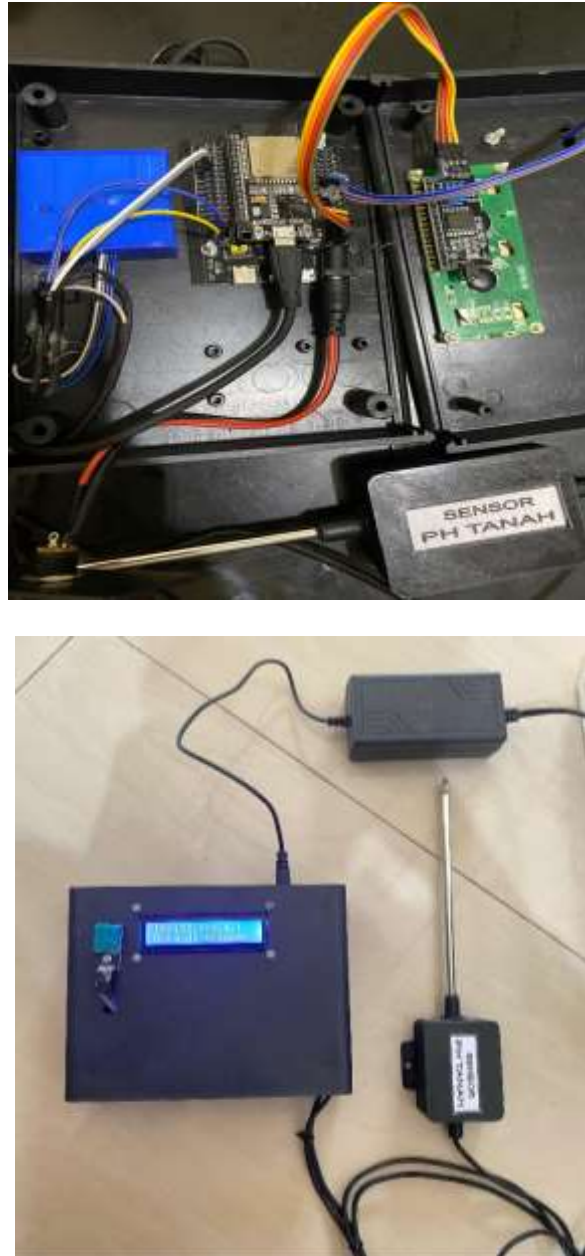
4.1 Implementasi Sistem

Setelah tahap analisis dan perancangan sistem selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi sistem. Selama tahap ini, kinerja sistem harus dinilai untuk memastikan bahwa sistem memenuhi kriteria dan untuk menemukan kekurangan yang ada. Bab ini dapat menjelaskan bagaimana Sistem Pendukung Keputusan (DSS) diimplementasikan dan bagaimana alat-alatnya diuji.

Hasil prediksi ini menjadi dasar bagi sistem dalam memberikan rekomendasi kepada petani terkait hasil panen yang optimal dan tindakan yang perlu dilakukan. Implementasi juga mencakup pengembangan antarmuka pengguna yang sederhana dan responsif, sehingga petani dapat dengan mudah memantau kondisi tanaman dan menerima informasi prediksi melalui perangkat seperti smartphone atau komputer. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan baik, sensor beroperasi secara akurat, dan rekomendasi yang dihasilkan dapat membantu proses pengambilan keputusan di lapangan.

4.2 Perancangan Perangkat Keras

Proses instalasi perangkat keras atau perakitan alat dilakukan untuk menguji tanaman tomat dengan tujuan memprediksi kondisi tanaman tomat yang optimal menggunakan sensor DHT11, pH Tanah, ESP32 *sheild*, LCD 12C dan perangkat keras pendukung lainnya. Perangkat keras yang telah dirangkai secara keseluruhan pada pengujian tanaman tomat dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perancangan Perangkat Keras

4.3 Hasil Pengujian Alat

Tahap pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat lunak dan perangkat keras beroperasi dengan baik sesuai dengan rancangan sistem. Alat pengujian tanaman tomat berjalan secara otomatis. Masing-masing sensor telah diuji seperti sensor suhu udara, pH tanah, dan kelembaban udara tidak memiliki masalah error pada sistem.

Hasil pengujian alat dalam memprediksi kondisi tanaman tomat berbasis IoT sesuai dengan harapan serta menunjukkan kesesuaian dengan ekspektasi sistem pendukung keputusan, yang mampu memberikan rekomendasi terkait panen tomat, baik yang optimal maupun tidak optimal.

4.3.1 Rencana Pengujian

Berikut adalah topik-topik yang akan diujikan dalam rencana pengujian.

Tabel 4.1 Penjelasan Pengujian Sistem Pada Perangkat Keras

Kelas Uji	Butir Uji	Hasil Uji Coba
Sensor DHT11	Akurasi Suhu dan Kelembaban	Sensor akan mendeteksi suhu dan kelembapan dan ditampilkan melalui LCD
pH Tanah	Akurasi Sampel Tanah	Sensor akan mendeteksi keasaman tanah dan ditampilkan melalui LCD
ESP32 <i>sheild</i>	Konektifitas Wi-Fi	Wifi akan terkoneksi dan mengirimkan data sensor.

4.3.2 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian ini sensor bekerja dengan baik dan suhu yang terdeteksi dapat menampilkan data sensor di LCD. Pengujian dilakukan pada 30 sampel tanaman tomat dan melakukan pengujian pada dua wilayah kebun tomat yang berbeda.

Sensor pH tanah berfungsi dengan baik dan mampu memberikan informasi secara *real-time* saat terjadi perubahan pada tingkat keasaman tanah. Sensor DHT11 mendeteksi kondisi suhu dan kelembaban udara dengan baik, Sensor dapat memberikan informasi data sensor secara *real-time* untuk memberikan hasil apakah kondisi tanah dalam keadaan kering atau lembab.

Data yang diperoleh akan diolah ke dalam sistem pendukung keputusan sehingga dapat memberikan keputusan pada hasil panen tomat yang optimal dan tidak optimal.





Gambar 4.2 Pengujian Alat Pada Tanaman Tomat

4.4 Perhitungan Metode SMART

Terdapat lima tahapan yang harus dilalui dalam perhitungan menggunakan metode SMART. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungannya.

4.4.1 Perhitungan Bobot untuk Setiap Kriteria

Langkah selanjutnya adalah menghitung bobot (w_j) setelah mengumpulkan data kriteria, nilai kriteria, dan alternatif. Setiap nilai kriteria akan dinormalisasi dengan membaginya terhadap total seluruh nilai kriteria. Perhitungan lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Perhitungan Bobot Setiap Kriteria

Kode,	Kriteria	Bobot
C1	Suhu Udara	0.5
C2	Kelembaban Udara	0.3
C3	pH tanah	0.2

4.4.2 Pemberian Nilai pada Setiap Alternatif

Pada tahap ini, setiap alternatif diberikan nilai berdasarkan data yang diperoleh dari sensor pH tanah, suhu udara, dan kelembaban udara sesuai kebutuhan saat ini. Rincian nilai parameter sensor untuk tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Nilai Parameter Sensor

Alternatif	Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Tomat 1	29,8	46	9,46
Tomat 2	29,8	46	9,01
Tomat 3	31,8	43	10,99
Tomat 4	31,8	43	10,17
Tomat 5	34,2	40	11,22
Tomat 6	32,8	42	9,72
Tomat 7	30,8	45	11,41
Tomat 8	29,7	44	8,76
Tomat 9	32,4	40	9,77
Tomat 10	34,1	39	9,87
Tomat 11	26,7	48	10,47
Tomat 12	26,7	48	9,98
Tomat 13	26,7	49	9,19
Tomat 14	27,1	49	9,72
Tomat 15	27,6	50	8,71
Tomat 16	27,1	50	8,89
Tomat 17	26,1	50	9,14
Tomat 18	28,8	47	9,81
Tomat 19	29,1	48	8,75
Tomat 20	30,2	47	8,85
Tomat 21	27,5	43	8,34
Tomat 22	29,3	49	10,11
Tomat 23	28,1	47	8,65
Tomat 24	31,1	46	9,21

Alternatif	Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Tomat 25	26,5	42	9,12
Tomat 26	30,2	39	9,09
Tomat 27	29,4	44	8,11
Tomat 28	29,1	41	8,89
Tomat 29	30,3	49	8,19
Tomat 30	28,5	43	10,24

4.4.3 Perhitungan Nilai *Utility* Untuk Setiap Alternatif

$$Utility = \frac{(C_{out} - C_{min})}{(C_{max} - C_{min})} \times 100\% \quad (4.1)$$

