

# Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) Method for Decision Support System in Selecting the Best Electric Car

## Metode *Multi-Objective Optimization by Rasio Analysis* (MOORA) Untuk Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Mobil Listrik Terbaik

Zakiyah Humaira<sup>1</sup>, M. Irfan. Ariandi<sup>1</sup>, Arie Qur'ania<sup>1</sup>, and Teguh. P. Negara<sup>1,2‡</sup>

<sup>1</sup>Department of Computer Sciences, Universitas Pakuan, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Fisika, IPB University, Indonesia

<sup>‡</sup>corresponding author: [teguhpuja@apps.ipb.ac.id](mailto:teguhpuja@apps.ipb.ac.id)

Copyright © 2024 Zakiyah Humara, M. Irfan Ariandi, Arie Qur'ania, and Teguh. P. Negara. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### Abstract

The implementation of the Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) method has been successfully applied to select the best electric car. The results showed that the implementation of the MOORA method successfully ranked 10 types of electric cars with 8 types of criteria, namely: battery capacity, battery charging speed, comfort features, safety features, mileage, maximum speed, price, and power. The application of Moora algorithm is based on 4 stages, namely: determination of criteria values, preparation of decision matrix, normalization and optimization of attributes, and determination of rankings. The results of applying the MOORA method rank 10 types of electric cars in order: Toyota BZ 4X, Hyundai ionic 5 2022, Cherry omodo E5 2024, Wuling cloud EV, Vinvost VF5, Nissan leaf 2021, Kia EV5 2023, BYD Dolphin, Wuling binguo EV, Wuling air EV 2022. When there is an addition and subtraction of criteria, there is a change in ranking. The results of the best electric car ranking are displayed on a website with Javascript and PHP programming which contains a dashboard page, criteria page, data page, and ranking page. Calculations on the website system have been validated with the Excell application resulting in 100% accuracy.

**Keywords:** Decision matrix, Decision Support System, Electric car criteria, Electric car selection, MOORA method

## 1. Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar fosil mengalami krisis karena adanya peningkatan kebutuhan masyarakat terutama di bidang transportasi (Dwi Romadhon & Subekti, 2023). Minimnya persediaan bahan bakar fosil, menyebabkan kenaikan harga dan mempengaruhi perekonomian suatu negara (Dinanti et al., 2024). Selain itu, penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil, menyebabkan peningkatan polusi udara setiap tahunnya melalui residu emisi CO dan CO<sub>2</sub> (Purwanto et al., 2015). Hal ini, mendorong masyarakat untuk mencari alternatif kendaraan yang lebih ekonomis, dan ramah lingkungan untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu solusi yang tepat dan mulai diterapkan di seluruh dunia adalah penggunaan mobil listrik. Fenomena mobil listrik ini berkembang pesat sebagai pilihan kendaraan masa depan sejak abad ke-18 di Eropa (Halim Anshor, 2023) dan telah menyebar ke Indonesia sejak tahun 2012 hingga hari ini Michella Wijaya et al. 2023. Adanya berbagai merek dan model mobil listrik yang diluncurkan oleh produsen mobil, seperti Wuling Air EV dari Cina yang memiliki keunggulan pada harga yang terjangkau (Manaf & Sisilia, 2023) dan Hyundai Ioniq 5 dari Korea yang memiliki kelebihan pada kapasitas baterai yang besar serta jarak tempuh yang jauh (Supriadi et al., 2023), konsumen harus mempertimbangkan banyak aspek sebelum membuat keputusan pembelian mobil listrik yang sesuai. Aspek-aspek ini termasuk kapasitas baterai, kecepatan pengisian baterai, jarak tempuh, harga, dan tenaga kuda, fitur kenyamanan, fitur keamanan. Dengan adanya perkembangan teknologi komputer dan metode dalam pengambilan keputusan, konsumen dapat memilih jenis mobil listrik terbaik berdasarkan urutan perankingan.

