

Penerapan Metode AHP-ROC Sebagai Sistem Analisis Keputusan Multi-Criteria Untuk Penentuan Prioritas Pupuk Pada Budidaya Tebu (Studi Kasus: Desa Tunggunjagir, Kabupaten Lamongan)

Farrel Yosan Navyansyah¹, I Gde Agung Sri Sidhimantra²

Program Studi Manajemen Informatika, Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60231

¹farrel.22032@mhs.unesa.ac.id

²igdesidhimantra@unesa.ac.id

Abstrak - Penelitian ini bertujuan membangun Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web untuk menentukan prioritas pupuk tebu secara objektif bagi petani di Desa Tunggunjagir. Kesulitan petani dalam memilih pupuk secara terstruktur berisiko menyebabkan inefisiensi biaya produksi dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Data penelitian yang digunakan mencakup 6 kriteria penilaian kondisi lahan dan 6 alternatif jenis pupuk tebu. Metode yang diterapkan mengintegrasikan algoritma Rank Order Centroid (ROC) untuk pembobotan kriteria dan Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk evaluasi alternatif. Hasil komputasi merekomendasikan Phonska sebagai pupuk paling optimal, diikuti Urea, NPK Phonska, ZA, Petroganik, dan KCL. Pengujian akurasi menunjukkan bahwa algoritma sistem selaras sepenuhnya dengan perhitungan matematis manual. Selain itu, pengujian validasi menggunakan System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor 82,33 dengan kategori Acceptable. Kesimpulannya, sistem ini terbukti memiliki antarmuka dan alur kerja yang intuitif serta efektif membantu pengambilan keputusan pemupukan yang lebih terukur.

Kata kunci : Sistem Pendukung Keputusan, Analytic Hierarchy Process, Rank Order Centroid, Pupuk Tebu, System Usability Scale

Abstract - This study aims to develop a web-based Decision Support System (DSS) to objectively determine sugarcane fertilizer priorities for farmers in Tunggunjagir Village. Farmers' difficulties in systematically selecting fertilizers risk causing production cost inefficiencies and stunted plant growth. The research data utilizes 6 evaluation criteria for land conditions and 6 sugarcane fertilizer alternatives. The applied method integrates the Rank Order Centroid (ROC) algorithm for criteria weighting and the Analytic Hierarchy Process (AHP) for alternative evaluation. The computational results recommend Phonska as the most optimal fertilizer, followed by Urea, NPK Phonska, ZA, Petroganik, and KCL. Accuracy testing indicates that the system's algorithm aligns perfectly with manual mathematical calculations. Furthermore, user validation testing using the System Usability Scale (SUS) yielded a score of 82.33 in the Acceptable category. In conclusion, this system proves to have an intuitive interface and workflow, effectively assisting in making more measured fertilization decisions.

Keywords : Decision Support System, Analytic Hierarchy Process, Rank Order Centroid, Sugarcane Fertilizer, System Usability Scale

I. PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis di Indonesia yang memegang peranan krusial sebagai bahan baku utama industri gula nasional. Peningkatan produktivitas tanaman tebu menjadi prioritas penting dalam menjaga stabilitas ekonomi dan ketahanan pangan. Salah satu faktor kunci yang sangat berpengaruh pada kualitas dan kuantitas hasil panen tebu adalah praktik pemupukan yang tepat [1]. Pemupukan yang optimal tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan tonase bobot tebu per hektar, tetapi juga secara signifikan memengaruhi kadar rendemen atau kandungan gula di dalam batang [2]. Kegagalan dalam menyediakan nutrisi yang tepat pada fase pertumbuhan dapat menghambat potensi genetik varietas tebu yang ditanam. Pada akhirnya, ketepatan manajemen unsur hara ini menjadi penentu utama tingkat profitabilitas usaha tani secara keseluruhan [3].

Meskipun pemupukan merupakan aspek esensial, implementasi di lapangan masih diwarnai oleh berbagai kendala, khususnya yang dialami oleh para petani di Desa Tunggunjagir, Kabupaten Lamongan. Permasalahan utama yang muncul adalah ketidaktepatan dan kebingungan petani dalam menentukan jenis pupuk yang paling sesuai di tengah banyaknya pilihan, mulai dari ragam pupuk subsidi hingga alternatif non-subsidi [4]. Kesenjangan yang nyata terjadi ketika proses pengambilan keputusan seringkali tidak didasarkan pada analisis sistematis, melainkan sebatas pengalaman turun-temurun tanpa mempertimbangkan kondisi riil lahan. Kriteria-kriteria krusial seperti harga, ketersediaan pasokan, kelengkapan formula, pengaruh residu ke tanah, kandungan hara, dan efektivitas hasil panen seringkali diabaikan [5]. Pemilihan pupuk yang subjektif dan tidak akurat ini tidak hanya berisiko menurunkan kuantitas panen, tetapi juga memicu inefisiensi biaya produksi yang sangat merugikan petani.

Untuk mengatasi tantangan multi-kriteria tersebut, diperlukan sebuah pendekatan strategis yang mampu mengarahkan petani pada keputusan yang rasional dan terukur. Seiring dengan transformasi digital, penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menjadi solusi yang terbukti efektif untuk memfasilitasi analisis berbagai alternatif secara objektif di bidang pertanian [6]. Salah satu metode matematis yang sangat andal dan umum digunakan dalam arsitektur SPK adalah *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Metode ini memiliki keunggulan dalam memecahkan permasalahan yang sangat kompleks dengan menstrukturkannya ke dalam bentuk hierarki guna mengevaluasi setiap alternatif secara terperinci [7]. Meskipun AHP menghasilkan perhitungan yang sangat presisi, proses penentuan bobot kriteria melalui matriks perbandingan berpasangan murni seringkali dinilai terlalu rumit, repetitif, dan memakan waktu jika diimplementasikan secara langsung kepada pengguna akhir [8].

