

# Analisis Pendekatan MCDM Berbasis Surrogate Weighting Procedures dan TOPSIS untuk Rekomendasi Motor Listrik

Maya Putri Nur Fajri\*, A. Sidiq Purnomo

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>\*221110052@student.mercubuana-yogya.ac.id, <sup>2</sup>sidiq@mercubuana-yogya.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 221110052@student.mercubuana-yogya.ac.id\*

Submitted: 27/04/2026; Accepted: 19/05/2026; Published: 30/06/2026

**Abstrak**—Jumlah kendaraan listrik yang semakin meningkat di pasaran dengan spesifikasi yang beragam membuat konsumen kesulitan untuk menentukan pilihan yang tepat berdasarkan kebutuhan. Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk merekomendasikan pemilihan motor listrik roda dua di Indonesia menggunakan pendekatan *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* dengan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*. Sistem ini mengevaluasi 30 alternatif motor listrik berdasarkan lima kriteria: harga, jarak tempuh, waktu pengisian, kapasitas baterai, dan daya maksimum motor. Penelitian ini menerapkan *Surrogate Weighting Procedures* yang terdiri dari *Equal Weight (EW)*, *Rank Sum (RS)*, *Rank Reciprocal (RR)*, dan *Rank Order Centroid (ROC)* untuk menentukan bobot dan *TOPSIS* untuk peringkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi metode pembobotan menghasilkan perubahan distribusi bobot yang memengaruhi nilai preferensi dan posisi peringkat alternatif. Penelitian ini memberikan kontribusi melalui sistem evaluasi motor listrik yang mampu menghasilkan rekomendasi objektif dan stabil bagi konsumen dengan menguji berbagai skenario kepentingan kriteria. Charged Rimau dan Charged Anoa menunjukkan tingkat konsistensi tertinggi karena memiliki kombinasi spesifikasi yang relatif seimbang pada seluruh kriteria, khususnya jarak tempuh tinggi, waktu pengisian yang lebih singkat, kapasitas baterai besar, serta harga yang masih kompetitif dibandingkan alternatif lain. Sementara itu, Polytron Fox-R juga menunjukkan kestabilan peringkat karena menawarkan keseimbangan antara harga, jarak tempuh, dan kapasitas baterai tanpa memiliki nilai ekstrem pada kriteria tertentu.

**Kata Kunci:** Sistem Pendukung Keputusan; Motor Listrik; *MCDM*; *TOPSIS*; *Surrogate Weighting Procedures*

**Abstract**—The increasing number of electric vehicles on the market with diverse specifications makes it difficult for consumers to make the right choice based on their needs. This study develops a decision support system to recommend the selection of two-wheeled electric motorcycles in Indonesia using the *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* approach with the *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* method. This system evaluates 30 alternative electric motorcycles based on five criteria: price, mileage, charging time, battery capacity, and maximum motor power. This study applies the *Surrogate Weighting Procedures* consisting of *Equal Weight (EW)*, *Rank Sum (RS)*, *Rank Reciprocal (RR)*, and *Rank Order Centroid (ROC)* to determine weights and *TOPSIS* for ranking. The results show that variations in weighting methods result in changes in weight distribution that affect preference values and alternative ranking positions. This research contributes through an electric motorcycle evaluation system that is able to produce objective and stable recommendations for consumers by testing various scenarios of criteria importance. Charged Rimau and Charged Anoa show the highest level of consistency because they have a relatively balanced combination of specifications on all criteria, especially high mileage, shorter charging time, large battery capacity, and prices that are still competitive compared to other alternatives. Meanwhile, Polytron Fox-R also shows ranking stability because it offers a balance between price, mileage, and battery capacity without having extreme values on certain criteria.

**Keywords:** Decision Support System; Electric Motor; *MCDM*; *TOPSIS*; *Surrogate Weighting Procedures*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kendaraan listrik saat ini terus mengalami kemajuan signifikan dan menjadi salah satu alternatif solusi untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, khususnya emisi karbon dan penggunaan bahan bakar fosil. Di Indonesia, pemerintah telah mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mendukung transisi menuju transportasi berkelanjutan, termasuk insentif untuk kendaraan listrik [1]. Motor listrik sebagai salah satu alternatif transportasi yang efisien dan ramah lingkungan semakin diminati masyarakat, terutama di wilayah perkotaan yang memiliki tingkat kemacetan tinggi.

Keberagaman produk motor listrik dengan spesifikasi yang berbeda menyebabkan proses pemilihan menjadi semakin kompleks bagi konsumen. Proses seleksi kendaraan listrik termasuk dalam kategori pengambilan keputusan multikriteria karena melibatkan sejumlah atribut dengan karakteristik yang berbeda dan sering kali tidak sejalan satu sama lain seperti harga, muatan, kapasitas baterai, dan performa teknis [2]. Tanpa pendekatan analitis yang terstruktur, keputusan yang diambil umumnya bergantung pada penilaian subjektif, sehingga berpotensi menghasilkan pilihan yang kurang optimal. Metode konvensional dalam pemilihan motor listrik yang masih bersifat manual dan kurang terstruktur, mengakibatkan ketidakakuratan dalam pengambilan keputusan. Pendekatan tradisional seringkali mengabaikan interdependensi antar kriteria dan tidak mampu menangani ketidakpastian informasi [3]. Hal ini dapat menyebabkan keputusan yang tidak optimal dan potensi kerugian finansial bagi konsumen. Selain itu, belum ada sistem pendukung keputusan yang komprehensif untuk rekomendasi pemilihan motor listrik yang mengintegrasikan berbagai aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan

secara simultan. Pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis *MCDM* untuk kendaraan listrik masih terbatas pada kendaraan roda empat, sementara aplikasi untuk motor listrik masih jarang dieksplorasi [4].

Pengembangan sistem pendukung keputusan dengan metode *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* memberikan solusi terstruktur dalam mengevaluasi dan memeringkat alternatif motor listrik berdasarkan kriteria yang relevan. Pendekatan *MCDM* telah terbukti efektif dalam menyelesaikan permasalahan pemilihan yang kompleks dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang saling bertentangan [5]. Dalam penerapan *MCDM*, proses pembobotan kriteria menjadi tahapan penting karena berpengaruh langsung terhadap hasil evaluasi dan perankingan alternatif. Salah satu pendekatan pembobotan yang banyak digunakan adalah *Surrogate Weighting Procedures*, yaitu metode pembobotan berbasis urutan prioritas kriteria tanpa memerlukan penilaian numerik secara langsung dari pengambil keputusan. Pendekatan ini mencakup metode *Equal Weight (EW)*, *Rank Sum (RS)*, *Rank Reciprocal (RR)*, dan *Rank Order Centroid (ROC)* yang mampu menghasilkan distribusi bobot berbeda sesuai tingkat prioritas kriteria serta memiliki proses perhitungan yang relatif sederhana dan efisien [6][7]. Berdasarkan pendekatan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* untuk menghasilkan rekomendasi pemilihan motor listrik secara objektif dan sistematis. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu konsumen dalam mengambil keputusan secara lebih informatif dan optimal dengan mempertimbangkan preferensi serta kebutuhan individual.