Studi mengenai pemilihan kendaraan menggunakan Sistem Pendukung Keputusan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, diantaranya Hasanah yang menerapkan metode AHP-Topsis untuk pemilihan sepeda motor listrik terbaik. Hasil penelitian memberikan rekomendasi sepeda motor listrik terbaik dengan tingkat akurasi sebesar 70% (Hasanah, 2022). Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Novisuryano yang menerapkan metode Fuzzy AHP untuk pemilihan mobil bekas berdasarkan perbandingan tingkat kepentingan kriteria dan alternatif yang dipilih oleh calon pembeli dan hasil rekapitulasi kuesioner terhadap responden. Hasil penelitian menghasilkan nilai akurasi sebesar 81,2% (Nofisuryano, 2020).

Berdasarkan permasalahan dan penelitian yang telah dilakukan, maka metode dalam pemilihan kendaraan listrik terbaik masih dapat dikembangkan dengan kriteria dan kebutuhan calon pengguna. Pada penelitian ini, pemilihan kendaraan listrik terbaik, yaitu mobil dilakukan dengan metode *Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis* (MOORA) dengan langkah-langkah yaitu mengumpulkan data real dari internet kemudian menentukan kriteria bobot dan alternatif, lalu merubah nilai kriteria menjadi matriks keputusan, normalisasi dan optimasi atribut, mengurangi nilai maksimum dan minimum dan melakukan perankingan serta akurasi hasil perankingan. Metode MOORA dipilih memiliki kelebihan dalam menangani masalah multikriteria, memberikan fleksibilitas dalam menentukan bobot kriteria, dan memungkinkan hasil akhir yang dapat dihitung ulang dan diverifikasi. Untuk menentukan kriteria mobil listrik yang dibutuhkan oleh calon pengguna, dengan harapan dapat memberikan hasil rekomendasi mobil listrik yang lebih akurat serta

nilai persentase hasil akhirnya bisa jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya.

## 2. Metodologi

Metodologi penelitian implementasi metode MOORA dalam menentukan kriteria mobil listrik terbaik, dibangun dengan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) (Dwanoko, 2016) dengan tahapan: perencanaan, analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi.

### 2.1 Metode MOORA

MOORA adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan. Kelebihan metode ini salah satunya adalah fleksibilitas yang tinggi dan tingkat selektivitas yang baik, yaitu kriteria dapat bernilai menguntungkan (benefit) atau yang tidak menguntungkan (cost). Selain itu, metode MOORA untuk mampu memisahkan unsur subjektif dari suatu proses evaluasi secara mudah ke dalam kriteria bobot keputusan yang memiliki beberapa atribut pengambil keputusan (Soleh *et al.*, 2015).

Metode MOORA memiliki lima tahapan perhitungan Berikut di bawah ini yang merupakan tahapan proses perhitungan metode MOORA :

1. Menentukan nilai kriteria, bobot dan alternatif

Pada tahap ini, kriteria yang telah ditetapkan pada suatu alternatif diinputkan dan diproses, yang hasilnya akan menjadi sebuah keputusan dan memberikan bobot pada masing-masing kriteria.

2. Mengubah kriteria menjadi matriks keputusan

Semua nilai yang berada pada masing-masing kriteria direpresentasikan menjadi matriks keputusan.

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{M1} & \dots & x_{MN} \end{pmatrix} \quad (1)$$

dengan  $x_{MN}$  adalah nilai masing-masing kriteria

3. Normalisasi dan optimasi atribut

Normalisasi dilakukan untuk menyatukan setiap elemen matriks sehingga elemen pada matriks memiliki nilai yang seragam.