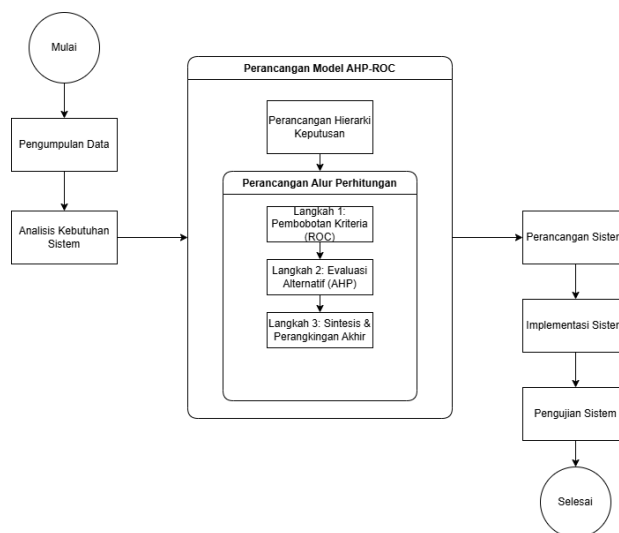
Menyadari keterbatasan operasional tersebut, diperlukan integrasi metode tambahan guna menyederhanakan interaksi antarmuka tanpa mengorbankan kedalaman analisis komputasi. Sebagai solusi inovatif, penelitian ini mengintegrasikan metode *Rank Order Centroid (ROC)* ke dalam fase pembobotan kriteria. Metode ROC menawarkan teknik pembobotan yang jauh lebih ringkas, di mana pengguna hanya diminta untuk memberikan peringkat prioritas pada setiap kriteria, yang selanjutnya akan dikonversi menjadi bobot matematis secara otomatis oleh sistem [9]. Kombinasi ini menciptakan sebuah model hibrida yang saling melengkapi; ROC secara efektif mereduksi beban kognitif petani dalam menentukan urgensi kriteria lahan, sementara AHP tetap dipertahankan sebagai mesin inferensi untuk mengevaluasi dan merangking kualitas alternatif pupuk [10]. Pendekatan hibrida ini menawarkan titik keseimbangan yang ideal antara kemudahan penggunaan dan akurasi analisis analitis.

Berdasarkan landasan metodologis tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan serta pengembangan Sistem Pendukung Keputusan hibrida berbasis web yang secara spesifik difungsikan untuk penentuan prioritas pupuk tebu di Desa Tunggunjagir. Ruang lingkup komputasi dibatasi pada perhitungan enam kriteria kelayakan terhadap enam alternatif pupuk yang paling relevan dengan kondisi pasar lokal (Urea, Phonska, NPK Phonska, ZA, KCL, dan Petroganik). Kehadiran inovasi sistem ini tidak hanya sekadar dirancang untuk menghasilkan urutan peringkat pupuk secara algoritmik, tetapi juga ditujukan untuk mengukur tingkat penerimaan dan validitas fungsionalnya secara langsung dari perspektif petani [11]. Melalui transformasi proses matematis yang rumit menjadi perangkat lunak yang intuitif, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoretis pada implementasi SPK agribisnis, sekaligus memberdayakan kelompok tani dalam mengoptimalkan anggaran dan mewujudkan praktik pertanian yang berkelanjutan [12].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis mengikuti alur kerja yang terstruktur, mulai dari tahap pengumpulan data hingga pengujian sistem. Penelitian ini difokuskan pada

perancangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk penentuan prioritas jenis pupuk tebu menggunakan integrasi pendekatan hibrida *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *Rank Order Centroid (ROC)* [1]. Metodologi yang diadaptasi dalam pengembangan situs web SPK ini adalah metode *Waterfall* untuk memastikan proses dari tahap analisis kebutuhan hingga pengujian berjalan secara linier dan akurat.



Gambar 1 Alur Rancangan Penelitian

A. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan pondasi penelitian untuk membangun kerangka permasalahan yang valid berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Pengumpulan data komprehensif dilakukan melalui tiga metode utama: studi literatur, observasi, dan wawancara. Studi literatur dikaji guna memperoleh landasan teoretis mengenai metode AHP dan ROC, memvalidasi skala penilaian Saaty, serta menyusun daftar kriteria dan alternatif pupuk yang relevan [1]. Observasi secara langsung dilakukan di toko-toko pertanian sekitar Desa Tunggunjagir untuk memvalidasi ketersediaan produk, variasi harga, dan tren penggunaan pupuk oleh petani tebu. Selain itu, wawancara mendalam dilakukan bersama pakar pertanian (Bapak Gaguk Siswanto, S.P.), pengurus kelompok tani, dan pemilik toko guna mendapatkan pemahaman kualitatif proses keputusan serta mengumpulkan data kuantitatif berupa peringkat kriteria dan perbandingan berpasangan alternatif pupuk.

B. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem mendefinisikan secara rinci spesifikasi fungsional dan non-fungsional yang menjadi landasan utama dalam perancangan serta implementasi sistem pendukung keputusan. Kebutuhan fungsional sistem mencakup penyediaan fitur manajemen data master kriteria dan alternatif pupuk, pengelolaan autentikasi serta pembatasan hak akses antara admin dan petani, serta pemilihan modul analisis. Sistem juga diwajibkan menyediakan antarmuka untuk input urutan prioritas kriteria menggunakan metode *Rank Order Centroid (ROC)* dan matriks perbandingan

berpasangan berbasis *Analytic Hierarchy Process* (AHP), yang kemudian diproses secara otomatis melalui algoritma kalkulasi dan sintesis hingga menghasilkan tampilan urutan peringkat rekomendasi akhir yang jelas.

Sementara itu, kebutuhan non-fungsional berfokus pada pemenuhan atribut kualitas dan batasan operasional untuk menjamin efektivitas sistem saat digunakan di lapangan. Aspek *usability* menekankan pada desain antarmuka yang intuitif dan penggunaan bahasa yang mudah dipahami oleh petani dengan berbagai tingkat literasi digital. Selain itu, sistem harus memenuhi standar desain responsif agar dapat diakses secara optimal melalui berbagai perangkat seperti laptop maupun *smartphone*, memiliki kinerja komputasi yang cepat dalam mengeksekusi perhitungan matriks, serta memiliki keandalan tinggi guna memastikan stabilitas aplikasi dan akurasi matematis dari hasil akhir yang disajikan.

C. Perancangan Model Keputusan (AHP-ROC)

Pendekatan Tahap ini adalah bagian inti yang menjelaskan logika dan alur perhitungan dari sistem pendukung keputusan yang akan dibangun. Tahap ini berfokus pada bagaimana metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Rank Order Centroid* (ROC) akan dimodelkan dan diintegrasikan untuk menyelesaikan masalah penentuan prioritas jenis pupuk pada budidaya tebu. Pendekatan hibrida ini dipilih untuk memanfaatkan keunggulan masing-masing metode: kesederhanaan ROC untuk pembobotan kriteria dan kedalaman analisis AHP untuk evaluasi alternatif.