Penelitian oleh [1], mengembangkan kerangka kerja *MCDM* untuk pemilihan pemasok kendaraan listrik bagi lembaga pemerintah di China. Penelitian ini mengidentifikasi 14 faktor kritis dari dimensi ekonomi, sosial, lingkungan, dan teknis, kemudian menggunakan pendekatan terintegrasi *BWM* dan *fuzzy VIKOR* untuk evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa catatan lingkungan buruk, biaya, kualitas, layanan, dan inisiatif lingkungan merupakan kriteria paling penting dalam pemilihan pemasok kendaraan listrik dengan nilai bobot masing-masing 0,1995; 0,1172; 0,1219; 0,0708; dan 0,2553. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami kriteria pemilihan pemasok kendaraan listrik dan memberikan dukungan pengambilan keputusan metodologis bagi lembaga pemerintah. Penelitian oleh [2], mengusulkan metode *MCDM* baru bernama *Alternative Ranking Order Method Accounting for Two-Step Normalization (AROMAN)* dan mendemonstrasikan penerapannya dalam studi kasus pemilihan kendaraan listrik untuk pengiriman last-mile. Metode *AROMAN* menggabungkan teknik normalisasi linear dan vektor untuk memperoleh struktur data yang presis yang digunakan dalam perhitungan lebih lanjut. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kepercayaan yang tinggi dalam metode *AROMAN* dalam bidang pengambilan keputusan, dengan analisis sensitivitas yang menunjukkan tingkat stabilitas yang tinggi. Penelitian ini memberikan implikasi manajerial yang dapat membantu konsumen dalam memilih alternatif optimal dari konvoi kendaraan listrik yang ada. Penelitian oleh [3], mengusulkan skema pengambilan keputusan multi-atribut *fuzzy* untuk seleksi stasiun pengisian kendaraan listrik yang efisien dan berpusat pada pengguna. Penelitian ini mengatasi ketidakpastian informasi dalam proses pengambilan keputusan dengan menggunakan pendekatan *fuzzy* yang mampu menangani informasi yang tidak pasti dan ambigu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut efektif mampu menangani permasalahan kompleks yang melibatkan berbagai kriteria yang saling bertentangan dalam konteks infrastruktur kendaraan listrik. Penelitian oleh [5], melakukan analisis bibliometrik terhadap pemilihan pemasok berkelanjutan melalui pendekatan *MCDM* dari tahun 2013 hingga 2022. Penelitian ini menganalisis 121 publikasi ilmiah dari database Scopus dan menemukan bahwa tren penelitian dalam pemilihan pemasok berkelanjutan melalui *MCDM* mengalami pertumbuhan paling signifikan pada tahun 2019. Area fokus utama dalam studi-studi ini berkaitan dengan proses pengambilan keputusan yang terlibat dalam pemilihan pemasok berkelanjutan. Implikasi dan kontribusi teoretis yang berasal dari penelitian ini, dikombinasikan dengan kemajuan terbaru, berfungsi sebagai dasar untuk eksplorasi dan pengembangan lebih lanjut dari penelitian pemilihan pemasok berkelanjutan melalui *MCDM*. Penelitian oleh [8], mengembangkan model evaluasi berbasis *Analytical Hierarchy Process (AHP)* untuk menentukan besarnya setiap kriteria secara numeris dan menggunakan *fuzzy TOPSIS* untuk memperoleh peringkat akhir. Penelitian ini mempertimbangkan parameter kritis seperti kepercayaan merek, harga kendaraan, jarak tempuh, waktu pengisian daya, biaya per km, umur baterai, estetika, layanan, dan daya tahan. Penelitian ini menyelidiki pasar domestik India untuk proses evaluasi dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pasar kendaraan listrik roda dua bagi konsumen, dengan membagi peringkat kendaraan listrik roda dua yang disukai untuk pengusaha dan pebisnis, mahasiswa, profesional bekerja, dan lainnya. Penelitian oleh [9], mengimplementasikan kombinasi metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA)* dalam sistem pendukung keputusan pemilihan motor listrik. Penelitian ini menggunakan sembilan kriteria, yaitu harga, daya motor, jenis baterai, daya tempuh, kecepatan maksimal, lama pengisian baterai, jenis dinamo, slot baterai, dan ketersediaan layanan aftersale dengan 41 alternatif motor listrik. Metode *AHP* diterapkan untuk menentukan bobot kriteria melalui perbandingan berpasangan dan uji rasio konsistensi, sedangkan metode *MOORA* digunakan untuk perankingan alternatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif dengan kombinasi harga terjangkau dan spesifikasi unggul memperoleh peringkat tertinggi dengan nilai akhir 0,0718 sehingga sistem yang dikembangkan mampu memberikan rekomendasi motor listrik terbaik secara objektif dan terstruktur guna membantu calon pembeli dalam pengambilan keputusan.

Penelitian-penelitian sebelumnya memiliki beberapa keterbatasan yang menjadi dasar pengembangan penelitian ini. Penelitian oleh [1] dan [5] berfokus pada pemilihan pemasok kendaraan listrik untuk lembaga

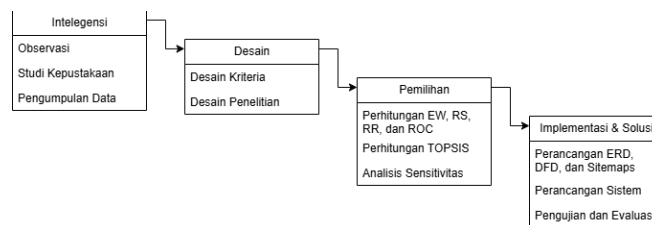
pemerintah dan analisis bibliometrik, sehingga tidak secara langsung menyelesaikan masalah pemilihan motor listrik oleh konsumen individual. Penelitian oleh [2] dan [3] meskipun mengembangkan metode *MCDM* baru, namun aplikasinya terbatas pada kendaraan roda empat dan stasiun pengisian daya, bukan pada motor listrik roda dua yang memiliki karakteristik dan kebutuhan yang berbeda.

Penelitian ini berbeda dengan studi-studi sebelumnya dalam beberapa aspek penting. Pertama, fokus penelitian ini adalah pada motor listrik roda dua yang memiliki pasar dan karakteristik teknis yang berbeda dengan kendaraan listrik roda empat. Kedua, penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan yang khusus dirancang untuk membantu konsumen individual, bukan untuk kepentingan institusional atau pemerintah. Gap penelitian yang diidentifikasi adalah belum adanya sistem pendukung keputusan yang komprehensif untuk rekomendasi pemilihan motor listrik roda dua di Indonesia yang mengintegrasikan pendekatan *MCDM* dengan mempertimbangkan preferensi konsumen lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi gap tersebut dengan mengembangkan model evaluasi yang mampu menangani kompleksitas kriteria pemilihan motor listrik secara terstruktur dan memberikan rekomendasi yang objektif berdasarkan preferensi pengguna. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan aplikasi *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* dalam konteks pemilihan kendaraan listrik roda dua, tetapi juga menghasilkan solusi praktis yang dapat digunakan secara langsung oleh konsumen untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam memilih motor listrik.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian menggunakan model Turban yang meliputi empat tahap utama: Intelengensi, Desain, Pemilihan, serta Implementasi dan Solusi [10]. Model ini dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan kerangka kerja yang sistematis untuk sistem pendukung keputusan. Gambar 1 merupakan tahapan penelitian model Turban.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

### 2.2 Intelengensi

Tahap intelengensi bertujuan untuk memahami permasalahan dan mengumpulkan informasi yang diperlukan. Pada penelitian ini, tahap intelengensi dilakukan melalui: 1). Studi kepustakaan dengan menganalisis jurnal-jurnal terindeks Scopus dan Google Scholar terkait sistem pendukung keputusan dan pemilihan kendaraan listrik, 2). Pengumpulan data sekunder dari website resmi produsen dan review produk.

### 2.3 Desain

Tahap desain meliputi perancangan model evaluasi yang akan diimplementasikan.

#### a. Kriteria Evaluasi Motor Listrik

Pemilihan 5 kriteria penelitian didasarkan pada hasil studi literatur terhadap penelitian terkait pemilihan kendaraan listrik serta mempertimbangkan aspek yang paling relevan bagi konsumen dalam menentukan kendaraan listrik roda dua. Adapun urutan kriteria yang digunakan untuk pembobotan didapatkan dari hasil survei terhadap 50 responden masyarakat umum usia  $\geq 17$  tahun dengan teknik pengambilan sampel yang dilakukan melalui penyebaran kuesioner. Nilai untuk urutan kriteria menggunakan skala 1 hingga 5 sebagai berikut:

1. Kriteria Sangat Penting
2. Kriteria Penting
3. Kriteria Cukup Penting
4. Kriteria Kurang Penting
5. Kriteria Sangat Tidak Penting

Tabel 1 merupakan hasil survei kuesioner terhadap 50 responden.