Keterangan :

- $ui(a_i)$: nilai *utility* ke-i untuk kriteria ke-i - C_{min} : nilai kriteria minimal

- C_{max} : nilai kriteria maksimal - C_{out} : nilai kriteria ke-i

Dalam perhitungan nilai *utility* “ C_{out} ” merepresentasikan nilai tomat tersebut. Sedangkan “ C_{min} ” menunjukkan nilai terendah dari seluruh penilaian, nilai terendah suhu yaitu 26,1 kelembaban .yaitu 39 dan pH tanah yaitu 8,11, “ C_{max} ” menunjukkan nilai tertinggi dari penilaian, nilai tertinggi suhu yaitu 34,2 kelembaban .yaitu 50 dan pH tanah yaitu 11,41. Sebagai contoh, perhitungan berikut dilakukan menggunakan data alternatif "Tomat 1":

$$C1 = \frac{(29.8 - 26.1)}{(34.2 - 26.1)} \times 100\% = \frac{3.7}{8.1} \times 100\% = 0,46$$

$$C2 = \frac{(46 - 39)}{(50 - 39)} \times 100\% = \frac{7}{11} \times 100\% = 0,64$$

$$C3 = \frac{(9.46 - 8.11)}{(11.41 - 8.11)} \times 100\% = \frac{1.35}{3.3} \times 100\% = 0,41$$

Perhitungan dengan cara yang sama nilai *utility* dari setiap alternatif akan dijelaskan pada tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Tabel Nilai *Utility*

Alternatif	Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Tomat 1	0,46	0,64	0,41
Tomat 2	0,46	0,64	0,27
Tomat 3	0,70	0,36	0,87
Tomat 4	0,70	0,36	0,62
Tomat 5	1,00	0,09	0,94
Tomat 6	0,83	0,27	0,49
Tomat 7	0,58	0,55	1,00
Tomat 8	0,44	0,45	0,20
Tomat 9	0,78	0,09	0,50
Tomat 10	0,99	0,00	0,53
Tomat 11	0,07	0,82	0,72
Tomat 12	0,07	0,82	0,57
Tomat 13	0,07	0,91	0,33
Tomat 14	0,12	0,91	0,49
Tomat 15	0,19	1,00	0,18
Tomat 16	0,12	1,00	0,24
Tomat 17	0,00	1,00	0,31
Tomat 18	0,33	0,73	0,52
Tomat 19	0,37	0,82	0,19
Tomat 20	0,51	0,73	0,22
Tomat 21	0,17	0,36	0,07
Tomat 22	0,40	0,91	0,61
Tomat 23	0,25	0,73	0,16
Tomat 24	0,62	0,64	0,33
Tomat 25	0,05	0,27	0,31
Tomat 26	0,51	0,00	0,30
Tomat 27	0,41	0,45	0,00
Tomat 28	0,37	0,18	0,24
Tomat 29	0,52	0,91	0,02

Alternatif	Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Tomat 30	0,30	0,36	0,65

4.4.4 Menghitung Nilai Akhir

$$u(ai) = \sum_{j=1}^m W_j u_j(ai) \quad (4.2)$$

Keterangan :

$u(ai)$: nilai total alternatif

w_j : hasil dari normalisasi bobot kriteria

$u_j(ai)$: hasil penentuan nilai *utility*

Sebagai contoh, perhitungan berikut dilakukan dengan menggunakan data dari alternatif "Tomat 1":

$$C1 (\text{Suhu}) = 0,5 \times 0,46 = 0,23$$

$$C2 (\text{Kelembaban}) = 0,3 \times 0,64 = 0,19$$

$$C3 (\text{pH Tanah}) = 0,2 \times 0,41 = 0,08$$

Setelah perhitungan skor akhir, nilai parameter untuk setiap alternatif dijumlahkan, menghasilkan skor total keseluruhan yang kemudian digunakan untuk merangking nilai-nilai tersebut, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel Nilai Akhir

Alternatif	Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Tomat 1	0,23	0,19	0,08
Tomat 2	0,23	0,19	0,05
Tomat 3	0,35	0,11	0,17
Tomat 4	0,35	0,11	0,12
Tomat 5	0,50	0,03	0,19
Tomat 6	0,41	0,08	0,10
Tomat 7	0,29	0,16	0,20
Tomat 8	0,22	0,14	0,04

Alternatif	Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Tomat 9	0,39	0,03	0,10
Tomat 10	0,49	0,00	0,11
Tomat 11	0,04	0,25	0,14
Tomat 12	0,04	0,25	0,11
Tomat 13	0,04	0,27	0,07
Tomat 14	0,06	0,27	0,10
Tomat 15	0,09	0,30	0,04
Tomat 16	0,06	0,30	0,05
Tomat 17	0,00	0,30	0,06
Tomat 18	0,17	0,22	0,10
Tomat 19	0,19	0,25	0,04
Tomat 20	0,25	0,22	0,04
Tomat 21	0,09	0,11	0,01
Tomat 22	0,20	0,27	0,12
Tomat 23	0,12	0,22	0,03
Tomat 24	0,31	0,19	0,07
Tomat 25	0,02	0,08	0,06
Tomat 26	0,25	0,00	0,06
Tomat 27	0,20	0,14	0,00
Tomat 28	0,19	0,05	0,05
Tomat 29	0,26	0,27	0,00
Tomat 30	0,15	0,11	0,13

4.4.5 Perangkingan Data

Tahap perangkingan data mengikuti perhitungan nilai akhir. Berdasarkan nilai tertinggi, perangkingan data ini akan berfungsi sebagai rangking utama. Berikut adalah penjelasan tentang peringkat data dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tabel Perangkingan

Rangking	Alternatif	Nilai	Keputusan
1	Tomat 5	0,72	Optimal
2	Tomat 7	0,65	Optimal

Rangking	Alternatif	Nilai	Keputusan
3	Tomat 3	0,64	Optimal
4	Tomat 10	0,60	Optimal
5	Tomat 6	0,59	Optimal
6	Tomat 22	0,59	Optimal
7	Tomat 4	0,59	Optimal
8	Tomat 24	0,57	Optimal
9	Tomat 29	0,54	Optimal
10	Tomat 9	0,52	Optimal
11	Tomat 20	0,52	Optimal
12	Tomat 1	0,50	Optimal
13	Tomat 18	0,49	Tidak Optimal
14	Tomat 2	0,47	Tidak Optimal
15	Tomat 19	0,47	Tidak Optimal
16	Tomat 14	0,43	Tidak Optimal
17	Tomat 15	0,43	Tidak Optimal
18	Tomat 11	0,43	Tidak Optimal
19	Tomat 16	0,41	Tidak Optimal
20	Tomat 8	0,40	Tidak Optimal
21	Tomat 12	0,40	Tidak Optimal
22	Tomat 30	0,39	Tidak Optimal
23	Tomat 13	0,38	Tidak Optimal
24	Tomat 23	0,37	Tidak Optimal
25	Tomat 17	0,36	Tidak Optimal
26	Tomat 27	0,34	Tidak Optimal
27	Tomat 26	0,31	Tidak Optimal
28	Tomat 28	0,29	Tidak Optimal
29	Tomat 21	0,21	Tidak Optimal
30	Tomat 25	0,17	Tidak Optimal

Berdasarkan pengujian alat yang dilakukan oleh parameter yang diuji pada tanaman tomat seperti suhu, kelembapan udara dan pH tanah hasil yang di kelola dalam perhitungan menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique*

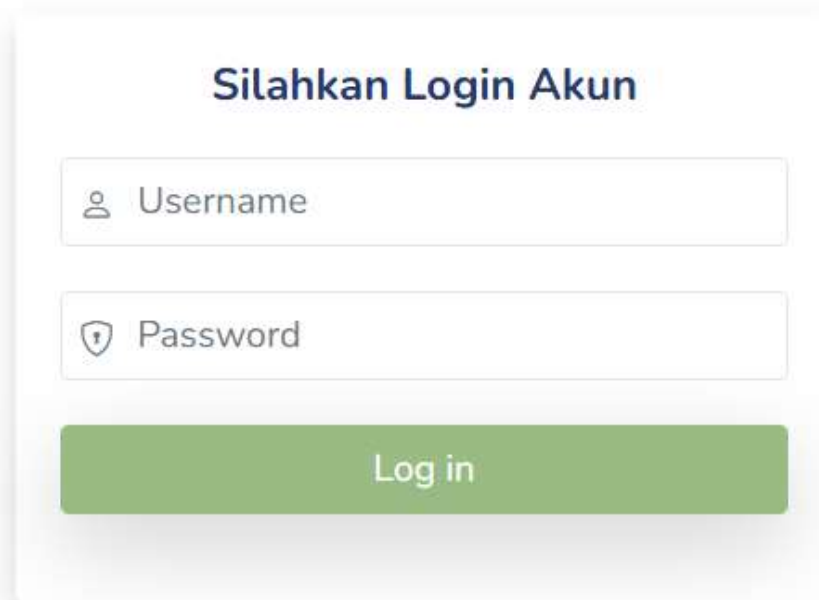
(SMART), diperoleh nilai preferensi akhir dari setiap alternatif yang menunjukkan bahwa setiap alternatif yang memiliki rentang nilai akhir 0.50-0.70 akan menghasilkan keputusan sebagai tanaman yang optimal atau pun rekomendasi pertumbuhan tomat yang baik untuk mendapatkan hasil buah tomat yang optimal. Sedangkan setiap alternatif yang memiliki rentang nilai < 0.50 memiliki keputusan tanaman tomat yang tidak optimal ataupun kurangnya perhatian petani dalam mengelola Pertumbuhan tanaman tomat terganggu sehingga menghasilkan panen buah tomat yang tidak optimal.