1) Perancangan Hierarki Keputusan

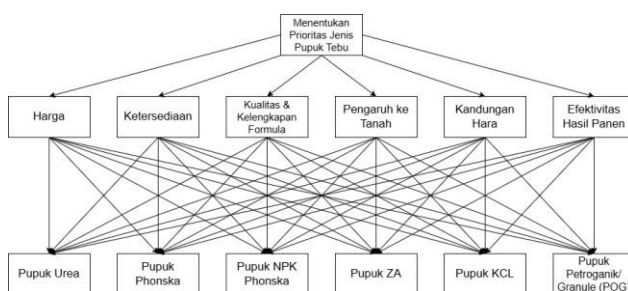
Langkah pertama adalah memecah masalah kompleks menjadi sebuah struktur hierarki yang terorganisir. Untuk penelitian ini, dirancang satu struktur hierarki utama yang terdiri dari tiga tingkat:

- Tingkat 1: Tujuan (*Goal*), yaitu menentukan prioritas jenis pupuk terbaik untuk budidaya tebu.
- Tingkat 2: Kriteria (*Criteria*), yaitu faktor-faktor dasar penilaian yang divalidasi melalui wawancara, meliputi Harga, Ketersediaan di Pasar Lokal, Kualitas & Kelengkapan Formula, Pengaruh ke Tanah, Kandungan Hara, dan Efektivitas Hasil Panen.
- Tingkat 3: Alternatif (*Alternatives*), yaitu enam jenis pupuk yang dievaluasi mencakup Pupuk Urea, Phonska, NPK Phonska, ZA, KCL, dan Petroganik/Granule (POG).

Tabel 1 Kriteria dan Alternatif Pemilihan Pupuk

Kode	Kriteria	Kode	Alternatif
C1	Harga	A1	Pupuk Urea
C2	Ketersediaan di Pasar Lokal	A2	Pupuk Phonska
C3	Kualitas & Kelengkapan Formula	A3	Pupuk NPK Phonska
C4	Pengaruh ke Tanah	A4	Pupuk ZA
C5	Kandungan Hara	A5	Pupuk KCL
C6	Efektivitas Hasil Panen	A6	Pupuk Petroganik/POG

Struktur keputusan tersebut kemudian dimodelkan secara visual untuk memperjelas hubungan antar elemen penyusun keputusan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2 Struktur Hirarki AHP Pemilihan Pupuk

2) Perancangan Alur Perhitungan

Alur perhitungan dalam sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan metode ROC dan AHP secara berurutan. Pendekatan hibrida ini bertujuan untuk menyederhanakan proses input preferensi kriteria dari pengguna menggunakan ROC, sambil tetap mempertahankan kedalaman analisis dalam mengevaluasi alternatif jenis pupuk menggunakan AHP.

3) Langkah 1: Pembobotan Kriteria dengan Metode ROC

Tahap pertama bertujuan untuk menentukan bobot numerik (tingkat kepentingan relatif) dari setiap kriteria. Pendekatan ROC dipilih karena pengguna hanya perlu memberikan peringkat kriteria dari yang paling penting hingga yang paling tidak penting, yang dinilai lebih intuitif dibandingkan memberikan nilai perbandingan kuantitatif. Sistem akan secara otomatis mengkalkulasi bobot untuk setiap kriteria (W_j) berdasarkan peringkatnya (j) dan jumlah total kriteria ($n = 6$) menggunakan rumus dibawah ini [1], [2].

$$W_j = \frac{1}{n} \sum_{k=j}^n \frac{1}{k}$$

Dari perhitungan, kriteria Harga (w_1) yang menempati peringkat pertama ($j = 1$) dihitung dengan melakukan penjumlahan hingga ($n = 6$), menghasilkan nilai bobot sebesar 0.4083. Proses ini diulangi untuk kriteria lainnya hingga memperoleh bobot global yang dinormalisasi, seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Bobot kriteria dengan ROC

Kriteria	Bobot
Harga	0.4083
Ketersediaan di Pasar Lokal	0.2417
Kualitas & Kelengkapan Formula	0.1583
Pengaruh ke Tanah	0.1028
Kandungan Hara	0.0611
Efektivitas Hasil Panen	0.0278

4) Langkah 2: Evaluasi Alternatif dengan Metode AHP

Setelah bobot kriteria global diperoleh melalui ROC, sistem memanfaatkan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) AHP untuk mengevaluasi keenam alternatif jenis pupuk di bawah masing-masing kriteria. Pengguna atau pakar memberikan nilai perbandingan menggunakan skala fundamental Saaty (1-9). Proses ini diawali dengan membentuk matriks perbandingan berpasangan berukuran 6x6, di mana nilai diagonal adalah 1, dan nilai di bawah diagonal adalah kebalikan dari nilai di atas diagonal. Matriks ini kemudian dinormalisasi menggunakan rumus dibawah ini [1], [2].

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Tabel 3. Matriks untuk Kriteria Harga (C1)

Harga	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1	1	3	5	7	9
A2	1	1	3	5	7	9
A3	1/3	1/3	1	3	5	7
A4	1/5	1/5	1/3	1	3	5
A5	1/7	1/7	1/5	1/3	1	3
A6	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1

Salah satu input data perbandingan alternatif ditunjukkan pada matriks kriteria Harga (Tabel 3). Setelah proses normalisasi selesai pada seluruh kriteria, vektor prioritas lokal (*eigenvector*) dihitung dengan merata-ratakan nilai pada setiap baris matriks ternormalisasi menggunakan Persamaan 3 [1]. Hasil akumulasi bobot alternatif untuk seluruh kriteria dirangkum pada Tabel 4.

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n n_{ij}$$

Tabel 4 Hasil Bobot Alternatif (*Eigenvector*)

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1 (Urea)	0.3362	0.2900	0.1661	0.0481	0.2994	0.1364
A2 (Phonska)	0.3362	0.2900	0.2525	0.0979	0.1865	0.2304
A3 (NPK Phonska)	0.1660	0.1735	0.3819	0.0979	0.2994	0.3637
A4 (ZA)	0.0886	0.1033	0.1107	0.0661	0.1225	0.0812
A5 (KCL)	0.0471	0.0481	0.0527	0.2560	0.0602	0.1364

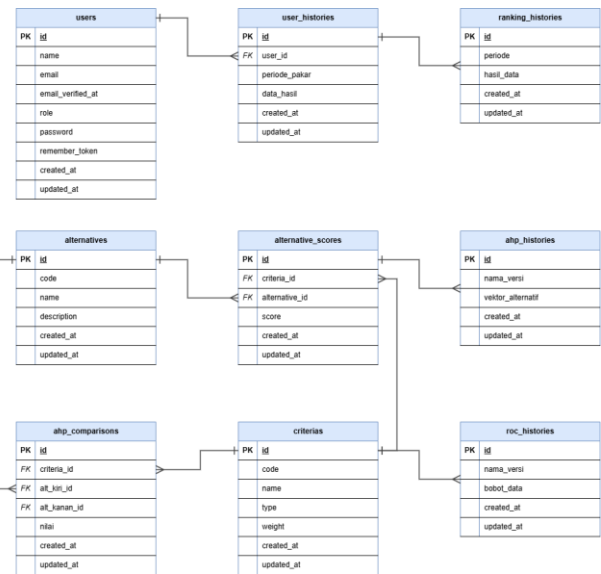
5) Langkah 3: Penggabungan dan Perangkingan Akhir