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

dengan  $X_{ij}^*$  adalah nilai normalisasi dari elemen  $x_{ij}$ ,  $x_{ij}$  adalah nilai dari alternatif ke- $i$  dan kriteria ke- $j$ , dan  $m$  adalah jumlah total alternatif

4. Mengurangi nilai maksimum dengan nilai minimum

Atribut yang lebih penting ditandakan dengan perkalian dengan bobot yang sudah ditentukan (*koefisien signifikansi*). Pertimbangan perhitungan atribut bobot menggunakan persamaan

$$Y_i = \sum_{j=1}^g w_j X_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j X_{ij}^* \quad (3)$$

dengan  $i$  adalah kriteria atau atribut yang dimaksimalkan,  $j$  adalah kriteria atau atribut yang diminimalkan,  $w_j$  adalah nilai bobot alternatif  $w_j$ ,  $Y_i$  adalah nilai penilaian yang sudah dinormalisasi dari alternatif  $j$  terhadap semua atribut

#### 5. Menentukan rangking

Penentuan rangking ditentukan oleh hasil perhitungan terbesar dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan

Spesifikasi mobil listrik merupakan data input awal sebelum dilakukan penentuan nilai kriteria, bobot dan alternatif. Pada Tabel 1 diberikan contoh 10 jenis mobil berdasarkan kriterianya (Spesifikasi Wuling Air EV. 2014-2024, 2024).

Tabel 1: Spesifikasi mobil

No	Jenis	$v_b$ (Jam)	$f_s$	$f_n$	$s$ (km)	$v_m$ (km/jam)	$h$ (juta)	$W$ (hP)
1	Wuling Air EV Long Range 2022	4	0.31	0.28	300	100	300	40
2	Nissan Leaf 2021	6	0.57	0.53	311	150	649	148
3	Hyundai Ionic 5 LRP 2022	6	0.71	0.5	481	185	718	214
4	BMW I3s 2019	4.3	0.57	0.46	280	160	1350	184
5	Tesla 3 Model X 2020	8	0.57	0.39	491	249	4400	671
6	BYD Atto 3	9	0.94	0.71	410	160	515	204
7	Lexus UX300E 2023	7	0.8	0.78	300	160	1240	201
8	Tesla 3 Standar Range Plus 2020	5.4	0.5	0.39	422	255	1500	283
9	Hyundai Kona Electric 2021	6.1	0.71	0.5	305	167	750	134
10	Mercedes-Benz EQA 2022	7.7	0.68	0.6	476	160	1570	188
11	Honda E 2019	5.1	0.42	0.46	220	145	600	151
12	Toyota bZ4X 2023	9	0.85	0.75	500	160	1190	201
13	Citroen E-C4 2023	7.5	0.77	0.64	350	150	1200	136
14	Kia EV6 2023	7	0.71	0.82	506	260	1300	321
15	BYD Dolphin 2024	7.1	0.91	0.64	410	160	425	95
16	Chery Omoda E5 2024	8.5	0.94	0.78	430	172	498	201
17	VinFast VinFast VF 5	6.5	0.85	0.78	260	130	250	134

18	Wuling Binguo EV	5.5	0.57	0.42	333	120	317	67
19	Wuling Cloud EV	8.5	0.9	0.78	460	150	410	134
20	Wuling Air EV SR 2022	8.5	0.31	0.28	200	100	238	40

Dengan  $C$  adalah kapasitas baterai,  $v_b$  kecepatan pengisian baterai,  $f_s$  fitur keselamatan,  $f_n$  fitur kenyamanan  $s$  jarak tempuh mobil,  $v_m$  kecepatan maksimum,  $h$  adalah harga, dan  $W$  adalah energi dalam satuan *hourse power*. Untuk fitur kenyamanan dan keselamatan didapat dari hasil penilaian rata-rata dari jumlah banyaknya fitur kenyamanan dan keselamatan yang ada pada masing-masing mobil listrik.

## 2.2 Metode Penelitian

Tahap perancangan sistem dilakukan melalui 2 tahap, yaitu :

### 1. Perancangan Basis data

Perancangan basis data yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode ERD (*Entity Relationship Diagram*) atau normalisasi, tabel relasi, kamus data dan sebagainya.