Berdasarkan hasil yang sudah dikelola oleh sistem dan observasi pengamatan langsung pada tanaman tomat, terbukti bahwa hasil panen pada buah tomat wilayah 1 dengan prediksi yang dilakukan oleh sistem sesuai dengan kondisi hasil panen buah tomat yang baik (optimal) ataupun tidak baik (tidak optimal). Dengan demikian, metode SMART terbukti mampu memberikan rekomendasi keputusan yang objektif dan sistematis dalam menentukan alternatif yang paling optimal.

4.5 Tampilan Sistem pada Metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART)

4.5.1 Halaman Login

Sebelum admin mengakses sistem, halaman login akan menampilkan formulir yang harus diisi dengan nama pengguna dan kata sandi sesuai dengan database. Halaman login sistem ini ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Silahkan Login Akun

Gambar 4.3 Halaman Login

4.5.2 Halaman Beranda

Setelah berhasil memasukkan nama pengguna dan kata sandi admin di halaman login, admin akan langsung dibawa ke halaman utama, di mana admin akan menemukan petunjuk tentang cara menyelesaikan teknik SMART. Halaman beranda pada sistem ini dapat dilihat pada gambar 4.4.



Metode SMART

PELAKSI

- [Beranda](#)
- [Informasi](#)
- [Tabel](#)
- [Skor Pilihan](#)
- [Kuis](#)

Implementasi IoT Dalam Memprediksi Hasil Panen Tanaman Tomat Menggunakan Metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique)



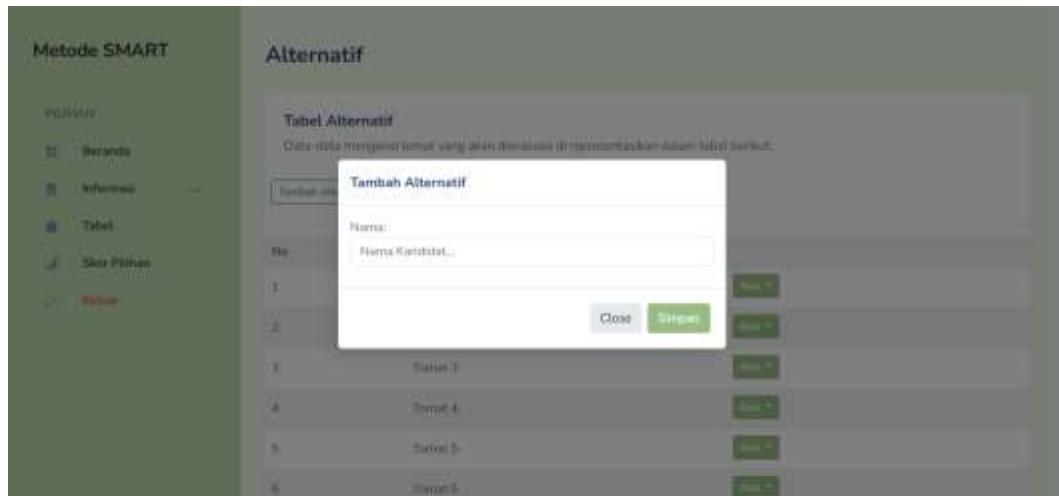
Langkah Penyelesaian Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) adalah sebagai berikut:

1. Tentukan tujuan keputusan dan kriteria yang akan digunakan sebagai dasar penilaian setiap alternatif.
2. Tentukan nilai komposisi setiap alternatif terhadap setiap kriteria (X).
3. Pengambil keputusan memberikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria.
4. Menentukan Skala Utility Sub-Kriteria untuk setiap kriteria.
5. Menghitung Nilai Utility Terormalisasi (U_n).
6. Menghitung Nilai Akhir (P) dan Menentukan Peringkat.

Gambar 4.4 Halaman Beranda

4.5.3 Halaman Alternatif

Pada halaman alternatif terdapat *button* tambah alternatif yang berfungsi untuk menginput data alternatif baru. Adapun form input adalah sebagai berikut.

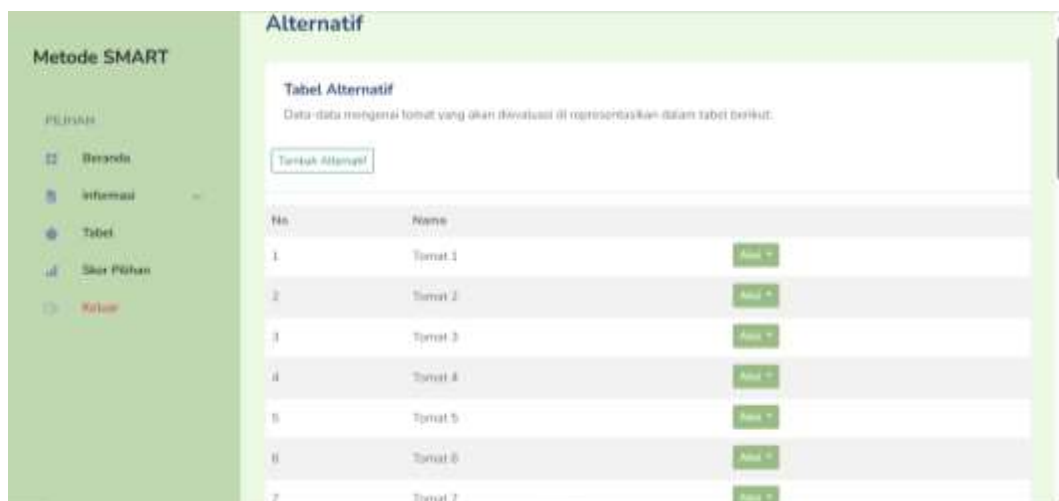


The screenshot shows a web application interface for 'Metode SMART'. On the left is a sidebar with a 'PEMAN' section containing links for 'Beranda', 'Informasi', 'Tabel', 'Skor Pilihan', and 'Nilai'. The main content area is titled 'Alternatif' and contains a 'Tabel Alternatif' section. A modal window titled 'Tambah Alternatif' is open, displaying a form with a 'Nama:' label and a text input field containing 'Nama Kerdibel...'. At the bottom of the modal are 'Close' and 'Simpan' buttons. In the background, a table is visible with 6 rows. Each row has a 'Nama' column and a 'Tambah' button. The data in the table is as follows:

No	Nama	Tambah
1	Tomat 1	Tambah
2	Tomat 2	Tambah
3	Tomat 3	Tambah
4	Tomat 4	Tambah
5	Tomat 5	Tambah
6	Tomat 6	Tambah

Gambar 4.5 Form Input Alternatif

Halaman alternatif digunakan untuk mengelola data tomat, dan dalam prosesnya, admin dapat memasukkan sejumlah besar nama data. Halaman alternatif pada sistem ini dapat dilihat pada gambar 4.1.



The screenshot shows the 'Alternatif' page with the 'Tabel Alternatif' table. The table has 7 rows of data, each with a 'Nama' column and a 'Tambah' button. The data in the table is as follows:

No	Nama	Tambah
1	Tomat 1	Tambah
2	Tomat 2	Tambah
3	Tomat 3	Tambah
4	Tomat 4	Tambah
5	Tomat 5	Tambah
6	Tomat 6	Tambah
7	Tomat 7	Tambah

Gambar 4.6 Halaman Alternatif

Data alternatif yang baru dimasukkan ditampilkan pada gambar di atas. Data tersebut dapat diedit atau dihapus menggunakan opsi 'edit' dan 'hapus' di menu dropdown di sisi kanan.