**Tabel 1.** Hasil Survei Responden

Nilai Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Sangat Penting (1)	22	12	6	8	3
Penting (2)	9	20	5	12	4
Cukup Penting (3)	4	9	10	8	19
Kurang Penting (4)	7	4	12	18	9
Sangat Tidak Penting (5)	8	5	17	4	15

Tabel 2 merupakan kriteria motor listrik yang digunakan dalam pengambilan keputusan.

**Tabel 2.** Kriteria Evaluasi Motor Listrik

Kode	Nama Kriteria	Keterangan	Satuan Pengukuran	Tipe	Alasan	Urutan
C1	Harga Motor Listrik	Biaya awal pembelian kendaraan	Rupiah (IDR)	Cost	Mengurangi beban finansial	1
C2	Jarak Tempuh per Pengisian	Jarak maksimum sekali pembelian	Kilometer (km)	Benefit	Meningkatkan fleksibilitas penggunaan	2
C3	Waktu Pengisian Daya	Durasi pengisian baterai penuh	Menit (min)	Cost	Meningkatkan efisiensi waktu	5
C4	Kapasitas Baterai	Jumlah energi yang disimpan baterai	Kilowatt-hours (kWh)	Benefit	Memberikan jarak tempuh yang jauh	4
C5	Daya Maksimum Motor	Kemampuan menghasilkan tenaga	Kilowatt (kW)	Benefit	Meningkatkan performa kendaraan	3

**b. Data Penelitian**

Tabel 3 merupakan data penelitian yang berupa spesifikasi motor listrik.

**Tabel 3.** Data Penelitian

No	Nama Motor	C1	C2	C3	C4	C5
1	Polytron Fox-R	20.500.000	130	300	3.7	3
2	Gesits Electric	28.700.000	50	240	1.44	5
3	BF Goodrich CG	19.800.000	60	480	1.44	2
4	Alva CERVO	37.750.000	125	240	1.8	9.8
5	EM1 E	40.500.000	40	360	1.3	1.7
6	Selis Gemini	6.500.000	30	360	0.576	0.5
7	Selis Bangau	5.950.000	35	360	0.576	0.5
8	Alva One	34.990.000	70	240	2.7	4.8
9	Selis E-Max Standar	15.500.000	40	420	1.2	1.5
...	...	...	...	...	...	...
25	Charged Maleo	20.880.000	125	180	2.7	2
26	Yadea Dingding	6.950.000	40	360	0.624	0.35
27	Gesits G1 DLX	29.750.000	50	180	1.4	5
28	Charged Anoa	25.880.000	200	180	2.7	3.5
29	Yadea Minion	10.600.000	60	360	1.1	0.4
30	Selis Agats	19.900.000	60	420	1.44	2

**2.4 Pemilihan**

Tahap pemilihan menggunakan metode *Equal Weight (EW)*, *Rank Sum (RS)*, *Rank Reciprocal (RR)*, dan *Rank Order Centroid (ROC)* untuk pembobotan tiap kriteria dan *TOPSIS* untuk menentukan alternatif terbaik. Pada tahap ini, dilakukan pengurutan kriteria berdasarkan prioritas yang ditunjukkan pada Tabel 2.

**2.4.1 Metode Equal Weight (EW)**

Metode *EW* merupakan teknik pembobotan dalam pengambilan keputusan multikriteria dengan memberikan bobot yang sama untuk semua kriteria tanpa mempertimbangkan prioritas [11]. Perhitungan metode *EW* dilakukan dengan Persamaan 1.

$$w_j = \frac{1}{n} \tag{1}$$

Keterangan:

$w_j$  = Bobot kriteria ke- $j$

$n$  = Jumlah kriteria

**2.4.2 Metode Rank Sum (RS)**

Metode *RS* merupakan teknik pembobotan dalam pengambilan keputusan multikriteria dengan menentukan bobot berdasarkan urutan prioritas kriteria, di mana kriteria dengan peringkat atau ranking tertinggi akan diberi bobot paling besar [12]. Perhitungan metode *RS* dilakukan dengan Persamaan 2.

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum_{k=1}^n k} \tag{2}$$

Keterangan:

$w_j$  = Bobot kriteria ke-j

$n$  = Jumlah kriteria

$r_j$  = Peringkat/prioritas kriteria ke-j

$\sum_{k=1}^n k$  = Jumlah bilangan bulat dari 1 sampai  $n = \frac{n(n+1)}{2}$

### 2.4.3 Metode Rank Reciprocal (RR)

Metode RR merupakan metode pembobotan pada pengambilan keputusan multikriteria yang menggunakan pembalikan nilai peringkat (reciprocal peringkat) untuk menentukan bobot kriteria. Bobot ini dihitung menggunakan nilai reciprocal dari peringkat [13]. Perhitungan metode RR dilakukan dengan Persamaan 3.

$$W_j = \frac{1/r_j}{\sum_{k=1}^n 1/k} \tag{3}$$

Keterangan:

$w_j$  = Bobot kriteria ke-j

$n$  = Jumlah kriteria

$r_j$  = Peringkat/prioritas kriteria ke-j

$\sum_{k=1}^n 1/k$  = Jumlah kebalikan bilangan bulat dari 1 sampai  $n$

### 2.4.5 Metode Rank Order Centroid (ROC)

ROC adalah metode pembobotan kriteria yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan multikriteria di mana bobot diberikan berdasarkan peringkat relatif dari setiap kriteria yang telah diurutkan [14]. Dalam metode ini, kriteria-1 diberi prioritas tertinggi jika dibandingkan dengan kriteria-2, kriteria-2 diberikan prioritas tertinggi jika dibandingkan dengan kriteria-3, dan seterusnya. [15]. Metode ROC dipilih karena memberikan hasil yang lebih efektif dalam analisis sensitivitas [16]. Perhitungan metode ROC dilakukan dengan Persamaan 4.

$$W_j = \frac{1}{n} \sum_{k=j}^n \left(\frac{1}{k}\right) \tag{4}$$

Keterangan:

$w_j$  = Bobot kriteria ke-j

$n$  = Jumlah kriteria

$j$  = Indeks kriteria berdasarkan urutan prioritas

### 2.4.6 Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981 [17]. Metode ini menentukan alternatif terbaik berdasarkan kedekatan terhadap solusi ideal positif dan jarak terhadap solusi ideal negatif. Alasan memilih TOPSIS adalah kemampuannya dalam memberikan solusi kompromi yang mempertimbangkan semua kriteria secara simultan. Selain itu, metode TOPSIS bersifat sederhana, mudah dipahami, dan efektif dalam menilai kinerja relatif antar alternatif [18]. Langkah perhitungan metode TOPSIS sebagai berikut [19] [20] :

- a. Menentukan normalisasi matriks keputusan

Normalisasi matriks keputusan dilakukan untuk mengubah nilai setiap alternatif pada masing-masing kriteria menjadi nilai yang dapat dibandingkan. Proses normalisasi dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{5}$$

Keterangan:

$r_{ij}$  = Nilai normalisasi dari alternatif i pada kriteria j

$x_{ij}$  = Nilai asli dari alternatif i pada kriteria j.

$\sum_{i=1}^m x_{ij}^2$  = Jumlah kuadrat nilai semua alternatif untuk kriteria j (m adalah jumlah alternatif)

- b. Menentukan matriks ternormalisasi terbobot

Setelah normalisasi matriks keputusan, dibentuk matriks ternormalisasi terbobot dengan mengalikan nilai normalisasi dan bobot kriteria menggunakan Persamaan 6.

$$y_{ij} = r_{ij} \times w_j \tag{6}$$

Keterangan:

$y_{ij}$  = Elemen matriks normalisasi terbobot dari alternatif i pada kriteria j

$w_j$  = Bobot dari kriteria j

$r_{ij}$  = Nilai elemen matriks normalisasi dari alternatif i pada kriteria j.