Pada tahap final ini, sistem menggabungkan bobot kriteria global (ROC) dan bobot prioritas lokal alternatif (AHP) untuk menghasilkan skor komprehensif bagi setiap jenis pupuk. Skor akhir dihitung dengan menjumlahkan hasil kali antara bobot global kriteria W_j dan bobot prioritas lokal alternatif W_{ij} berdasarkan rumus dibawah ini [3].

$$Skor\ Akhir_i = \sum_{j=1}^n (W_j \times W_{ij})$$

D. Perancangan Sistem

1) Entity Relationship Diagram (ERD)



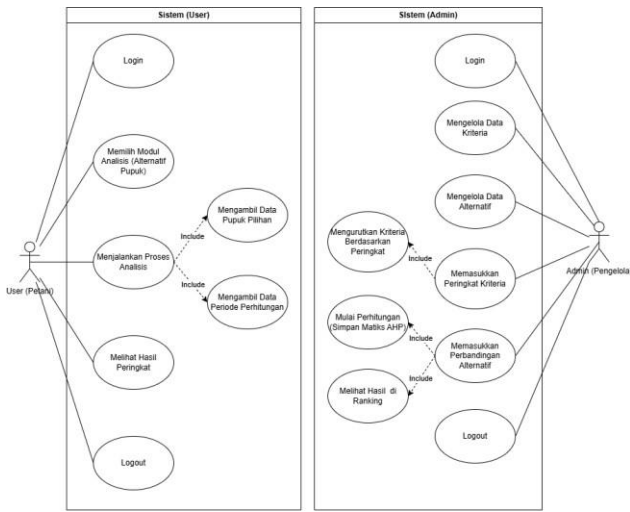
Gambar 3 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) memodelkan struktur basis data Sistem Pendukung Keputusan yang mencakup pengguna, kriteria, alternatif pupuk, kriteria kebutuhan, matriks perbandingan pakar, dan riwayat analisis untuk menjamin integritas rekam jejak sistem secara terstruktur dan permanen.

2) Arsitektur

Perancangan arsitektur sistem dibangun menggunakan pola *Model-View-Controller* (MVC) bawaan *framework* Laravel yang memisahkan pengelolaan basis data (*Model*), penyajian antarmuka pengguna (*View*), serta pemrosesan logika algoritma AHP dan ROC (*Controller*) guna menciptakan pengembangan sistem yang terstruktur, modular, dan mudah dipelihara. Pemilihan Laravel sebagai kerangka kerja utama sangat relevan dalam pengembangan Sistem Pendukung Keputusan karena keandalannya dalam menangani komputasi matematis yang kompleks secara efisien. Melalui ekosistem Laravel, proses iterasi matriks perbandingan berpasangan pada AHP serta konversi peringkat kriteria pada ROC dapat dieksekusi secara tepat. Selain itu, fitur bawaan kerangka kerja ini, sangat memfasilitasi pengelolaan basis pengetahuan pakar maupun rekam jejak analisis pengguna secara aman, sehingga memastikan aplikasi dapat beroperasi dengan tingkat stabilitas dan skalabilitas yang tinggi.

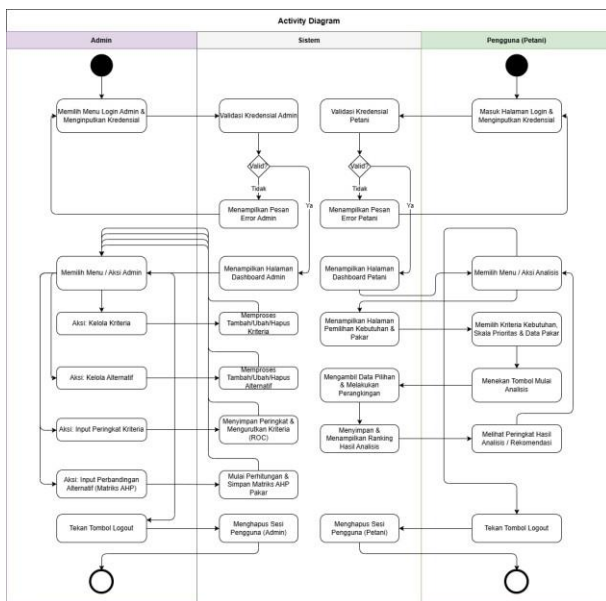
3) Use Case Diagram



Gambar 5 Use Case Diagram

Diagram Use Case memodelkan interaksi sistem dengan dua aktor utama, yaitu Admin dan Pakar yang bertugas mengelola data master dan perhitungan matriks AHP pakar, serta Petani (User) yang mengeksekusi simulasi analisis untuk memperoleh hasil rekomendasi peringkat pupuk.

4) Activity Diagram



Gambar 6 Activity Diagram

Activity Diagram memodelkan alur kerja operasional Sistem pendukung keputusan untuk penentuan prioritas pupuk tebu yang mencakup proses autentikasi, pengelolaan data master dan penilaian data matriks dari pakar oleh admin, serta eksekusi simulasi analisis rekomendasi berdasarkan kebutuhan pengguna atau petani untuk memberikan gambaran interaksi pengguna dengan sistem secara komprehensif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Sistem

Implementasi sistem pada penelitian ini merupakan pelaksanaan atau penerapan dari tahap pengembangan perangkat lunak sistem pengambilan keputusan pemilihan pupuk dari metode konvensional menjadi sebuah platform digital berbasis *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). Proses ini mengintegrasikan metode hibrida *Rank Order Centroid* (ROC) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) ke dalam sebuah arsitektur web yang terstruktur untuk membantu petani di Desa Tunggunjagir menentukan prioritas pemupukan secara objektif. Melalui bagian admin atau pakar menginputkan peringkat kepentingan kriteria untuk diproses dengan ROC dan perbandingan berpasangan alternatif untuk diproses dengan AHP. Sistem kemudian secara otomatis melakukan kalkulasi melalui perkalian antara bobot global kriteria dengan bobot prioritas alternatif untuk menghasilkan skor akhir yang disimpan sebagai data periode analisis.