4.5.4 Halaman Data Kriteria

Dalam proses perhitungan sistem, halaman data kriteria adalah sebuah parameter. Setiap kriteria memiliki nilai kriteria, dan nilai dari setiap kriteria akan menentukan seberapa penting kriteria tersebut.

Metode SMART

Kriteria

Tabel Kriteria

Pengambil keputusan memilih bobot preferensi dari setiap Kriteria dengan masing-masing penanya (bantuan/benefit atau biaya/cost).

No	Kode	Nama Kriteria	Bobot	Jenis Kriteria	
1	C1	Suhu	0.5	benefit	Edit
2	C2	Kandungan	0.3	benefit	Edit
3	C3	pH Tanah	0.2	benefit	Edit

Tabel Prioritas G.

2025 © Implementasi IoT Dalam Mengontrol Hasil Panen Tanaman Tomat Menggunakan Metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique)

Copyright © by Umi Khairunnisa

Gambar 4.7 Halaman Data Kriteria

Halaman data kriteria terlihat pada gambar di atas. Data kriteria dan bobotnya disediakan pada halaman ini. Dengan menggunakan tombol "edit" di sisi kanan tabel, admin dapat melakukan perubahan pada data kriteria. Seperti terlihat pada gambar di bawah, formulir edit terlihat seperti ini.

Gambar 4.8 Form Edit Kriteria

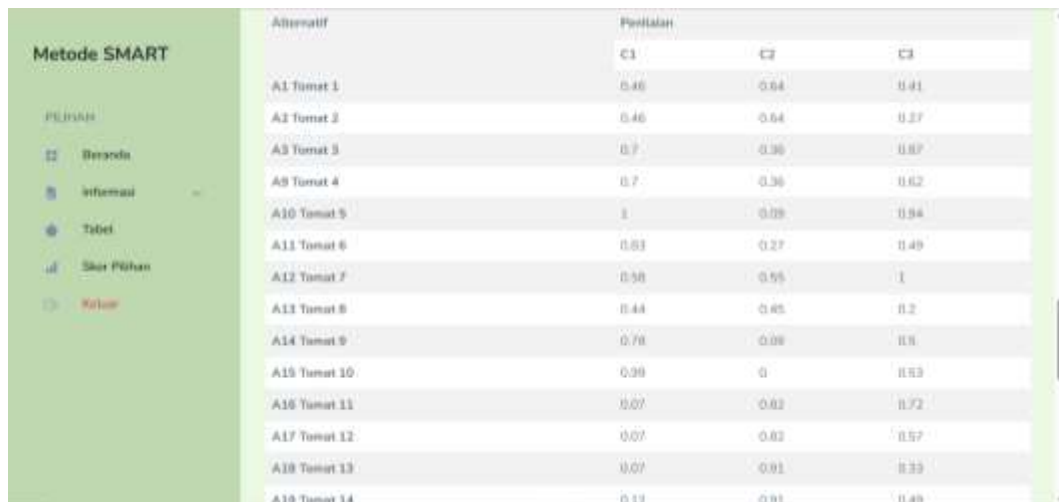
4.5.5 Halaman Penilaian

Langkah berikutnya adalah menginput data hasil sensor dalam formulir penilaian setelah memasukkan data alternatif dan kriteria. Halaman penilaian adalah halaman yang memberikan nilai sensor untuk setiap alternatif. Untuk memberi rangking pada 30 sampel tanaman tomat, admin dapat menginput nilai untuk masing-masing sampel.

Alternatif	Penilaian			Aksi
	C1	C2	C3	
A ₁ Tomat 1	0.8	40	9.00	Hapus
A ₂ Tomat 2	0.8	40	9.01	Hapus

Gambar 4.9 Halaman Penilaian

Sistem akan menggunakan pendekatan SMART, seperti yang digambarkan dalam gambar di bawah, untuk memproses nilai *utility* setelah pembacaan sensor dimasukkan di halaman penilaian.



Alternatif	Penilaian		
	C1	C2	C3
A1 Tomat 1	0,46	0,64	0,41
A2 Tomat 2	0,46	0,64	0,27
A3 Tomat 3	0,7	0,36	0,87
A8 Tomat 4	0,7	0,36	0,62
A10 Tomat 5	1	0,09	0,94
A11 Tomat 6	0,81	0,27	0,49
A12 Tomat 7	0,58	0,55	1
A13 Tomat 8	0,44	0,85	0,2
A14 Tomat 9	0,76	0,09	0,6
A15 Tomat 10	0,38	0	0,83
A16 Tomat 11	0,07	0,82	0,72
A17 Tomat 12	0,07	0,82	0,57
A18 Tomat 13	0,07	0,91	0,39
A19 Tomat 14	0,12	0,91	0,49

Gambar 4.10 Halaman *Utility*

Berikut adalah contoh bagaimana nilai *utility* untuk setiap alternatif tanaman tomat dihitung.

- Nilai Tomat 1 mendapatkan nilai *utility* dengan kriteria suhu (C1) 0,46, kelembaban udara (C2) 0,64 dan pH tanah (C3) 0,41.
- Nilai Tomat 2 mendapatkan nilai *utility* dengan kriteria suhu (C1) 0,46, kelembaban udara (C2) 0,64 dan pH tanah (C3) 0,27 dan nilai Tomat selanjutnya dilihat pada gambar 4.10

4.5.6 Halaman Hasil Akhir, Perangkingan dan Keputusan

Sistem akan menghitung nilai akhir setelah memperoleh nilai *utility*. Nilai akhir dihitung dengan mengkalikan nilai *utility* dengan bobot yang diberikan pada setiap kriteria. Pada halaman ini akan diketahui rangking ataupun nilai tertinggi yang diperoleh setelah mendapatkan total nilai dari perhitungan nilai akhir.

Metode SMART		Tabel Nilai Pilihan (P)			Tabel Perangkingan & Keputusan			
PEJABAT		Nilai pilihan (P) merupakan pengurutan dari perkalian matriks ternormalisasi U dengan vektor bobot W.			Rank	Alternatif	Nilai Akhir	Keputusan
12 Beranda		No	Alternatif	Hasil				
5 Arhamas		1	Tomat 1	0.5011	1	Tomat 5	0.7158	Optimal
Tabel		2	Tomat 2	0.4738	2	Tomat 7	0.6538	Optimal
Skor Pilihan		3	Tomat 3	0.6355	3	Tomat 3	0.6355	Optimal
Kalkulasi		4	Tomat 4	0.5858	4	Tomat 10	0.6005	Optimal
		5	Tomat 5	0.7158	5	Tomat 6	0.588	Optimal
		6	Tomat 6	0.588	6	Tomat 22	0.5815	Optimal
		7	Tomat 7	0.6538	7	Tomat 4	0.5858	Optimal
		8	Tomat 8	0.388	8	Tomat 24	0.5862	Optimal
		9	Tomat 9	0.5168	9	Tomat 29	0.5388	Optimal
		10	Tomat 10	0.6005	10	Tomat 9	0.5188	Optimal
		11	Tomat 11	0.4255	11	Tomat 20	0.5181	Optimal
					12	Tomat 1	0.5011	Optimal
					13	Tomat 18	0.4879	Tidak Optimal

Gambar 4.11 Halaman Hasil Akhir, Perangkingan dan Keputusan

Berdasarkan hasil perhitungan metode SMART, terdapat hasil perangkingan dan keputusan seperti berikut

1. (Tomat 5, Tomat 7, Tomat 3, Tomat 10, Tomat 6, Tomat 22, Tomat 4, Tomat 24, Tomat 29, Tomat 9, Tomat 20, Tomat 1) memperoleh skor tertinggi dengan rentang nilai (0.7158-0.5011) sehingga masuk dalam kategori **Optimal** dan direkomendasikan sebagai kondisi terbaik untuk hasil panen pada pertumbuhan tanaman tomat.
2. Sedangkan nilai akhir yang memiliki rentang nilai < 0.50 termasuk kategori **Tidak Optimal**, sehingga kurang direkomendasikan tanpa adanya tindakan perbaikan signifikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan temuan dari studi dan pengujian sistem pendukung keputusan dalam memprediksi hasil panen tanaman tomat dengan memanfaatkan metode Simple Multi Attribute Rating Technique berbasis IoT yang dikembangkan peneliti, kesimpulan keseluruhan dapat dirangkum sebagai berikut.