- c. Menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif

Langkah berikutnya adalah menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif yang digunakan sebagai acuan dalam menghitung jarak setiap alternatif. Perhitungan dilakukan menggunakan Persamaan 7 dan Persamaan 8.

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \tag{7}$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \tag{8}$$

Keterangan:

$y_j^+$  adalah:

1. Max  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut keuntungan (*benefit*)
2. Min  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut biaya (*cost*)

$y_j^-$  adalah:

1. Max  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut biaya (*cost*)
2. Min  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut keuntungan (*benefit*)

- d. Menentukan jarak ideal positif dan jarak ideal negatif

Setelah diperoleh solusi ideal positif dan negatif, Selanjutnya, kedekatan setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan negatif dihitung berdasarkan Persamaan 9 dan 10.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2} \tag{9}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \tag{10}$$

- e. Menghitung nilai preferensi

Tahap terakhir adalah menghitung nilai preferensi untuk menentukan peringkat setiap alternatif. Nilai preferensi dihitung menggunakan Persamaan 11.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \tag{11}$$

- f. Meranking alternatif: Alternatif dengan nilai  $V_i$  tertinggi adalah pilihan terbaik

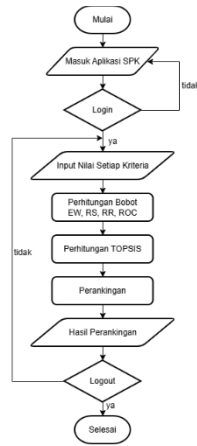
## 2.5 Implementasi dan Solusi

### 2.5.1 Flowchart Sistem

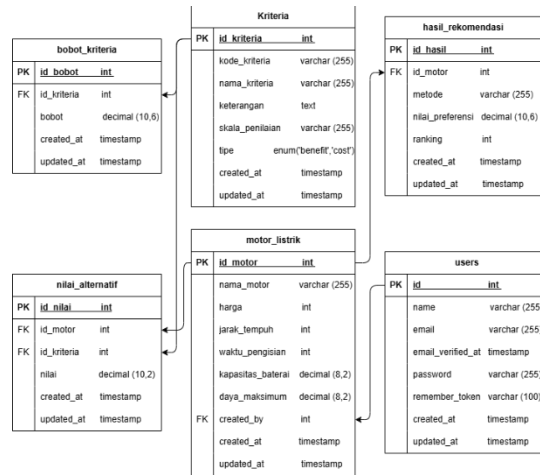
*Flowchart* adalah diagram yang menggambarkan urutan tahapan dalam menjalankan suatu proses dalam suatu sistem [21]. Gambar 2 merupakan *Flowchart* sistem.

### 2.5.2 Entity Relationship Diagram (ERD)

Dalam perancangan basis data, diagram ERD digunakan untuk menunjukkan hubungan antar objek atau entitas. Gambar 2 merupakan ERD pada sistem.



(a) Flowchart Sistem



(b) Entity Relationship Diagram Sistem

**Gambar 2.** Perancangan Sistem: (a) Flowchart Sistem dan (b) Entity Relationship Diagram Sistem

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

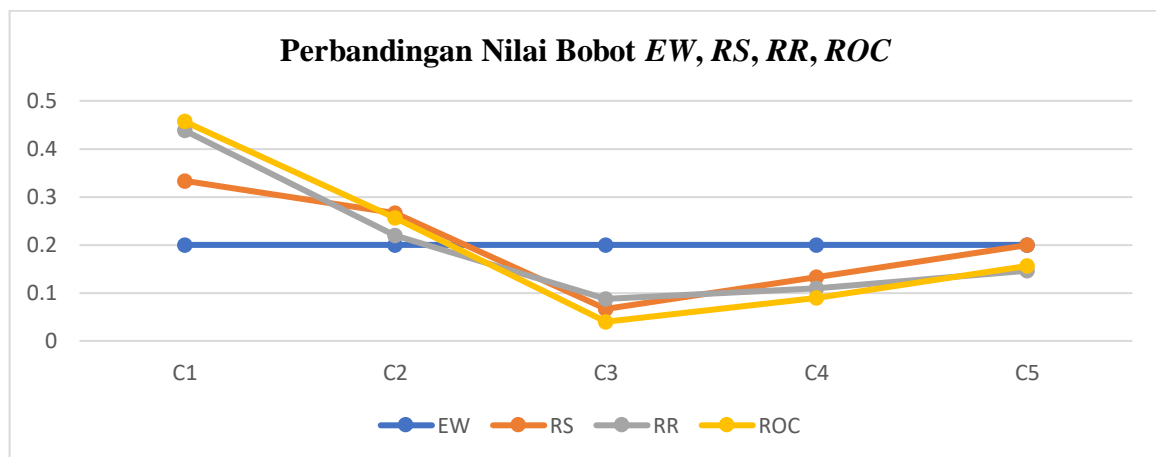
#### 3.1 Perhitungan Bobot Kriteria

Nilai bobot kriteria ditentukan berdasarkan urutan prioritas pada Tabel 2, dengan perhitungan menggunakan metode *EW*, *RS*, *RR*, dan *ROC* sesuai Persamaan 1-4. Hasil pembobotan kriteria disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perbandingan Hasil Nilai Bobot

Kriteria (C)	Nilai Bobot (w)			
	<i>EW</i>	<i>RS</i>	<i>RR</i>	<i>ROC</i>
C1	0.2	0.3333	0.4379	0.4567
C2	0.2	0.2667	0.2189	0.2567
C3	0.2	0.0667	0.0876	0.04
C4	0.2	0.1333	0.1095	0.0900
C5	0.2	0.2000	0.1460	0.1567

Gambar 3 merupakan grafik perbandingan hasil nilai bobot untuk metode *EW*, *RS*, *RR*, dan *ROC*.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Nilai Bobot

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 3, dapat diidentifikasi pola karakteristik masing-masing metode. Metode *Equal Weight (EW)* memberikan bobot seragam sebesar 0.2 untuk semua kriteria, mencerminkan pendekatan netral tanpa mempertimbangkan prioritas. Metode ini sesuai untuk situasi di mana tidak ada informasi preferensi yang jelas dari pengambil keputusan. Namun, dalam konteks pemilihan motor listrik yang melibatkan *trade-off* antara aspek ekonomi (harga) dan performa teknis, pendekatan ini mungkin kurang optimal karena mengabaikan perbedaan signifikan dalam kepentingan relatif masing-masing kriteria. Metode *Rank Sum (RS)* menunjukkan distribusi bobot yang lebih proporsional dengan penekanan pada kriteria prioritas tertinggi. Kriteria C1 (Harga Motor Listrik) memperoleh bobot tertinggi (0.3333), diikuti oleh C2 (Jarak Tempuh) sebesar 0.2667. Metode ini memberikan gradasi yang lebih halus dibandingkan *EW*, namun masih mempertahankan perbedaan yang signifikan antara

kriteria prioritas tinggi dan rendah. Metode *Rank Reciprocal (RR)* menghasilkan distribusi bobot yang lebih ekstrem, dengan kriteria C1 memperoleh bobot 0.4379 hampir lima kali lipat dari bobot kriteria C3 (0.0876). Pendekatan ini sangat sensitif terhadap peringkat prioritas, di mana kriteria dengan peringkat tertinggi mendapatkan porsi bobot yang dominan. Metode *Rank Order Centroid (ROC)* memberikan bobot paling ekstrem di antara keempat metode, dengan kriteria C1 mencapai 0.4567 dan C3 hanya 0.04. Metode ini secara matematis memberikan penekanan maksimal pada kriteria prioritas tertinggi, yang sesuai dengan prinsip bahwa kriteria terpenting harus memiliki pengaruh dominan dalam pengambilan keputusan.