### 2. Perancangan sistem secara keseluruhan

Perancangan sistem yang dapat dilakukan dengan menggambarkan DFD (*Data Flow Diagram*), *flowchart*, struktur navigasi dan lain sebagainya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Data matriks keputusan didapat dari data mobil listrik yang sudah mendapatkan nilai untuk masing-masing kolom dan akan dibentuk menjadi matriks untuk dilakukan tahap normalisasi matriks. Data matriks keputusan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penilaian didasarkan pada rekomendasi 3 pakar, yaitu akademisi teknik mesin, pakar di bidang otomotif, dan konsultan otomotif.

Tabel 2: Matriks keputusan

No	Alternatif	$v_b$	$f_s$	$f_n$	$s$	$v_m$	$h$	$W$
1	A1	5	1	1	4	2	2	1
2	A2	3	3	3	5	4	3	4
3	A3	3	4	3	5	5	3	5
4	A4	4	3	3	4	4	5	4
5	A5	1	3	2	5	5	5	5
6	A6	1	5	4	5	4	3	5
7	A7	2	4	5	4	4	5	5
8	A8	3	3	2	5	5	5	5
9	A9	2	4	3	5	5	3	3
10	A10	1	4	3	5	4	5	4
11	A11	3	2	3	3	4	3	4
12	A12	1	4	4	5	4	5	5

13	A13	1	4	4	5	4	5	3
14	A14	2	4	5	5	5	5	5
15	A15	1	5	4	5	4	2	3
16	A16	1	5	5	5	5	2	5
17	A17	2	4	5	4	3	1	3
18	A18	3	3	2	5	3	2	2
19	A19	1	5	5	5	4	2	3
20	A20	1	1	1	2	2	1	1

Normalisasi matriks adalah menghitung data matriks keputusan yang bertujuan untuk menyatukan setiap elemen matriks, sehingga elemen pada matriks memiliki nilai yang seragam. Normalisasi pada MOORA dapat dihitung menggunakan persamaan (2). Dari perhitungan nilai normalisasi, maka diperoleh matriks nilai Normalisasi ( $X^*$ ). Nilai normalisasi pada matriks ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3: Nilai perhitungan optimasi dari atribut

		Optimasi nilai atribut						
		$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$
		Benefit	Benefit	Benefit	Benefit	Benefit	Cost	Benefit
$X$		0.0712	0.0090	0.0062	0.0387	0.0109	0.0306	0.0028
		0.0427	0.0269	0.0187	0.0484	0.0218	0.0459	0.0113
		0.0427	0.0359	0.0187	0.0484	0.0273	0.0459	0.0141
		0.0569	0.0269	0.0187	0.0387	0.0218	0.0765	0.0113
		0.0142	0.0269	0.0125	0.0484	0.0273	0.0765	0.0141
		0.0142	0.0449	0.0250	0.0484	0.0218	0.0459	0.0141
		0.0285	0.0359	0.0312	0.0387	0.0218	0.0765	0.0141
		0.0427	0.0269	0.0125	0.0484	0.0273	0.0765	0.0141
		0.0285	0.0359	0.0187	0.0484	0.0273	0.0459	0.0085
		0.0142	0.0359	0.0187	0.0484	0.0218	0.0765	0.0113
		0.0427	0.0180	0.0187	0.0290	0.0218	0.0459	0.0113
		0.0142	0.0359	0.0250	0.0484	0.0218	0.0765	0.0141
		0.0285	0.0359	0.0312	0.0484	0.0273	0.0765	0.0141
		0.0285	0.0359	0.0312	0.0484	0.0273	0.0765	0.0141
		0.0142	0.0449	0.0250	0.0484	0.0218	0.0306	0.0085
		0.0285	0.0359	0.0312	0.0387	0.0164	0.0153	0.0085
		0.0427	0.0269	0.0125	0.0484	0.0164	0.0306	0.0056
		0.0142	0.0449	0.0312	0.0484	0.0218	0.0306	0.0085
		0.0133	0.0084	0.0075	0.0203	0.0109	0.0135	0.0051

Dari perhitungan nilai optimasi yang sudah dilakukan sebelumnya maka didapatkan hasil optimasi MOORA yang sudah disusun dapat dilihat di tabel 4