Dengan memanfaatkan Laravel sebagai *framework* manajemen logika dan Tailwind CSS untuk membangun antarmuka yang responsif serta modern, implementasi ini memungkinkan pengguna (petani) untuk melakukan analisis secara mandiri dengan memilih jenis pupuk yang tersedia dan menentukan periode referensi hasil penilaian pakar. Ekosistem ini menjamin konsistensi perhitungan matematis dan memudahkan aksesibilitas informasi rekomendasi pupuk yang tepat sasaran, sehingga mendukung efektivitas biaya dan hasil panen budidaya tebu di lokasi studi kasus Desa Tunggunjagir.

B. Implementasi Metode ROC dan AHP Pada Sistem

```

1 $totalKriteria = count($ranks);
2 $bobotDasar = [];
3 for ($i = 1; $i <= $totalKriteria; $i++) {
4     $sum = 0;
5     for ($j = $i; $j <= $totalKriteria; $j++) {
6         $sum += (1 / $j);
7     }
8     $bobotDasar[$i] = $sum / $totalKriteria;
9 }

```

Gambar 7 Rumus ROC Untuk Kriteria

Pada tahap pertama, algoritma ROC menggunakan perulangan bersarang untuk menghitung bobot kriteria global berdasarkan peringkat tingkat kepentingan. Tahap komputasi selanjutnya berfokus pada implementasi algoritma AHP untuk mengevaluasi matriks perbandingan berpasangan dari setiap alternatif. Sistem membentuk matriks berordo $n \times n$ berdasarkan skala Saaty, melakukan normalisasi matriks, dan mencari nilai bobot prioritas lokal (*eigenvector*) dengan merata-ratakan nilai hasil normalisasi.

```

1 $bobotPrioritas = [];
2 foreach ($alternatives as $baris) {
3     $jumlahBarisNormalisasi = 0;
4     foreach ($alternatives as $kolom) {
5         $pembagi = $jumlahKolom[$kolom->id] == 0 ? 1 : $jumlahKolom[$kolom->id];
6         $nilaiNormalisasi = ($matrix[$baris->id][$kolom->id] ?? 0) / $pembagi;
7         $jumlahBarisNormalisasi += $nilaiNormalisasi;
8     }
9     $eigenVector = $jumlahBarisNormalisasi / $n;
10    $bobotPrioritas[$baris->id] = $eigenVector;
11 }

```

Gambar 8 Rumus AHP Untuk Alternatif

Untuk menjamin validitas penilaian yang dimasukkan, sistem melakukan pengujian Rasio Konsistensi (CR) melalui pencarian Nilai Eigen Maksimum dan *Consistency Index* (CI). Seluruh matriks kriteria yang diuji menghasilkan nilai CR di bawah ambang batas toleransi 0.10 (10%), sehingga data evaluasi dinyatakan konsisten secara logis dan tervalidasi secara sah untuk diteruskan ke tahap akhir.

C. Tahap Perankingan Akhir ROC-AHP

```

1 // SINTESIS: Bobot ROC * Vektor AHP
2 foreach ($bobotKriteria as $crit_id => $bobot) {
3     $skorAHP = $kriteriaSkor[$crit_id] ?? 0;
4     $skorAkhir += ($bobot * $skorAHP);
5 }
6
7 $hasilRanking[] = [
8     'id' => $alt_id,
9     'kode' => $alternatives[$alt_id]->code ?? 'UNK',
10    'nama' => $alternatives[$alt_id]->name ?? 'Tanpa Nama',
11    'total_skor' => $skorAkhir
12 ];
13 }

```

Gambar 9 Rumus Perankingan Akhir ROC-AHP

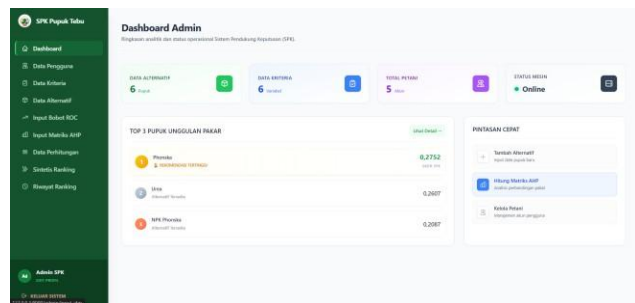
Implementasi sistem pada tahap akhir berfokus pada sintesis data untuk menentukan peringkat prioritas alternatif melalui fungsi `hitungSemuaRanking`. Proses komputasi diawali dengan pemanggilan seluruh entitas alternatif dan kriteria dari basis data, dilanjutkan dengan inialisasi struktur *array* untuk mengalokasikan ruang penyimpanan akumulasi skor akhir dari masing-masing alternatif dengan nilai awal nol. Algoritma kemudian menjalankan perulangan bersarang (*nested loop*), di mana perulangan tingkat luar bertugas mengekstrak Bobot Kriteria Global hasil ROC, sementara perulangan tingkat dalam mengeksekusi kueri ke tabel `AlternativeScore` untuk mengambil Bobot Prioritas Lokal hasil AHP yang bersesuaian dengan kriteria dan alternatif yang sedang diproses. Proses perhitungan sintesis diimplementasikan dengan mengalikan bobot kriteria dengan skor prioritas lokal alternatif, lalu mengakumulasikan hasil perkalian tersebut secara iteratif ke dalam variabel total skor.

Tabel 5 Hasil Akhir Perankingan

Peringkat	Alternatif (Jenis Pupuk)	Skor Akhir
1	A2 (Phonska)	0.2752
2	A1 (Urea)	0.2607
3	A3 (NPK Phonska)	0.2087
4	A4 (ZA)	0.0952
5	A6 (Petroganik/Granule)	0.0873
6	A5 (KCL)	0.0730

D. Implementasi Antarmuka dan Fitur

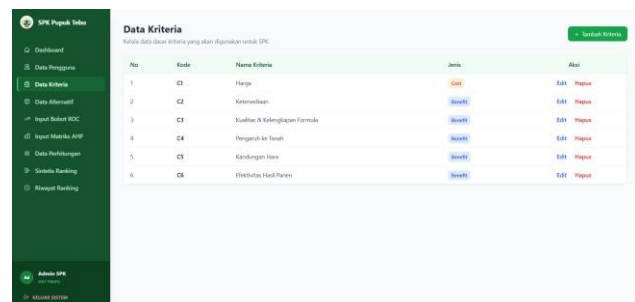
1) Halaman Dashboard Admin



Gambar 10 Halaman Dashboard Admin

Tampilan ini adalah Halaman Dashboard Admin yang menyajikan ringkasan analitik operasional sistem, metrik data utama, dan visualisasi rekomendasi pupuk terbaik, beserta tautan navigasi cepat untuk memudahkan administrator dalam memantau sekaligus mengelola aplikasi secara *real-time*.