### 3.2 Perhitungan Perankingan dengan TOPSIS

Perhitungan *TOPSIS* menggunakan data pada Tabel 3 dengan 30 alternatif motor listrik, dengan pengujian metode *EW*, *RS*, *RR*, dan *ROC* untuk menentukan alternatif terbaik melalui perbandingan nilai preferensi dan hasil perankingan. Tahap awal dilakukan melalui normalisasi nilai setiap kriteria menggunakan Persamaan 5, yang menghasilkan matriks ternormalisasi pada Tabel 5. Sebagai contoh, dilakukan perhitungan *EW-TOPSIS* pada alternatif Polytron Fox-R. Nilai normalisasi diperoleh menggunakan Persamaan 5. Proses normalisasi dihitung sebagai berikut:

$$(C1)r_{11} = \frac{20500000}{\sqrt{\sum_{i=1}^{30} x_{ij}^2}} = 0.1510967387$$

$$(C2)r_{12} = \frac{130}{\sqrt{\sum_{i=1}^{30} x_{ij}^2}} = 0.2500693706$$

$$(C3)r_{13} = \frac{300}{\sqrt{\sum_{i=1}^{30} x_{ij}^2}} = 0.1623496425$$

$$(C4)r_{14} = \frac{3.7}{\sqrt{\sum_{i=1}^{30} x_{ij}^2}} = 0.3210952015$$

$$(C5)r_{15} = \frac{3}{\sqrt{\sum_{i=1}^{30} x_{ij}^2}} = 0.1653176377$$

**Tabel 5.** Normalisasi Matriks Keputusan

No	Nama Motor	C1	C2	C3	C4	C5
1	Polytron Fox-R	0.151096739	0.250069371	0.162349643	0.321095201	0.165317638
2	Gesits Electric	0.211535434	0.096180527	0.129879714	0.124966781	0.275529396
3	BF Goodrich CG	0.145937338	0.115416633	0.259759428	0.124966781	0.110211758
4	Alva CERVO	0.278239116	0.240451318	0.129879714	0.156208476	0.540037617
5	EMI E	0.298508191	0.076944422	0.194819571	0.112817233	0.093679995
6	Selis Gemini	0.047908722	0.057708316	0.194819571	0.049986712	0.02755294
7	Selis Bangau	0.043854907	0.067326369	0.194819571	0.049986712	0.02755294
8	Alva One	0.257896336	0.134652738	0.129879714	0.234312715	0.26450822
9	Selis E-Max Standar	0.114243876	0.076944422	0.2272895	0.104138984	0.082658819
10	Yadea T9	0.158467311	0.192361054	0.194819571	0.234312715	0.110211758
...	...	...	...	...	...	...
21	Volta Virgo	0.133407364	0.115416633	0.259759428	0.119759832	0.099190583
22	TVS iqube S	0.389903291	0.192361054	0.146114678	0.295060455	0.255140221
23	Selis Mino	0.043486378	0.067326369	0.194819571	0.049986712	0.02755294
24	Selis Flamingo	0.058964581	0.096180527	0.2272895	0.049986712	0.033063528
25	Charged Maleo	0.153897556	0.240451318	0.097409786	0.234312715	0.110211758
26	Yadea Dingding	0.05122548	0.076944422	0.194819571	0.054152272	0.019287058
27	Gesits G1 DLX	0.219274535	0.096180527	0.097409786	0.121495482	0.275529396
28	Charged Anoa	0.190750419	0.384722109	0.097409786	0.234312715	0.192870577
29	Yadea Minion	0.07812807	0.115416633	0.194819571	0.095460736	0.022042352
30	Selis Agats	0.146674395	0.115416633	0.2272895	0.124966781	0.110211758

Setelah normalisasi, matriks ternormalisasi terbobot dibentuk dengan mengalikan nilai pada Tabel 5 dengan bobot pada Tabel 4 sesuai Persamaan 6. Matriks ini digunakan untuk menentukan solusi ideal positif ( $A^+$ ) dan negatif ( $A^-$ ) berdasarkan Persamaan 7 dan 8. Selanjutnya, dihitung jarak setiap alternatif terhadap kedua solusi tersebut menggunakan Persamaan 9 dan 10, yang kemudian digunakan untuk memperoleh nilai preferensi melalui Persamaan 11. Hasil nilai preferensi metode *EW-TOPSIS*, *RS-TOPSIS*, *RR-TOPSIS*, dan *ROC-TOPSIS* disajikan pada Tabel 6, di mana nilai tertinggi menunjukkan alternatif terbaik.

Pada metode *EW-TOPSIS*, untuk menghitung matriks ternormalisasi terbobot dilakukan dengan mengalikan setiap nilai normalisasi dengan bobot kriteria metode *Equal Weight (EW)* sebesar 0.2. Perhitungan pada alternatif Polytron Fox-R dilakukan sebagai berikut:

$$y_{11} = 0.2 \times 0.1510967387 = 0.0302 \quad y_{12} = 0.2 \times 0.2500693706 = 0.0500 \quad y_{13} = 0.2 \times 0.1623496425 = 0.0324$$

$$y_{14} = 0.2 \times 0.3210952015 = 0.0642 \quad y_{15} = 0.2 \times 0.1653176377 = 0.0330$$

Solusi ideal positif diperoleh dengan memilih nilai terbaik dari setiap kriteria. Pada atribut *cost* digunakan nilai minimum, sedangkan pada atribut *benefit* digunakan nilai maksimum. Hasil solusi ideal positif diperoleh sebagai berikut:

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) = C1=0.008697275689 \quad C2=0.07694442172 \quad C3=0.01623496425 \quad C4=0.06508686516$$

$$C5=0.1080075233$$

Solusi ideal negatif diperoleh dengan memilih nilai terburuk dari setiap kriteria. Pada atribut *cost* digunakan nilai maksimum, sedangkan pada atribut *benefit* digunakan nilai minimum. Hasil solusi ideal negatif diperoleh sebagai berikut:

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) = C1= 0.07798065829 \quad C2= 0.01154166326 \quad C3= 0.05195188561 \quad C4= 0.009997342489 \quad C5= 0.003857411547$$

Perhitungan jarak solusi ideal positif dilakukan menggunakan Persamaan 9 dan Perhitungan jarak solusi ideal negatif dilakukan menggunakan Persamaan 10. Substitusi nilai alternatif Polytron Fox-R dilakukan sebagai berikut:

$$D_i^+ = \sqrt{(0.03021934773 - 0.00869727568)^2 + (0.05001387412 - 0.07694442172)^2 + (0.03246992851 - 0.01623496425)^2 + (0.064210952015 - 0.06508686516)^2 + (0.03301653176377 - 0.1080075233)^2}$$

$$D_i^+ = 0.08407962693$$

$$D_i^- = \sqrt{(0.03021934773 - 0.07798065829)^2 + (0.05001387412 - 0.01154166326)^2 + (0.03246992851 - 0.05195188561)^2 + (0.064210952015 - 0.009997342489)^2 + (0.03301653176377 - 0.003857411547)^2}$$

$$D_i^- = 0.08907182592$$

Nilai preferensi dihitung menggunakan Persamaan 11. Nilai preferensi sebesar 0,5144 menunjukkan tingkat kedekatan alternatif Polytron Fox-R terhadap solusi ideal positif. Semakin besar nilai preferensi, maka alternatif semakin direkomendasikan sebagai pilihan terbaik.

$$V_i = \frac{0.08907182592}{(0.08907182592 + 0.08407962693)} = 0.5144157005$$

**Tabel 6.** Nilai Preferensi Alternatif

No	Nama Motor	V <sub>i</sub>			
		<i>EW-TOPSIS</i>	<i>RS-TOPSIS</i>	<i>RR-TOPSIS</i>	<i>ROC-TOPSIS</i>
1	Polytron Fox-R	0.5144	0.5382	0.6027	0.6610
2	Gesits Electric	0.4240	0.4170	0.4522	0.4394
3	BF Goodrich CG	0.3221	0.4141	0.5189	0.5518
4	Alva CERVO	0.6424	0.5751	0.4784	0.3977
5	EM1 E	0.1882	0.1906	0.2236	0.2325
6	Selis Gemini	0.3396	0.4495	0.5804	0.6306
7	Selis Bangau	0.3438	0.4553	0.5864	0.6392
8	Alva One	0.4534	0.3951	0.3879	0.3699
9	Selis E-Max Standar	0.3204	0.4195	0.5396	0.5772
...	...	...	...	...	...
26	Yadea Dingding	0.3392	0.4509	0.5826	0.6401
27	Gesits G1 DLX	0.4291	0.4089	0.4394	0.4285
28	Charged Anoa	0.5563	0.5788	0.5886	0.6483
29	Yadea Minion	0.3385	0.4466	0.5767	0.6457
30	Selis Agats	0.3265	0.4138	0.5189	0.5547