1. Sistem berhasil mengintegrasikan data dari perangkat IoT (seperti suhu, kelembapan, dan pH tanah) dengan metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) untuk melakukan penilaian hasil panen tanaman tomat.
2. Hasil perhitungan metode SMART menunjukkan bahwa beberapa tanaman tomat, yaitu **Tomat 5, Tomat 7, Tomat 3, Tomat 10, Tomat 6, Tomat 22, Tomat 4, Tomat 24, Tomat 29, Tomat 9, Tomat 20, dan Tomat 1**, memperoleh nilai akhir dengan rentang nilai **0.7158–0.5011**. Nilai tersebut dikategorikan sebagai **Optimal**, sehingga kondisi tanaman tersebut direkomendasikan sebagai yang terbaik untuk mendukung hasil panen yang baik.
3. Sementara itu, tanaman tomat yang memperoleh nilai akhir dengan rentang **< 0.50** dikategorikan sebagai **Tidak Optimal**. Tanaman pada kategori ini **kurang direkomendasikan** untuk dijadikan prioritas panen tanpa adanya tindakan perbaikan signifikan terhadap faktor lingkungan maupun pemeliharaan.

4. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa **implementasi IoT menggunakan metode SMART** dapat diterapkan sebagai sistem pendukung keputusan yang efektif untuk memprediksi kesehatan dan potensi hasil panen tanaman tomat. Dengan adanya sistem ini, petani dapat lebih mudah mengidentifikasi kondisi optimal maupun tidak optimal, sehingga dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan tanaman.

5.2 SARAN

1. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan masih terbatas pada parameter dasar seperti suhu, kelembapan, dan pH tanah. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan variabel lain seperti intensitas cahaya, kandungan unsur hara tanah, serta kadar air daun, sehingga hasil prediksi dapat lebih akurat
2. Penelitian ini masih dilakukan pada jumlah sampel terbatas. Oleh karena itu, penelitian berikutnya disarankan melakukan implementasi pada lahan yang lebih luas dan waktu tanam yang lebih panjang, agar sistem benar-benar teruji pada kondisi nyata.
3. Sistem pendukung keputusan dapat dilengkapi dengan tampilan visual yang lebih interaktif, seperti dashboard grafis dan rekomendasi tindakan, sehingga lebih mudah digunakan oleh petani atau pengelola lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Assadiyah, A. N., Dewanti, F. D., & Sulistyono, A. (2023). Respon Hasil Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) terhadap Macam Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Buah. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 6(1), 93–104. <https://doi.org/https://doi.org/10.37637/ab.v6i1.1079>
- Azhar, A. R., Setiawan, D. A., Yasmin, N. A. A., Putri, T. A., & Nama, G. F. (2022). SISTEM MONITORING KAPASITAS AIR DAN PENGISIAN OTOMATIS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MODUL ESP8266. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 12(1), 218–228. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3966>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). *Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman, 2023*. BPS. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/ZUhFd1JtZzJWVvpqWTJsV05XTllhVmhRSzFoNFFUMDkjMw==/produksi-tanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman----2023.html?year=2023>
- Defriza, M. G. (2023). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN pH, SUHU DAN KELEMBAPAN TANAH MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS IoT (INTERNET OF THINGS)*. Universitas Lampung.
- Diknawaty, Setiadi, I., & Budiarmo, I. (2023). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENGENDALIAN INVENTARIS BARANG ATK DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY. *JRKT (Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan)*, 03(03), 127–142.
- Fikri, M. (2023). *RANCANG BANGUN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN*

PEMBERIAN PENGHARGAAN PEGAWAI APARATUR SIPIL NEGARA (ASN) BERPRESTASI MENGGUNAKAN METODE SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (SMART) (STUDI KASUS: KEMENTERIAN LUAR NEGERI REPUBLIK INDONESIA). UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH.

Husna, A., & Hutagalung, F. S. (2024). IMPLEMENTASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK MENENTUKAN KESEHATAN TANAMAN BUNGA KERTAS MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW). 4(2), 31–39.

Hutahaean.J, Nugroho.F, Abdullah.D, & Aini.Q. (2023). FullBook Sistem Pendukung Keputusan. In *Penerbit Yayasan Kita Menulis*.

Junaidi, & Ramadhani, K. (2024). EFEKTIVITAS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SEKTOR PERTANIAN. *JURNAL TEKNISI (Jurnal Teknologi Komputer Dan Sistem Informasi)*, 4(1), 12–15.

Martin, R. S., & Dr. Yohanes Dewanto, M. . (2023). PROTOTIPE KUNCI PINTU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA BERBASIS RASPBERRY. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(1), 21–29.

Nizam, M. N., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772.

Nuraisyah, U., Zuhry, E., & Yunandra. (2023). Evaluasi Daya Hasil dan Heritabilitas pada Beberapa Genotipe Tomat (*Solanum lycopersicum* L .) di Dataran Rendah. *Agriprima (Journal of Applied Agricultural Sciences)*,

7(2), 195–206. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v7i2.538>

Pratifi, V. K., Sasongko, A. T., & Afandi, D. (2024). Integrasi Sensor DHT11 dan PIR dalam Sistem Otomatisasi Suhu dan Deteksi Gerakan dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(3), 1148–1159.

Purnama, A., & Sitohang, S. (2022). RANCANGAN BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT. *Jurnal Comasie*, 06(1), 78–87.

Rafi, M. F. Al. (2024). *SISTEM MONITORING PEMILAH SAMPAH DENGAN PEMBERITAHUAN SUARA BERBASIS IOT*.

Rafida, S. N., Mura, M. R., Ferryanto, A., Fatikhaturrohman, A., Aditya, D. S., & Sayekti, I. (2023). PENERAPAN TEKNOLOGI SMART FARMING BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS MELON MADU DI AGROWISATA PURWOSARI. *ORBITH*, 19(3), 263–272.

Rahman, M. A., Poetro, J. E., Trisna, A., & Nugraha. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Proteksi Motor 1 Phasa terhadap Gangguan Over Voltage dan Under Voltage. *Elektriase: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, 11(2), 59–66.

Savitri, C. E., & Is, N. P. (2022). Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroller Esp32. *Jurnal Ampere*, 7(2), 135–144.

Siregar, M. A., & Nasution, K. (2023). Implementasi Metode Simple Multi Atribute Rating Technique (SMART) pada Penerimaan Peserta Didik Baru MAN Sipagimbar Kabupaten Tapanuli Selatan. *HELLO WORLD JURNAL ILMU KOMPUTER*, 1(4).

<https://doi.org/https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i4.145>

Sudipa, I. G. I., Wardoyo, R., Hatta, H. R., Sagena, U., Gunawan, I. M. A. O., Sepriano, Zahro', H. Z., & Adhicandra, I. (2023). *MULTI CRITERIA DECISION MAKING : Teori & Penerapan Metode Pengambilan Keputusan dengan MCDM* (M. K. Efitra, S.Kom. (ed.)). PT. Sonpedia Publishing Indonesia,.

Suhartono, Umam, C., Supriyadi, S., & Saputro, E. (2023). Rancang Bangun Fertigasi Tetes dan Kontrol Lingkungan Mikro Berbasis IoT terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *JURNAL BETA (BIOSISTEM DAN TEKNIK PERTANIAN)*, 11(1), 67–77.

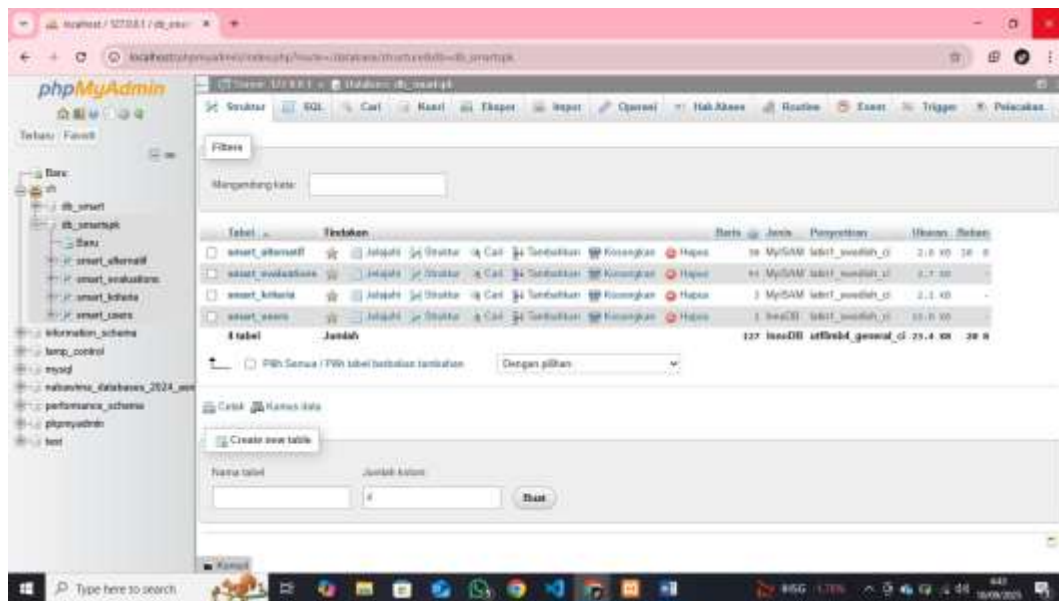
Wibowo, F., & Wening, N. (2023). Adopsi teknologi SMART (simple multi-attribute rating technique) dalam penilaian kinerja karyawan. *Entrepreneurship Bisnis Manajemen Akuntansi (E-BISMA)*, 4(2), 340–349. <https://doi.org/10.37631/ebisma.v4i2.1184>