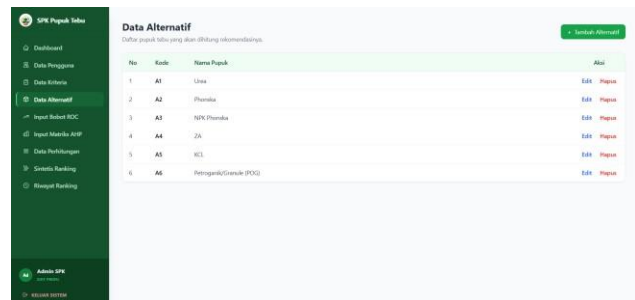
2) Halaman Data Kriteria



Gambar 11 Halaman Data Kriteria

Tampilan ini adalah Halaman Data Kriteria yang berfungsi sebagai fondasi utama sistem untuk mengelola seluruh variabel penilaian pupuk secara terpusat, dilengkapi dengan fitur manajemen data komprehensif guna memudahkan administrator dalam memelihara dan menyesuaikan parameter perhitungan algoritma secara fleksibel tanpa perlu mengubah struktur kode.

3) Halaman Data Alternatif



Gambar 12 Halaman Data Alternatif

Tampilan ini adalah Halaman Log Aktivitas yang berfungsi sebagai pusat rekam jejak untuk memantau seluruh riwayat interaksi pengguna dan admin di dalam sistem, memastikan transparansi operasional serta memudahkan pelacakan aktivitas seperti persetujuan data atau perubahan konfigurasi secara *real-time*.

4) Halaman Input Peringkat Kriteria ROC



Gambar 13 Halaman Input Peringkat Kriteria ROC

Tampilan ini adalah Halaman Input Peringkat Kriteria (ROC) yang berfungsi untuk memfasilitasi administrator dalam menentukan bobot prioritas variabel secara efisien, dilengkapi dengan fitur manajemen versi dan dukungan *Tied-Ranking* guna memastikan konversi matematis berjalan objektif serta memudahkan pendokumentasian berbagai skenario penilaian secara terstruktur.

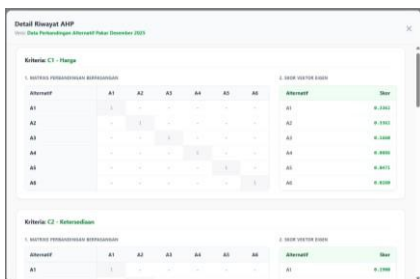
5) Halaman Input Perbandingan Alternatif AHP



Gambar 14 Halaman Input Perbandingan Alternatif AHP

Tampilan ini adalah Halaman Perbandingan Alternatif (AHP) dalam melakukan penilaian matriks berpasangan antar kandidat pupuk. Halaman ini dilengkapi fitur manajemen versi perbandingan serta validasi otomatis *Consistency Ratio* (CR) guna memastikan setiap input penilaian pakar memiliki konsistensi.

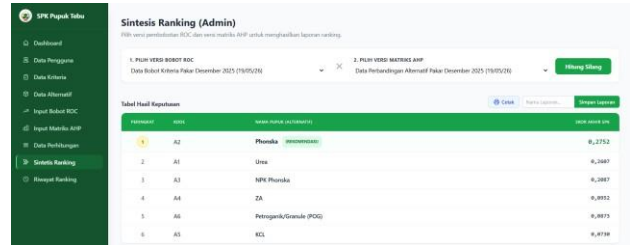
6) Halaman Data Perhitungan dan Perbandingan



Gambar 15 Halaman Data Perhitungan dan Perbandingan

Tampilan ini adalah Halaman Data Perhitungan (ROC & AHP) yang berfungsi sebagai pusat arsip riwayat simulasi pembobotan kriteria dan perbandingan alternatif, dilengkapi dengan fitur *version control* guna memudahkan administrator dalam melacak, meninjau, dan mengelola rekam jejak skenario keputusan secara terstruktur dan efisien.

7) Halaman Ranking



Gambar 16 Halaman Ranking

Tampilan ini adalah Halaman Sintesis Ranking yang berfungsi sebagai tahap akhir penggabungan bobot kriteria ROC dan nilai preferensi AHP untuk menghasilkan skor keputusan final, dilengkapi dengan fitur pemilihan versi data, tabel rekomendasi peringkat pupuk, serta opsi cetak dan simpan laporan guna memfasilitasi pendokumentasian hasil secara komprehensif.

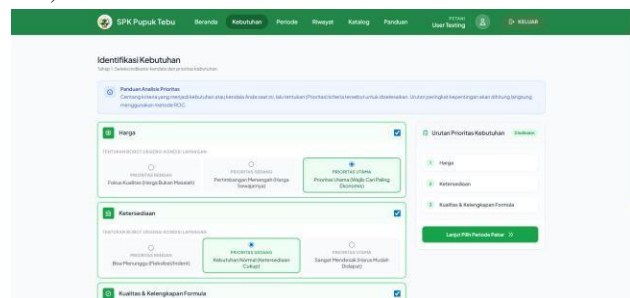
8) Halaman Dashboard User



Gambar 17 Halaman Dashboard User

Tampilan ini adalah Halaman Dashboard User yang berfungsi sebagai pusat kendali utama bagi petani untuk mengakses fitur analisis rekomendasi pupuk secara cepat, dilengkapi dengan modul katalog edukatif, panduan alur sistem, dan rekam jejak riwayat analisis terakhir guna memudahkan operasional secara intuitif.

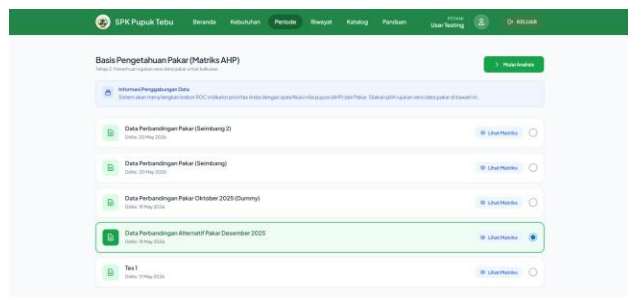
9) Halaman Kebutuhan



Gambar 18 Halaman Kebutuhan

Tampilan ini adalah Halaman Identifikasi Kebutuhan yang berfungsi sebagai pintu gerbang utama bagi petani untuk memetakan kondisi lahan melalui pemilihan kriteria dan penetapan urgensi secara intuitif. Terintegrasi dengan metode *Rank Order Centroid* (ROC), panel prioritas visual yang responsif, serta mekanisme validasi data yang ketat, halaman ini secara efektif mengonversi preferensi subjektif pengguna menjadi bobot kuantitatif yang presisi guna menghasilkan dasar rekomendasi yang akurat.