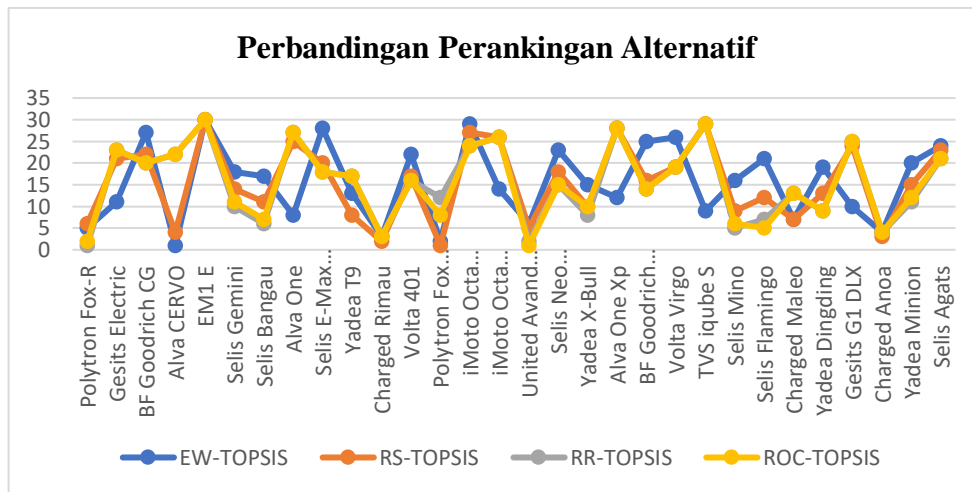
### 3.3 Perbandingan Hasil Perankingan Metode *EW, RS, RR, ROC* dengan *TOPSIS*

Perbandingan hasil perankingan bertujuan untuk melihat variasi posisi alternatif yang dihasilkan oleh masing-masing metode. Tabel 7 menyajikan perbandingan antara *EW-TOPSIS, RS-TOPSIS, RR-TOPSIS, dan ROC-TOPSIS*.

Tabel 7. Hasil Perbandingan Perankingan Alternatif

No	Nama Motor	EW-TOPSIS	RS-TOPSIS	RR-TOPSIS	ROC-TOPSIS
1	Polytron Fox-R	5	6	1	2
2	Gesits Electric	11	21	23	23
3	BF Goodrich CG	27	22	20	20
4	Alva CERVO	1	4	22	22
5	EM1 E	30	30	30	30
6	Selis Gemini	18	14	10	11
7	Selis Bangau	17	11	6	7
8	Alva One	8	25	27	27
9	Selis E-Max Standar	28	20	18	18
10	Yadea T9	13	8	17	17
11	Charged Rimau	3	2	3	3
12	Volta 401	22	17	16	16
13	Polytron Fox 350	2	1	12	8
14	iMoto Octa GT Single Battery	29	27	24	24
15	iMoto Octa GT Dual Battery	14	26	26	26
16	United Avand SL150	6	5	2	1
17	Selis Neo Scootic	23	18	15	15
18	Yadea X-Bull	15	10	8	10
19	Alva One Xp	12	28	28	28
20	BF Goodrich BEE	25	16	14	14
21	Volta Virgo	26	19	19	19
22	TVS iqube S	9	29	29	29
23	Selis Mino	16	9	5	6
24	Selis Flamingo	21	12	7	5
25	Charged Maleo	7	7	13	13
26	Yadea Dingding	19	13	9	9
27	Gesits G1 DLX	10	24	25	25
28	Charged Anoa	4	3	4	4
29	Yadea Minion	20	15	11	12
30	Selis Agats	24	23	21	21

Gambar 4 merupakan grafik perbandingan hasil perankingan alternatif.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Perankingan Alternatif

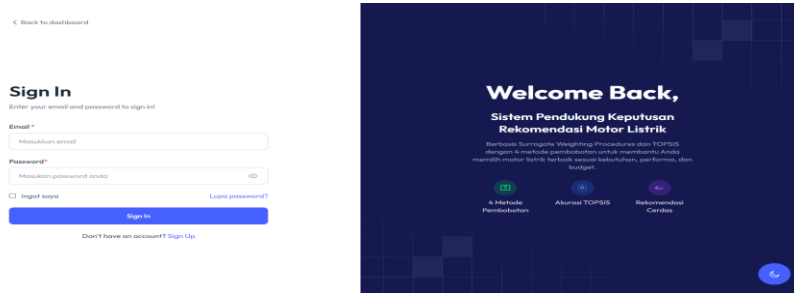
Berdasarkan hasil pada Tabel 7 dan Gambar 4, distribusi bobot yang berbeda pada masing-masing metode menghasilkan variasi dalam penekanan kriteria yang berdampak langsung pada hasil perankingan. Metode *Equal Weight (EW)* yang memberikan bobot seragam  $w_j = 0.2$  untuk semua kriteria menghasilkan perankingan yang relatif seimbang antara aspek ekonomi dan teknis. Namun, pendekatan ini mengabaikan prioritas kriteria yang telah ditetapkan dalam Tabel 4, di mana harga motor listrik ( $C_1$ ) merupakan kriteria paling penting bagi konsumen. Metode *Rank Sum (RS)* dengan distribusi bobot yang lebih proporsional  $w_{C_1} = 0.3333$ ,  $w_{C_2} = 0.2667$ ,  $w_{C_3} = 0.0667$ ,  $w_{C_4} = 0.1333$ ,  $w_{C_5} = 0.2000$  memberikan penekanan lebih besar pada kriteria prioritas tinggi. Metode *RS* efektif dalam merepresentasikan preferensi pengambil keputusan ketika terdapat hierarki kepentingan yang jelas antar kriteria. Metode *Rank Reciprocal (RR)* dan *Rank Order Centroid (ROC)* menghasilkan distribusi bobot yang lebih ekstrem, dengan kriteria  $C_1$  memperoleh bobot dominan  $w_{C_1}^{RR} = 0.4379$  dan  $w_{C_1}^{ROC} = 0.4567$ . Pendekatan ini secara matematis memberikan pengaruh maksimal pada kriteria prioritas tertinggi, yang sesuai dengan prinsip bahwa kriteria terpenting harus memiliki pengaruh dominan dalam pengambilan keputusan.

### 3.4 Implementasi Antarmuka Sistem

Sistem Pendukung Keputusan berbasis web ini dibuat untuk membantu proses pengambilan keputusan melalui penerapan metode *TOPSIS*, dengan antarmuka yang dirancang sederhana sehingga memudahkan pengguna dalam mengelola data, melakukan perhitungan, dan melihat hasil rekomendasi.