Tabel 4: Nilai perhitungan optimasi dan perangkingan

No	Alternatif	Max (Benefit)	Min (Cost)	$Y_i$ (Max-Min)	Rank
1	A1	0.1388	0.0306	0.1082	14
2	A2	0.1699	0.0459	0.1240	7
3	A3	0.1871	0.0459	0.1412	2
4	A4	0.1744	0.076	0.0979	12
5	A5	0.1434	0.076	0.0669	19
6	A6	0.1684	0.046	0.1225	6
7	A7	0.1702	0.076	0.0937	11
8	A8	0.1719	0.076	0.0954	13
9	A9	0.1672	0.046	0.1213	8
10	A10	0.1504	0.076	0.0739	18
11	A11	0.1415	0.046	0.0956	15
12	A12	0.1594	0.076	0.0829	16
13	A13	0.1538	0.076	0.0773	17
14	A14	0.1853	0.076	0.1088	9
15	A15	0.1628	0.031	0.1322	5
16	A16	0.1801	0.031	0.1495	1
17	A17	0.1591	0.015	0.1438	3
18	A18	0.1525	0.031	0.1219	10
19	A19	0.1690	0.031	0.1384	4
20	A20	0.0625	0.015	0.0472	20

Berdasarkan data pada tabel 4, dihasilkan perangkingan mobil listrik dengan urutan pertama, yaitu Chery Omoda E5 2024

### 3.1 Variasi jumlah kriteria

Pada tahap uji coba ini akan dilakukan tes penambahan dan pengurangan kriteria dengan menggunakan 10 data mobil listrik, ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan perangkingan yang terjadi bila dilakukan penambahan dan pengurangan dari kriteria. Penambahan dan pengurangan kriteria dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5: Perubahan perangkingan berdasarkan variasi jumlah kriteria pada tampilan sistem