Wikipedia contributors. (2025). *USB*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=USB&oldid=1301164410>

Yuswardi, Wibowo, S. H., Harlina, S., Nursari, S. R. C., Junaidi, Devia, E., Ilham, A., Khikmah, L., Suryani, S. D., & Nurmuslimah, S. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Pada Teknologi Informasi. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 3, Issue 1). <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

LAMPIRAN

Database db_smartspk



Lampiran I : Code Program Arduino IDE

```

#include <Arduino.h>
#include "DHTesp.h"
#include <ArduinoJson.h>
#include <EEPROM.h>
#ifdef ESP32
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <AsyncTCP.h>
#elif defined(ESP8266)
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <ESPAsyncTCP.h>
#endif
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#define pin_PH_tanah 34 // pin input untuk ADC
#define DMSpin 35      // pin output untuk DMS
const int dht11_esp_PIN = 5;
DHTesp dht11_esp;
extern const char* default_nama_ssid = "wifi-iot";
extern const char* default_password = "password-iot";
extern const char* default_server = "http://labrobotika.go-
web.my.id/server.php?apikey=";
extern const char* default_apikey = "f9e01bac6c3fa30f36fd36956132322c";
String nama_ssid;
String password;
String server_url;
String apikey;
AsyncWebServer server(80);
int reset_default = 0;
int looping_iot = 0;
int out_1 = 0;
int out_2 = 0;
int out_3 = 0;
int out_4 = 0;
int out_5 = 0;
int out_6 = 0;
int out_7 = 0;
int out_8 = 0;
int out_9 = 0;

```

```

int out_10 = 0;
float suhu_dht11_esp = 0;
float kelembaban_dht11_esp = 0;
float PH_tanah = 0;
int bobot_suhu = 0;
int bobot_kelembaban = 0;
int bobot_ph_tanah = 0;
void lcd_i2c(String text = "", int kolom = 0, int baris = 0) {
  byte bar[8] = {
    B11111,
    B11111,
    B11111,
    B11111,
    B11111,
    B11111,
    B11111,
    B11111,
  };
  if (text == "") {
    lcd.init(); //jika error pakai lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.createChar(0, bar);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Loading..");
    for (int i = 0; i < 16; i++) {
      lcd.setCursor(i, 1);
      lcd.write(byte(0));
      delay(100);
    }
    delay(50);
    lcd.clear();
  } else {
    lcd.setCursor(kolom, baris);
    lcd.print(text + "          ");
  }
}

void hitung_ph() {
  analogReadResolution(10); // mengubah resolusi analog
  digitalWrite(DMSpin, LOW); // aktifkan DMS

  delay(10 * 1000); // wait DMS capture data
  float ADC = analogRead(pin_PH_tanah);
  //dibawah ini rumus hasil kalibrasi 28-6-2024

```

```

//rumus untuk arduino harus didapat dari kalibrasi, rumus defaultnya (-0.0233 *
ADC) + 12.698
PH_tanah = -0.0375 * ADC + 15.757; // ini adalah rumus regresi linier yang
wajib anda ganti!
digitalWrite(DMSpin, HIGH);
analogReadResolution(12); // balik awal
delay(3000);          // wait for DMS ready
}
float baca_suhu_dht11_esp() {
  TempAndHumidity data = dht11_esp.getTempAndHumidity();
  return data.temperature;
}
float baca_kelembaban_dht11_esp() {
  TempAndHumidity data = dht11_esp.getTempAndHumidity();
  return data.humidity;
}
void debug(String message, int row = 0, int clear = 1) {
  Serial.println(message);
  //tampilkan jika menggunakan lcd
  if (clear == 1) {
    lcd.clear();
  }
  lcd.setCursor(0, row);
  lcd.print(message);
}
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd_i2c();
  pinMode(DMSpin, OUTPUT);
  pinMode(pin_PH_tanah, INPUT);
  dht11_esp.setup(dht11_esp_PIN, DHTesp::DHT11);
  EEPROM.begin(512);
  //BERI NILAI 1 JIKA MAU DIRESET (PERTAMA UPLOAD WAJIB RESET)
  reset_default = 0;
  loadCredentialsFromEEPROM();
  setupWiFi();
}
void loop() {

  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) { //masukan semua logic loop
    kedalam ini
    hitung_ph();
  }
}

```

```

//saat gak stabil membuat nilai ph -1
if (PH_tanah < 0) {
    PH_tanah = -1;
}
Serial.println("nilai PH_tanah : " + String(PH_tanah));
suhu_dht11_esp = baca_suhu_dht11_esp();
kelembaban_dht11_esp = baca_kelembaban_dht11_esp();
if (isnan(suhu_dht11_esp) || isnan(kelembaban_dht11_esp)) {
    Serial.println("Gagal membaca sensor DHT22!");
} else {
    // Menampilkan data kelembaban dan suhu
    Serial.print("Kelembaban dht11_esp : ");
    Serial.print(kelembaban_dht11_esp);
    Serial.print("% ");
    Serial.print("Suhu dht11_esp : ");
    Serial.print(suhu_dht11_esp);
    Serial.println("°C");
}
debug("S: " + String(suhu_dht11_esp) + " K: " +
String(kelembaban_dht11_esp), 0);
debug("PH: " + String(PH_tanah), 1, 0);
delay(100);
// if (looping_iot >= 1) {
//   proses_iot("&suhu=" + String(suhu_dht22_esp) + "&kelembaban=" +
String(kelembaban_dht22_esp) + "&ph_tanah=" + String(PH_tanah));
//   looping_iot = 0;
// } else {
//   looping_iot = looping_iot + 1;
//   Serial.println("Looping IOT : " + (String)looping_iot);
// }
}
}

```

Lampiran II : Source Code index.php

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<?php require "layout/head.php"; ?>

<body>
  <div id="app">
    <?php require "layout/sidebar.php"; ?>
    <div id="main" style="background-color: #ECFAE5;">
      <header class="mb-3">
        <a href="#" class="burger-btn d-block d-xl-none">
          <i class="bi bi-justify fs-3"></i>
        </a>
      </header>
      <div class="page-heading">
        <h3>Beranda</h3>
      </div>
      <div class="page-content">
        <section class="row">
          <div class="col-12">
            <div class="card">
              <div class="card-header">
                <h3>Implementasi IoT Dalam Memprediksi Hasil Panen
Tanaman Tomat Menggunakan Metode SMART (Simple Multi Attribute Rating
Technique)</h3>
              </div>
              <!-- <div class="card-content"> -->
              <div class="card-body">
                <div style="text-align: center;">
                  
                </div>
                <hr>
                <p class="card-text">
                  Langkah Penyelesaian Simple Multi Attribute Rating
Technique (SMART) adalah sebagai berikut:
                </p>
                <ol type="1">
                  <li>Tentukan tujuan keputusan dan kriteria yang akan
digunakan sebagai dasar penilaian setiap alternatif.</li>

```

```

        <li>Tentukan nilai kecocokan setiap alternatif terhadap
setiap kriteria (X).</li>
        <li>Pengambil keputusan memberikan bobot
kepentingan untuk setiap kriteria.</li>
        <li>Menentukan Skala Utility Sub-Kriteria untuk setiap
kriteria</li>
        <li>Menghitung Nilai Utility Ternormalisasi (Uij)</li>
        <li>Menghitung Nilai Akhir (P) dan Menentukan
Peringkat</li>
    </ol>
</div>
<!-- </div> -->
</div>
</div>
</section>
</div>
<?php require "layout/footer.php"; ?>
</div>
</div>
<?php require "layout/js.php"; ?>
</body>