#### a. Halaman Autentikasi

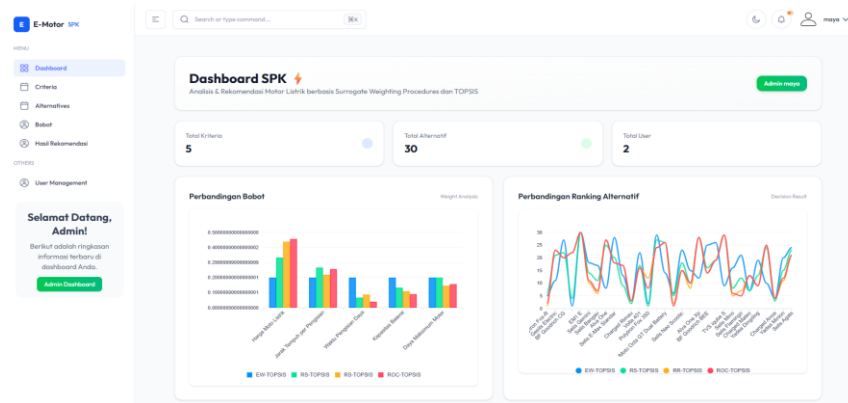
Halaman autentikasi pada Gambar 6 berperan sebagai tahap awal akses sistem, dengan mekanisme verifikasi melalui username dan password untuk memastikan hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses dan menggunakan sistem.



Gambar 5. Halaman Login

#### b. Halaman Dashboard

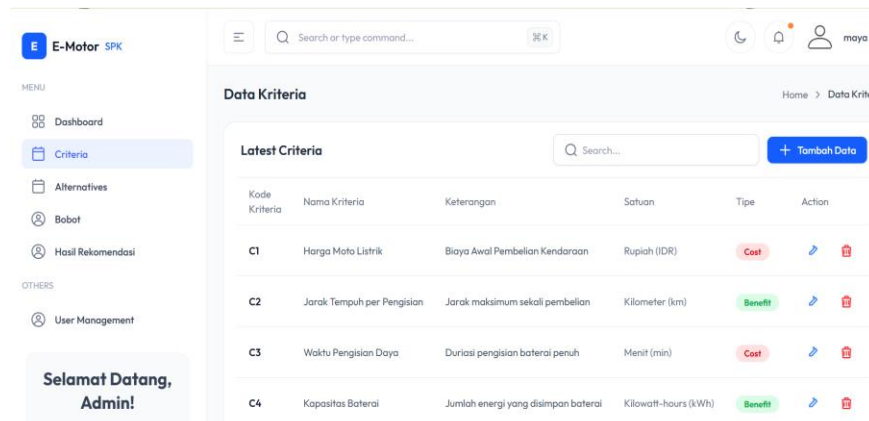
Sebagaimana terlihat pada Gambar 6, sistem menyediakan halaman untuk menampilkan ringkasan informasi sistem dalam bentuk card dan chart. Halaman ini berfungsi sebagai pusat kontrol untuk mengakses pengelolaan data alternatif, data kriteria, serta proses perhitungan *TOPSIS*.



Gambar 6. Halaman Dashboard

#### c. Halaman Data Kriteria

Sebagaimana terlihat pada Gambar 7, sistem menyediakan halaman untuk digunakan untuk mengelola kriteria yang meliputi nama, bobot, dan tipe (*benefit* atau *cost*).

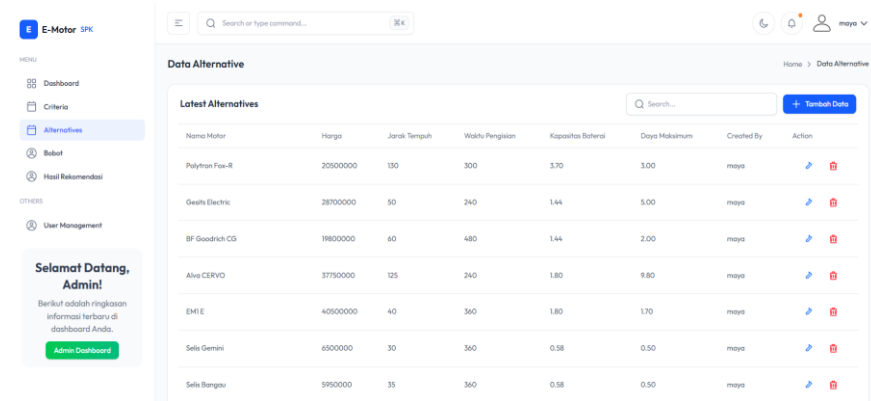


Kode Kriteria	Nama Kriteria	Keterangan	Satuan	Tipe	Action
C1	Harga Mata Listrik	Biaya Awal Pembelian Kendaraan	Rupiah (IDR)	Cost	[Edit] [Delete]
C2	Jarak Tempuh per Pengisian	Jarak maksimum sekali pembelian	Kilometer (km)	Benefit	[Edit] [Delete]
C3	Waktu Pengisian Daya	Duriasi pengisian baterai penuh	Menit (min)	Cost	[Edit] [Delete]
C4	Kapasitas Baterai	Jumlah energi yang disimpan baterai	Kilowatt-hours (kWh)	Benefit	[Edit] [Delete]

Gambar 7. Halaman Data Kriteria

**d. Halaman Data Alternatif**

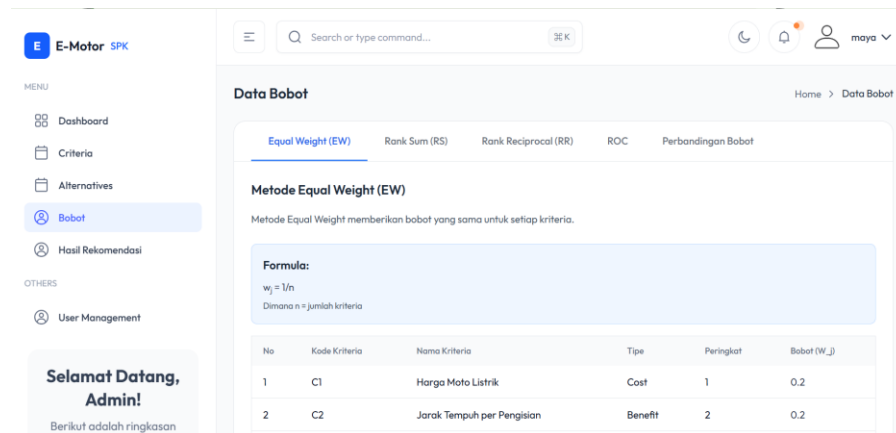
Sebagaimana terlihat pada Gambar 8, sistem menyediakan halaman untuk mengelola data alternatif yang akan di evaluasi. Pengguna dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus data, di mana setiap alternatif memiliki nilai berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.



**Gambar 8.** Halaman Data Alternatif

**e. Halaman Pembobotan**

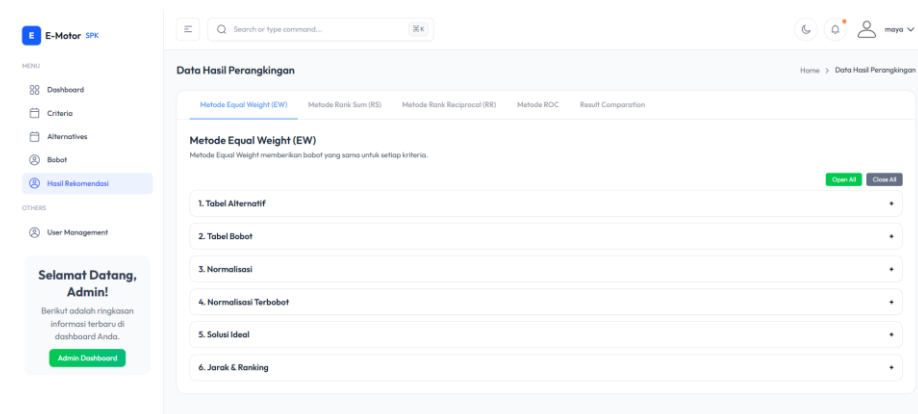
Sebagaimana terlihat pada Gambar 9, sistem menyediakan halaman pembobotan untuk mengelola tingkat kepentingan kriteria, dengan perhitungan yang ditampilkan dalam empat bagian terpisah sesuai metode yang digunakan.



**Gambar 9.** Halaman Pembobotan

**f. Halaman Perhitungan**

Sebagaimana terlihat pada Gambar 10, sistem menyajikan proses perhitungan *TOPSIS* secara terintegrasi, mencakup transformasi data, pembobotan, serta evaluasi kedekatan alternatif terhadap solusi ideal.