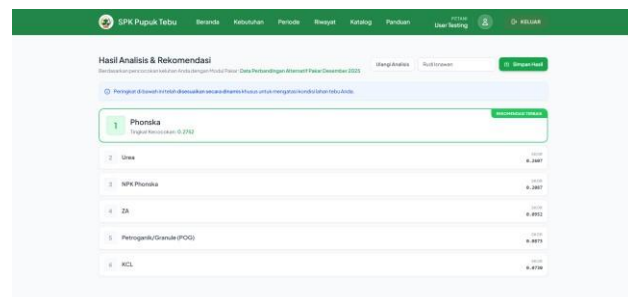
10) Halaman Pilih Periode Perhitungan Pakar



Gambar 19 Halaman Pilih Periode Perhitungan Pakar

Tampilan ini adalah Halaman Basis Pengetahuan Pakar (Matriks AHP) yang berfungsi sebagai tahap integrasi bagi pengguna untuk memilih rujukan skenario penilaian pakar, dilengkapi dengan fitur pratinjau matriks guna memicu eksekusi komputasi algoritma akhir secara presisi dan menghasilkan rekomendasi pupuk yang optimal.

11) Halaman Hasil Rekomendasi



Gambar 20 Halaman Hasil Rekomendasi

E. Pengujian

1) Pengujian Akurasi

Gambar 21 Tabel Pengujian Akurasi

ALTERNATIF PUPUK	SKOR TOTAL EXCEL	RANKING	SKOR TOTAL SISTEM	RANKING
A2 Phonska	0,2752	1	0,2752	1
A1 Urea	0,2607	2	0,2607	2
A3 NPK Phonska	0,2087	3	0,2087	3
A4 ZA	0,0952	4	0,0952	4
A6 Petroganik/POG	0,0873	5	0,0873	5
A5 KCL	0,0730	6	0,0730	6

Hasil komparasi menunjukkan bahwa seluruh perolehan skor akhir dan urutan perankingan antara perhitungan manual dengan hasil sistem memiliki nilai yang identik secara presisi

hingga empat angka di belakang desimal. Keselarasan hasil pada alternatif Phonska sebagai prioritas utama hingga KCL di peringkat terbawah membuktikan bahwa implementasi algoritma pembobotan dan pemeringkatan pada sistem memiliki tingkat akurasi yang sempurna dan bebas dari kesalahan logika komputasi. Dengan demikian, sistem dinyatakan valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara matematis untuk digunakan dalam proses pengambilan keputusan pemilihan pupuk tebu.

2) Pengujian System Usability Scale (SUS)

Tabel 6 Tabel Pengujian SUS

Metrik Pengujian SUS	Hasil
Jumlah Responden	30 Orang
Skor SUS Terendah	70
Skor SUS Tertinggi	95
Rata-rata Skor SUS Akhir	82,33

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan 30 responden, pengujian tingkat kegunaan sistem pendukung keputusan penentuan prioritas pupuk tebu memperoleh nilai rata-rata skor akhir sebesar 82,33. Merujuk pada pedoman rentang penerimaan (*acceptability range*) dari instrumen SUS, perolehan skor tersebut menempatkan sistem berada pada kategori "*Acceptable*" (Dapat Diterima). Hal ini mengindikasikan bahwa secara fungsionalitas dan operasional, alur kerja serta antarmuka aplikasi telah dirancang secara memadai, sehingga pengguna dapat menjalankan tugas rekomendasi pupuk dengan efektif tanpa kendala teknis yang berarti. Capaian skor yang telah memenuhi standar kelayakan ini memberikan kesimpulan bahwa sistem telah tervalidasi dari sudut pandang pengguna akhir. Dengan demikian, pengalaman pengguna (*user experience*) pada sistem pendukung keputusan ini dinilai cukup intuitif, efisien, dan dapat diterima dengan baik saat diaplikasikan dalam lingkungan pengguna yang sebenarnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Tebu, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut untuk menjawab rumusan masalah:

- 1) Penelitian ini telah berhasil membangun sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis *web* yang mengintegrasikan metode *Rank Order Centroid* (ROC) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Implementasi sistem bekerja dengan sangat baik di mana metode ROC secara efektif menyederhanakan proses penentuan bobot untuk 6 kriteria utama melalui sistem peringkat, yang kemudian dipadukan

dengan metode AHP untuk memproses perbandingan berpasangan antar alternatif. Algoritma sistem juga telah terverifikasi sangat akurat dan selaras dengan perhitungan matematis manual.

- 2) Berdasarkan proses perhitungan komputasi metode ROC dan AHP yang bersumber dari penilaian pakar, sistem menghasilkan urutan prioritas rekomendasi jenis pupuk tebu dari yang paling direkomendasikan hingga yang paling rendah. Hasil perankingan menunjukkan bahwa Phonska menempati posisi prioritas utama (Peringkat 1), diikuti oleh Urea (Peringkat 2), NPK Phonska (Peringkat 3), ZA (Peringkat 4), Petroganik/POG (Peringkat 5), dan KCL menempati peringkat paling akhir (Peringkat 6).
- 3) Tingkat penerimaan dan validasi pengguna terhadap fungsionalitas sistem terbukti sangat tinggi. Berdasarkan pengujian *usability* menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan responden sasaran, diperoleh nilai skor akhir sebesar 82,33. Perolehan skor tersebut menempatkan sistem pada kategori *Acceptable* dengan predikat *Excellent* dan *Grade A*, membuktikan bahwa sistem sangat layak, efisien, dan mudah dioperasikan oleh petani dalam menentukan prioritas pemupukan.

B. Saran

Meskipun sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian dan memiliki tingkat akurasi serta kegunaan yang tinggi, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

- 1) Pengembangan sistem di masa mendatang diharapkan dapat menambah kriteria penilaian yang lebih spesifik, seperti kondisi pH tanah atau data cuaca lokal agar rekomendasi pupuk menjadi jauh lebih akurat dan personal.
- 2) Perlu dilakukan pengujian secara berkala dengan jumlah responden yang lebih luas dan melibatkan berbagai latar belakang pengguna untuk terus menjaga serta meningkatkan kualitas pengalaman pengguna (*user experience*).