</html>

```

Lampiran III : Source Code login.php

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Login Akun</title>
  <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Nunito:wght@300;400;600;700;
800&display=swap" rel="stylesheet">
  <link rel="stylesheet" href="assets/css/bootstrap.css">
  <link rel="stylesheet" href="assets/vendors/bootstrap-icons/bootstrap-
icons.css">
  <link rel="stylesheet" href="assets/css/app.css">
  <link rel="stylesheet" href="assets/css/pages/auth.css">
  <link rel="shortcut icon" href="assets/images/favicon.png" type="image/x-
icon">
</head>

<body>
  <div id="auth">

    <div class="row h-100 justify-content-center align-items-center">
      <div class="col-lg-4 col-md-6 col-12">
        <div id="auth-left" class="p-4 bg-white rounded shadow">
          <h4 class="text-center mb-4">Silahkan Login Akun</h4>
          <form action="login-act.php" method="post">
            <div class="form-group position-relative has-icon-left mb-4">
              <input type="text" class="form-control form-control-lg"
placeholder="Username" name="username" required>
              <div class="form-control-icon">
                <i class="bi bi-person"></i>
              </div>
            </div>
            <div class="form-group position-relative has-icon-left mb-4">
              <input type="password" class="form-control form-control-lg"
placeholder="Password" name="password" required>
              <div class="form-control-icon">
                <i class="bi bi-shield-lock"></i>
              </div>
            </div>
          </form>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>

```

```
<button type="submit" class="btn btn-primary btn-block btn-lg  
shadow-lg" style="background-color:#99BC85; border-color:#99BC85;">Log  
in</button>  
  
</form>  
  
<div class="text-center mt-4">  
    <!-- <a href="#" class="text-secondary">Lupa password?</a> -->  
</div>  
</div>  
</div>  
</div>  
</div>  
</div>
```

Lampiran IV : Source Code alternatif.php

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<?php
require "layout/head.php";
require "include/conn.php";
?>
<body>
  <div id="app">
    <?php require "layout/sidebar.php"; ?>
    <div id="main" style="background-color: #ECFAE5;">
      <header class="mb-3">
        <a href="#" class="burger-btn d-block d-xl-none">
          <i class="bi bi-justify fs-3"></i>
        </a>
      </header>
      <div class="page-heading">
        <h3>Alternatif</h3>
      </div>
      <div class="page-content">
        <section class="row">
          <div class="col-12">
            <div class="card">
              <div class="card-header">
                <h4 class="card-title">Tabel Alternatif</h4>
                <p class="card-text">Data-data mengenai tomat yang akan
dievaluasi di representasikan dalam tabel berikut: </p>
              </div>
              <div class="card-content">
                <button type="button" class="btn btn-outline-success btn-sm
m-2" data-bs-toggle="modal"
                data-bs-target="#inlineForm">
                Tambah Alternatif
              </button>
              <hr>
              <div class="table-responsive">
                <table class="table table-striped mb-0">
                  <caption>
                    Tabel Alternatif A<sub>i</sub>
                  </caption>
                  <tr>
                    <th>No</th>

```



```

</div>
<div class="modal fade text-left" id="inlineForm" tabindex="-1" role="dialog"
aria-labelledby="myModalLabel33"
  aria-hidden="true">
  <div class="modal-dialog modal-dialog-centered modal-dialog-scrollable"
role="document">
    <div class="modal-content">
      <div class="modal-header">
        <h4 class="modal-title" id="myModalLabel33">Tambah Alternatif</h4>
        <button type="button" class="close" data-bs-dismiss="modal" aria-
label="Close">
          <i data-feather="x"></i>
        </button>
      </div>
      <form action="alternatif-simpan.php" method="POST">
        <div class="modal-body">
          <label>Nama: </label>
          <div class="form-group">
            <input type="text" name="name" placeholder="Nama
Kandidat..." class="form-control"
              required>
          </div>
        </div>
        <div class="modal-footer">
          <button type="button" class="btn btn-light-secondary" data-bs-
dismiss="modal">
            <i class="bx bx-x d-block d-sm-none"></i>
            <span class="d-none d-sm-block">Close</span>
          </button>
          <button type="submit" name="submit" class="btn btn-primary ml-
1" style="background-color:#99BC85;border-color:#99BC85;">
            <i class="bx bx-check d-block d-sm-none"></i>
            <span class="d-none d-sm-block">Simpan</span>
          </button>
        </div>
      </form>
    </div>
  </div>
</div>
<?php require "layout/js.php"; ?>
</body>
</html>

```

Lampiran V : Source Code bobot.php

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<?php
require "layout/head.php";
require "include/conn.php";
?>

<body>
<div id="app">
<?php require "layout/sidebar.php"; ?>
<div id="main" style="background-color: #ECFAE5;">
<header class="mb-3">
<a href="#" class="burger-btn d-block d-xl-none">
<i class="bi bi-justify fs-3"></i>
</a>
</header>
<div class="page-heading">
<h3> Kriteria</h3>
</div>
<div class="page-content">
<section class="row">
<div class="col-12">
<div class="card">

<div class="card-header">
<h4 class="card-title">Tabel Kriteria</h4>
</div>
<div class="card-content">
<div class="card-body">
<p class="card-text">Pengambil keputusan memberi bobot preferensi
dari setiap Kriteria dengan
masing-masing jenisnya (keuntungan/benefit atau biaya/cost):</p>
</div>
<div class="table-responsive">
<table class="table table-striped mb-0">
<caption>
Tabel Prioritas C<sub>i</sub>
</caption>
<tr>
<th>No</th>
<th>Kode</th>

```

```

        <th>Nama Kriteria</th>
        <th>Bobot</th>
        <th colspan="2">Jenis Kriteria</th>
    </tr>
    <?php
        $sql = 'SELECT id_kriteria,criteria,weight,attribute FROM
smart_kriteria';
        $result = $db->query($sql);
        $i = 0;
        while ($row = $result->fetch_object()) {
            echo "<tr>
        <td class='right'>" . (++$i) . "</td>
        <td class='center'>C{$i}</td>
        <td>{$row->criteria}</td>
        <td>{$row->weight}</td>
        <td>{$row->attribute}</td>
        <td>
            <a href='bobot-edit.php?id={$row->id_kriteria}' class='btn btn-info btn-
sm' style='background-color:#99BC85; border-color:#99BC85;'>Edit</a>
        </td>
    </tr>\n";
        }
        $result->free();
    ?>
    </table>
    </div>
    </div>
    </div>
    </div>
    </section>
    </div>
    <?php require "layout/footer.php"; ?>
    </div>
    </div>
    <?php require "layout/js.php"; ?>
    </body>

</html>

```

Lampiran VI : Source Code nilaiutility.php

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<?php
require "layout/head.php";
require "include/conn.php";
?>
<body>
<div id="app">
<?php require "layout/sidebar.php"; ?>
<div id="main" style="background-color: #ECFAE5;">
<header class="mb-3">
<a href="#" class="burger-btn d-block d-xl-none">
<i class="bi bi-justify fs-3"></i>
</a>
</header>
<div class="page-heading">
<h3>Tabel</h3>
</div>
<div class="page-content">
<section class="row">
<div class="col-12">
<div class="card">
<div class="card-header">
<h4 class="card-title">Tabel Keputusan (X) & Normalisasi (U)</h4>
</div>
<div class="card-content">
<div class="card-body">
<p class="card-text">Melakukan perhitungan normalisasi untuk mendapatkan
tabel nilai ternormalisasi (R). Pada metode SMART, normalisasi tidak menggunakan
perbandingan antar-alternatif (min atau max), melainkan menggunakan fungsi utilitas
yang mengubah skor kriteria menjadi skala 0–1.
<br>Rumus fungsi utilitas SMART:  $u_{ij} = (X_{ij} - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ 
</p>
</div>
</div>
<!-- Form Pengisian Nilai Alternatif -->
<form action="matrik-simpan.php" method="POST" class="m-2">
<div class="form-group">
<label for="id_alternatif">Nama:</label>
<select class="form-control form-select" name="id_alternatif" required>
<?php
$sql = 'SELECT id_alternatif, name FROM smart_alternatif';
$result = $db->query($sql);
while ($row = $result->fetch_object()) {
    echo '<option value="' . $row->id_alternatif . '">' . $row->name .
'</option>';
}
$result->free();
?>
</select>
</div>
<div class="form-group">

```