**Gambar 10** Halaman Perhitungan

## 4. KESIMPULAN

Sistem pendukung keputusan yang dikembangkan berhasil mengolah 30 alternatif motor listrik menggunakan metode *TOPSIS* dan *Surrogate Weighting Procedures* dalam menghasilkan rekomendasi pemilihan motor. Metode *TOPSIS* dapat menentukan alternatif terbaik berdasarkan kedekatan terhadap solusi ideal, sedangkan *Surrogate Weighting Procedures* dapat menghasilkan variasi bobot kriteria melalui metode *Equal Weight (EW)*, *Rank Sum (RS)*, *Rank Reciprocal (RR)*, dan *Rank Order Centroid (ROC)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan metode pembobotan memengaruhi distribusi bobot dan hasil perankingan alternatif. Alternatif Alva CERVO dan Polytron Fox 350 menempati posisi atas karena kombinasi performa dan spesifikasi teknis. Sementara itu, metode *RS* mulai memberikan penekanan pada kriteria prioritas sehingga alternatif seperti Polytron Fox 350 dan Charged Rimau memperoleh nilai yang lebih tinggi. Pada metode *RR* dan *ROC*, penekanan bobot pada kriteria harga (C1) menjadi lebih dominan sehingga menyebabkan perubahan peringkat yang lebih signifikan. Kondisi tersebut membuat alternatif dengan harga lebih rendah namun tetap memiliki spesifikasi yang kompetitif, seperti United Avand SL150, mengalami peningkatan posisi peringkat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan metode pembobotan pada *Surrogate Weighting Procedures* memengaruhi sensitivitas perhitungan *TOPSIS* dan berdampak langsung terhadap hasil rekomendasi. Semakin besar bobot yang diberikan pada kriteria prioritas utama, maka semakin besar pula pengaruh kriteria tersebut terhadap hasil akhir perankingan alternatif.

## REFERENCES

- [1] Q. Wei and C. Zhou, "A multi-criteria decision-making framework for electric vehicle supplier selection of government agencies and public bodies in China," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 4, pp. 10540–10559, Jan. 2023, doi: 10.1007/S11356-022-22783-6/TABLES/11.
- [2] S. Boskovic, L. Svadlenka, S. Jovicic, M. Dobrodolac, V. Simic, and N. Bacanin, "An Alternative Ranking Order Method Accounting for Two-Step Normalization (AROMAN) - A Case Study of the Electric Vehicle Selection Problem," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 39496–39507, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3265818.
- [3] M. F. Alrifai, A. Habbal, and B. S. Kim, "A Fuzzy-Multi Attribute Decision Making Scheme for Efficient User-Centric EV Charging Station Selection," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 161134–161154, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3487839.
- [4] J. Więckowski, J. Wątróbski, A. Shkurina, and W. Sałabun, "Adaptive multi-criteria decision making for electric vehicles: a hybrid approach based on RANCOM and ESP-SPOTIS," *Artif. Intell. Rev.*, vol. 57, no. 10, pp. 1–25, Oct. 2024, doi: 10.1007/s10462-024-10901-4.
- [5] K. Khulud, I. Masudin, F. Zulfikariyah, D. P. Restuputri, and A. Haris, "Sustainable Supplier Selection through Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Approach: A Bibliometric Analysis," *Logistics*, vol. 7, no. 4, pp. 1–21, Dec. 2023, doi: 10.3390/logistics7040096.
- [6] I. Gede Iwan Sudipa and K. Sri Aryati, "Pendekatan Penentuan Bobot dengan Surrogate Weighting Procedures untuk Metode Simple Additive Weighting dalam Pengambilan Keputusan Multikriteria," *International Journal of Natural Sciences and Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 113–121, 2019, doi: 10.23887/ijnse.v3i3.24146.
- [7] S. H. Hadad, M. H. Abdullah, Nurnela, and R. H. Hairun, "Multi Attribute Decision Making Penentuan Dosen Terbaik Menggunakan Metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis dan Surrogate Weighting," *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 3, no. 1, pp. 24–35, Mar. 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i1.24.
- [8] A. Jain, A. Bhargava, S. Thakur, and S. Moyade, "Understanding Individual's Behaviour towards Two-Wheeler Electric Vehicles," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 10, no. 6, pp. 1596–1600, Jun. 2021, doi: 10.21275/sr21626170129.
- [9] K. E. Sembiring and A. S. Purnomo, "Implementasi Metode AHP dan Multi-Objective Optimization by Ratio (MOORA) dalam Pemilihan Motor Listrik," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 8, no. 3, pp. 1377–1387, Jul. 2024, doi: 10.30865/mib.v8i3.7723.
- [10] M. I. Fu'adi and A. Diana, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) UNTUK PEMILIHAN KARYAWAN TERBAIK PADA TOKO SEPATU SAMAN SHOES," *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, vol. 9, no. 2, pp. 265–280, Jan. 2022, doi: 10.37971/radial.v9i2.243.
- [11] D. Duc Trung, "Multi-criteria decision making under the MARCOS method and the weighting methods: Applied to milling, grinding and turning processes," *Manuf. Rev. (Les. Ulis)*, vol. 9, no. 3, pp. 1–13, 2022, doi: 10.1051/mfreview/2022003.
- [12] U. Hairah, E. Budiman, and P. Korespondensi, "KINERJA METODE RANK SUM, RANK RECIPROCAL DAN RANK ORDER CENTROID MENGGUNAKAN REFERENSI POIN MOORA (STUDI KASUS: BANTUAN KUOTA DATA INTERNET UNTUK MAHASISWA)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 9, no. 6, pp. 1129–1136, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202294883.
- [13] S. Hajar Hadad and P. Korespondensi, "Metode Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) dan Rank Reciprocal (RR) dalam Penentuan Penerima Beasiswa," *Journal of Data Science and Information System (DIMIS)*, vol. 2, no. 1, pp. 18–28, 2024, doi: 10.58602/dimis.v2i1.99.
- [14] D. Gea, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Team Leader Menggunakan Metode Hybrid ROC-EDAS," *Journal Global Tecnology Computer*, vol. 3, no. 3, pp. 115–126, 2024, doi: 10.47065/jogtc.v3i3.6261.
- [15] A. Iskandar, "Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Penerima Bantuan Dana KIP Kuliah Menggunakan Metode ROC-EDAS," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 2, pp. 856–864, Sep. 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2265.

- [16] M. Ahnan, I. N. Farida, and R. Helilintar, "Sistem Pendukung Keputusan Kinerja Karyawan Terbaik Dengan Menggunakan Kombinasi Metode TOPSIS Dan Metode ROC," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi Komputer (JSITIK)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.53624/jsitik.v1i2.255.
- [17] A. Halim Anshor, "Analisis Pembelian Mobil Listrik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 476–485, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.1201.
- [18] J. K. Anggraini and M. Orisa, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN GURU TERBAIK DENGAN METODE TOPSIS BERBASIS WEB (STUDI KASUS SMAN 1 KUARO)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 1009–1015, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5422.
- [19] M. H. S. Wibowo, M. D. Al Ayubi, M. Albedri, Y. Permana, and A. H. Anshor, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN RUMAH TINGGAL MENGGUNAKAN METODE TOPSIS," *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, vol. 6, no. 4, pp. 1140–1147, 2024, doi: 10.51401/jinteks.v6i4.5012.
- [20] D. Erdianita, "KOMBINASI METODE TOPSIS DAN ROC DALAM PEMILIHAN TANAMAN ANGGREK TERBAIK," *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, vol. 11, no. 1, pp. 37–44, 2024, doi: 10.33795/jip.v11i1.5129.
- [21] R. Purwowicaksono *et al.*, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN ALAT KONTRASEPSI DI BKKBN KABUPATEN CIREBON BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE MABAC," *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi (JKBTI)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2023, doi: 10.69916/jkbt.v2i1.17.