REFERENSI

- [1] A. R. Melland *et al.*, "Impacts of Sugarcane Soil and Fertiliser Management on Runoff and Water Quality," *Agricultural Systems*, vol. 156, pp. 103–120, 2022.
- [2] A. Sood, N. Aggarwal, and R. Kumar, "Role of NPK in Sugarcane Growth and Yield," *Journal of Sugarcane Research*, vol. 11, no. 1, pp. 55–62, 2021.
- [3] D. Hartatie, R. Taufika, and P. B. Achmad, "Pengaruh Curah Hujan dan Pemupukan terhadap Produksi Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Pabrik Gula Asembagus Kabupaten Situbondo," *JURNAL ILMIAH INOVASI*, vol. 21, no. 2, pp. 66–72, 2021, doi: 10.25047/jii.v21i2.2592.
- [4] Eliyani, W. Gunawan, N. Wahyuningram, and G. Triyono, "Pemodelan Penentuan Pupuk Menggunakan Metode AHP dan SAW," *Faktor Exacta*, vol. 17, no. 3, pp. 323–333, 2024, doi: 10.30998/faktorexacta.v17i3.24580.
- [5] B. D. Rouyendegh and Ş. Savalan, "An Integrated Fuzzy MCDM Hybrid Methodology to Analyze Agricultural Production," *Sustainability*, vol. 14, no. 8, p. 4835, 2022, doi: 10.3390/su14084835.
- [6] A. Rantika and D. Pasha, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk pada Tanaman Singkong Menggunakan Metode AHP," *JIKA (Jurnal Informatika) Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. 8, no. 4, pp. 411–420, 2024.
- [7] I. Canco, D. Kruja, and T. Iancu, "AHP, a Reliable Method for Quality Decision Making: A Case Study in Business," *Sustainability*, vol. 13, no. 24, p. 13932, 2021, doi: 10.3390/su132413932.
- [8] A. Siekelova, I. Podhorska, and J. J. Impolla, "Analytic Hierarchy Process in Multiple-Criteria Decision-Making: A Model Example," *SHS Web of Conferences*, vol. 90, p. 01019, 2021, doi: 10.1051/shsconf/20219001019.
- [9] P. P. Santika, I. P. S. Handika, K. K. Widiartha, and M. D. W. Aristana, "Komparasi Metode AHP - ROC dalam Penentuan Prioritas Alternatif Terbaik," *Jurnal Krisnadana*, 2022.
- [10] T. E. Erkan and W. M. Elsharida, "Combining AHP and ROC with GIS for Airport Site Selection: A Case Study in Libya," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 9, no. 5, p. 312, 2020, doi: 10.3390/ijgi9050312.
- [11] M. A. Putri, R. S. Pradini, A. S. Budi, and D. Trihapningsari, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Pupuk Padi Berbasis AHP dan Pembobotan ROC dengan Pengujian User Validation," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 12, no. 1, pp. 213–220, 2025, doi: 10.25126/jtiik.2025129218.
- [12] G. Abhiram, H. N. Chanakya, N. Ramya, S. Rakesh, and B. Shwetha, "Enhancing Sustainability in Sugarcane Production: A Review of Fertilizer Management Strategies," *MDPI Agriculture*, vol. 15, no. 2, pp. 233–248, 2025.
- [13] W. Yahyan and M. I. A. Siregar, "Pemilihan Pupuk Pada Tamanam Padi Berbasis Web Untuk Meningkatkan Hasil Panen Dengan Menggunakan Metode Analitical Hierarchy Proses," *Rang Teknik Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 173–177, 2020, doi: 10.31869/rtj.v3i2.1706.
- [14] B. A. Muthohar and L. Zahrotun, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk pada Bawang Merah dengan Metode Analytical Hierarchy Process," *INFOTECH: Jurnal Informatika & Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 71–84, 2023.
- [15] N. Fadlilah, U. D. Rosiani, I. T. Assalam, K. N. Imanda, and M. H. P. Agung, "Perbandingan Metode Pembobotan ROC, AHP, dan CRITIC dalam Menentukan Prioritas Kriteria Studi Kasus Penentuan Mahasiswa Berprestasi," *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, vol. 23, no. 2, 2024, doi: 10.32409/jikstik.23.2.3546.
- [16] C. E. Prawiro, M. Y. H. Setyawan, and S. F. Pane, "Studi Komparasi Metode Entropy dan ROC dalam Menentukan Bobot Kriteria," *Jurnal Tekno Insentif*, vol. 15, no. 1, pp. 1–14, Jan. 2021, doi: 10.33772/jti.v15i1.353.
- [17] M. Iqbal and H. Yulianton, "Penerapan Metode AHP Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Efisien Untuk

- Budidaya Bawang Merah (Studi Kasus Kabupaten Demak),” *Journal of Informatic Engineering (JOUTICA)*, 2023.
- [18] E. G. da Silva, F. R. Moreira, M. A. C. Georg, R. R. dos Santos, L. A. Ribeiro Júnior, and R. R. Nunes, “Binary Decision Support Using AHP: A Model for Alternative Analysis,” *Algorithms*, vol. 18, no. 6, p. 320, 2025, doi: 10.3390/a18060320.
- [19] M. O. Esangbedo, J. Xue, S. Bai, and C. O. Esangbedo, “Relaxed Rank Order Centroid Weighting MCDM Method With Improved Grey Relational Analysis for Subcontractor Selection: Photothermal Power Station Construction,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 3044–3061, 2024, doi: 10.1109/TEM.2022.3204629.
- [20] A. Z. D. N. Adiya, D. L. Anggraeni, and I. Albana, “Analisa Perbandingan Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, Iterative, Spiral, Rapid Application Development (RAD)),” *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, vol. 2, no. 4, pp. 122–134, 2024, doi: 10.61132/mercurius.v2i4.148.
- [21] M. M. Ramdoni and M. I. Herdiansyah, “Pengembangan Sistem Informasi Konsultasi Dokter Menggunakan Framework Laravel,” *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 3, pp. 831–839, Apr. 2023, doi: 10.47065/josh.v4i3.3276.
- [22] M. K. Ahmed, A. H. Bello, S. S. Jauro, and M. Dawaki, “A Comparative Analysis of Performance Optimization Techniques for Benchmarking Php Frameworks: Laravel and Codeigniter,” *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences (DUJOPAS)*, vol. 10, no. 3c, pp. 284–295, 2024, doi: 10.4314/dujopas.v10i3c.27.
- [23] M. Eyada, W. Saber, M. M. El Genidy, and F. Amer, “Performance Evaluation of IoT Data Management Using MongoDB Versus MySQL Databases in Different Cloud Environments,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 110656–110668, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3002164.
- [24] B. Chen, N. Mustakin, A. Hoang, S. Fuad, and D. Wong, “VSCuda: LLM based CUDA extension for Visual Studio Code,” *Workshops of The International Conference on High Performance Computing, Network, Storage, and Analysis (SC-W 2023)*, ACM, 2023, doi: 10.1145/3624062.3624064.
- [25] T. Varshney *et al.*, “Investigation of rank order centroid method for optimal generation control,” *Scientific Reports*, vol. 14, no. 1, p. 11267, 2024.