```

<label for="id_criteria">Kriteria:</label>
<select class="form-control form-select" name="id_criteria" required>
  <?php
    $sql = 'SELECT id_criteria, criteria FROM smart_kriteria';
    $result = $db->query($sql);
    while ($row = $result->fetch_object()) {
      echo '<option value="' . $row->id_criteria . '">' . $row->criteria .
'</option>';
    }
    $result->free();
  ?>
</select>
</div>
<div class="form-group">
  <label for="value">Value:</label>
  <input type="text" name="value" placeholder="Value..." class="form-
control" required>
</div>
<div class="form-group">
  <button type="submit" name="submit" class="btn btn-
primary" style="background-color:#99BC85; border-color:#99BC85;">Simpan</button>
</div>
</form>
<div class="table-responsive">
  <table class="table table-striped mb-0">
    <caption>
      Tabel Keputusan(X)
    </caption>
    <tr>
      <th rowspan="2">Alternatif</th>
      <th colspan="3">Penilaian</th>
      <th rowspan="2">Aksi</th>
    </tr>
    <tr>
      <th>C1</th>
      <th>C2</th>
      <th>C3</th>
    </tr>
    <?php
      $sql = "SELECT
        a.id_alternatif,
        b.name,
        SUM(IF(a.id_criteria=1,a.value,0)) AS C1,
        SUM(IF(a.id_criteria=2,a.value,0)) AS C2,
        SUM(IF(a.id_criteria=3,a.value,0)) AS C3
      FROM
        smart_evaluations a
        JOIN smart_alternatif b USING(id_alternatif)
      GROUP BY a.id_alternatif
      ORDER BY a.id_alternatif";
      $result = $db->query($sql);
      $X = array(1 => array(), 2 => array(), 3 => array());
      while ($row = $result->fetch_object()) {

```

```

        array_push($X[1], round($row->C1, 2));
        array_push($X[2], round($row->C2, 2));
        array_push($X[3], round($row->C3, 2));
        echo "<tr class='center'>
            <th>A<sub>{$row->id_alternatif}</sub> {$row->name}</th>
            <td>" . round($row->C1, 2) . "</td>
            <td>" . round($row->C2, 2) . "</td>
            <td>" . round($row->C3, 2) . "</td>
            <td>
                <a href='keputusan-hapus.php?id={$row->id_alternatif}' class='btn
btn-danger btn-sm'>Hapus</a>
            </td>
        </tr>\n";
    }
    $result->free();
    ?>
</table>

<table class="table table-striped mb-0">
    <caption>
        Tabel Ternormalisasi (U)
    </caption>
    <tr>
        <th rowspan='2'>Alternatif</th>
        <th colspan='3'>Penilaian</th>
    </tr>
    <tr>
        <th>C1</th>
        <th>C2</th>
        <th>C3</th>
    </tr>
<?php
// Ambil data nilai awal (X)
$sql = "SELECT
    a.id_alternatif,
    b.name,
    SUM(IF(a.id_criteria=1,a.value,0)) AS C1,
    SUM(IF(a.id_criteria=2,a.value,0)) AS C2,
    SUM(IF(a.id_criteria=3,a.value,0)) AS C3
FROM
    smart_evaluations a
    JOIN smart_alternatif b USING(id_alternatif)
GROUP BY a.id_alternatif
ORDER BY a.id_alternatif";
$result = $db->query($sql);

$X = [];
while ($row = $result->fetch_object()) {
    $X[$row->id_alternatif] = [
        'name' => $row->name,
        1 => $row->C1,
        2 => $row->C2,
        3 => $row->C3
    ];
}

```

```

    ];
}
$result->free();

// Cari Xmin dan Xmax tiap kriteria
$Xmin = [];
$Xmax = [];
for ($c = 1; $c <= 3; $c++) {
    $values = array_column($X, $c);
    $Xmin[$c] = min($values);
    $Xmax[$c] = max($values);
}

// Hitung normalisasi SMART
$R = [];
foreach ($X as $id_alt => $data) {
    $R[$id_alt] = [];
    for ($c = 1; $c <= 3; $c++) {
        if ($Xmax[$c] - $Xmin[$c] == 0) {
            $R[$id_alt][$c] = 0; // jika range 0
        } else {
            $R[$id_alt][$c] = ($data[$c] - $Xmin[$c]) / ($Xmax[$c] - $Xmin[$c]);
        }
    }
}

// Tampilkan hasil normalisasi di tabel
echo "<tr class='center'>
    <th>A{$id_alt} {$data['name']}</th>
    <td>" . round($R[$id_alt][1], 2) . "</td>
    <td>" . round($R[$id_alt][2], 2) . "</td>
    <td>" . round($R[$id_alt][3], 2) . "</td>
</tr>\n";
}
?>

</table>
</div>
</div>
</div>
</div>
</section>
</div>
<?php require "layout/footer.php"; ?>
</div>
</div>

<?php require "layout/js.php"; ?>
</body>

</html>

```

Lampiran VII : Source Code perhitungan.php

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<?php
require "layout/head.php";
require "include/conn.php";
require "W.php";
require "R.php";
?>
<body>
<div id="app">
<?php require "layout/sidebar.php"; ?>
<div id="main" style="background-color: #ECFAE5;">
<header class="mb-3">
<a href="#" class="burger-btn d-block d-xl-none">
<i class="bi bi-justify fs-3"></i>
</a>
</header>
<div class="page-heading">
<h3>Nilai Pilihan (P) & Perangkingan</h3>
</div>
<div class="page-content">
<section class="row">
<!-- Tabel Nilai Pilihan -->
<div class="col-md-6 col-12">
<div class="card">
<div class="card-header">
<h4 class="card-title">Tabel Nilai Pilihan (P)</h4>
</div>
<div class="card-content">
<div class="card-body">
<p class="card-text">
Nilai pilihan (P) merupakan penjumlahan dari perkalian matriks
ternormalisasi U dengan vektor bobot W.
</p>
</div>
<div class="table-responsive">
<table class="table table-striped mb-0">
<caption>Nilai Pilihan (P)</caption>
<tr>
<th>No</th>
<th>Alternatif</th>
<th>Hasil</th>
</tr>
</table>
</div>
<?php
$P = array();
$no = 0;
// Ambil daftar nama alternatif sekali saja
$altNames = [];
$sqlAlt = "SELECT id_alternatif, name FROM smart_alternatif";
$resultAlt = $db->query($sqlAlt);
while ($rowAlt = $resultAlt->fetch_object()) {

```

```

        $saltNames[$rowAlt->id_alternatif] = $rowAlt->name;
    }
    $resultAlt->free();
    // Hitung nilai akhir SMART
    foreach ($R as $i => $r) {
        $P[$i] = 0;
        for ($j = 1; $j <= count($W); $j++) {
            $uij = $r[$j];
            $P[$i] += $W[$j-1] * $uij;
        }
        // Ambil nama alternatif dari array $saltNames
        $namaAlt = isset($saltNames[$i]) ? $saltNames[$i] : "A{$i}";
        echo "<tr class='center'>
            <td>" . (++$no) . "</td>
            <td>{$namaAlt}</td>
            <td>" . round($P[$i], 4) . "</td>
        </tr>";
    }
?>

</table>
</div>
</div>
</div>
</div>
<!-- Tabel Perangkingan -->
<div class="col-md-6 col-12">
    <div class="card">
        <div class="card-header">
            <h4 class="card-title">Tabel Perangkingan & Keputusan</h4>
        </div>
        <div class="card-content">
            <div class="table-responsive">
                <table class="table table-bordered mb-0">
                    <caption>Perangkingan</caption>
                    <tr>
                        <th>Rank</th>
                        <th>Alternatif</th>
                        <th>Nilai Akhir</th>
                        <th>Keputusan</th>
                    </tr>
                </table>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
<?php
// Ambil nama alternatif dari database
$saltNames = [];
$sqlAlt = "SELECT id_alternatif, name FROM smart_alternatif";
$resultAlt = $db->query($sqlAlt);
while ($rowAlt = $resultAlt->fetch_object()) {
    $saltNames[$rowAlt->id_alternatif] = $rowAlt->name;
}
$resultAlt->free();
// Urutkan berdasarkan nilai P
arsort($P);
$rank = 0;
foreach ($P as $salt => $nilai) {

```

```

$rank++;
// Tentukan status berdasarkan klasifikasi
if ($nilai >= 0.50 && $nilai <= 0.70) {
    $status = "Optimal";
} elseif ($nilai < 0.50) {
    $status = "Tidak Optimal";
} else {
    $status = "Optimal"; // nilai > 0.70 tetap dianggap optimal
}
// Ambil nama alternatif
$namaAlt = isset($saltNames[$salt]) ? $saltNames[$salt] : "A{$salt}";
echo "<tr>
    <td>{$rank}</td>
    <td>{$namaAlt}</td>
    <td>". round($nilai, 4) . "</td>
    <td>{$status}</td>
</tr>";
}
?>
</table>
</div>
</div>
</div>
</div>
</section>
</div>
<?php require "layout/footer.php"; ?>
</div>
</div>
<?php require "layout/js.php"; ?>
</body>
</html>

```