No	N	Hasil rangking																																																												
1	8	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Hasil (Yi Values)</th> </tr> <tr> <th>Alternatif</th> <th>Maximum (benefit)</th> <th>Minimum (cost)</th> <th>Yi(Max-Min)</th> <th>Rank</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toyota BZ4X</td> <td>0.4617</td> <td>0.0682</td> <td>0.3935</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022</td> <td>0.4397</td> <td>0.0545</td> <td>0.3852</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Cherry Omoda E5 2024</td> <td>0.4229</td> <td>0.0409</td> <td>0.3820</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Wuling Cloud EV</td> <td>0.4190</td> <td>0.0409</td> <td>0.3780</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Vinvast VF5</td> <td>0.3923</td> <td>0.0273</td> <td>0.3650</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Nissan Leaf 2021</td> <td>0.4158</td> <td>0.0545</td> <td>0.3613</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Kia EV6 2023</td> <td>0.4229</td> <td>0.0682</td> <td>0.3547</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>BYD Dolphin</td> <td>0.3781</td> <td>0.0409</td> <td>0.3372</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Wuling Binguo EV</td> <td>0.3444</td> <td>0.0273</td> <td>0.3172</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Wuling Air Ev Long Range 2022</td> <td>0.2976</td> <td>0.0273</td> <td>0.2704</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Hasil (Yi Values)					Alternatif	Maximum (benefit)	Minimum (cost)	Yi(Max-Min)	Rank	Toyota BZ4X	0.4617	0.0682	0.3935	1	Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022	0.4397	0.0545	0.3852	2	Cherry Omoda E5 2024	0.4229	0.0409	0.3820	3	Wuling Cloud EV	0.4190	0.0409	0.3780	4	Vinvast VF5	0.3923	0.0273	0.3650	5	Nissan Leaf 2021	0.4158	0.0545	0.3613	6	Kia EV6 2023	0.4229	0.0682	0.3547	7	BYD Dolphin	0.3781	0.0409	0.3372	8	Wuling Binguo EV	0.3444	0.0273	0.3172	9	Wuling Air Ev Long Range 2022	0.2976	0.0273	0.2704	10
Hasil (Yi Values)																																																														
Alternatif	Maximum (benefit)	Minimum (cost)	Yi(Max-Min)	Rank																																																										
Toyota BZ4X	0.4617	0.0682	0.3935	1																																																										
Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022	0.4397	0.0545	0.3852	2																																																										
Cherry Omoda E5 2024	0.4229	0.0409	0.3820	3																																																										
Wuling Cloud EV	0.4190	0.0409	0.3780	4																																																										
Vinvast VF5	0.3923	0.0273	0.3650	5																																																										
Nissan Leaf 2021	0.4158	0.0545	0.3613	6																																																										
Kia EV6 2023	0.4229	0.0682	0.3547	7																																																										
BYD Dolphin	0.3781	0.0409	0.3372	8																																																										
Wuling Binguo EV	0.3444	0.0273	0.3172	9																																																										
Wuling Air Ev Long Range 2022	0.2976	0.0273	0.2704	10																																																										
2	7	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Hasil (Yi Values)</th> </tr> <tr> <th>Alternatif</th> <th>Maximum (benefit)</th> <th>Minimum (cost)</th> <th>Yi(Max-Min)</th> <th>Rank</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toyota BZ4X</td> <td>0.2866</td> <td>0.0682</td> <td>0.2185</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Wuling Binguo EV</td> <td>0.2394</td> <td>0.0273</td> <td>0.2121</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022</td> <td>0.2647</td> <td>0.0545</td> <td>0.2101</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Cherry Omoda E5 2024</td> <td>0.2479</td> <td>0.0409</td> <td>0.2070</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Wuling Cloud EV</td> <td>0.2439</td> <td>0.0409</td> <td>0.2030</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Wuling Air Ev Long Range 2022</td> <td>0.2276</td> <td>0.0273</td> <td>0.2003</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>BYD Dolphin</td> <td>0.2381</td> <td>0.0409</td> <td>0.1972</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Vinvast VF5</td> <td>0.2173</td> <td>0.0273</td> <td>0.1900</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Nissan Leaf 2021</td> <td>0.2408</td> <td>0.0545</td> <td>0.1862</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Kia EV6 2023</td> <td>0.2479</td> <td>0.0682</td> <td>0.1797</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Hasil (Yi Values)					Alternatif	Maximum (benefit)	Minimum (cost)	Yi(Max-Min)	Rank	Toyota BZ4X	0.2866	0.0682	0.2185	1	Wuling Binguo EV	0.2394	0.0273	0.2121	2	Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022	0.2647	0.0545	0.2101	3	Cherry Omoda E5 2024	0.2479	0.0409	0.2070	4	Wuling Cloud EV	0.2439	0.0409	0.2030	5	Wuling Air Ev Long Range 2022	0.2276	0.0273	0.2003	6	BYD Dolphin	0.2381	0.0409	0.1972	7	Vinvast VF5	0.2173	0.0273	0.1900	8	Nissan Leaf 2021	0.2408	0.0545	0.1862	9	Kia EV6 2023	0.2479	0.0682	0.1797	10
Hasil (Yi Values)																																																														
Alternatif	Maximum (benefit)	Minimum (cost)	Yi(Max-Min)	Rank																																																										
Toyota BZ4X	0.2866	0.0682	0.2185	1																																																										
Wuling Binguo EV	0.2394	0.0273	0.2121	2																																																										
Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022	0.2647	0.0545	0.2101	3																																																										
Cherry Omoda E5 2024	0.2479	0.0409	0.2070	4																																																										
Wuling Cloud EV	0.2439	0.0409	0.2030	5																																																										
Wuling Air Ev Long Range 2022	0.2276	0.0273	0.2003	6																																																										
BYD Dolphin	0.2381	0.0409	0.1972	7																																																										
Vinvast VF5	0.2173	0.0273	0.1900	8																																																										
Nissan Leaf 2021	0.2408	0.0545	0.1862	9																																																										
Kia EV6 2023	0.2479	0.0682	0.1797	10																																																										
3	9	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Hasil (Yi Values)</th> </tr> <tr> <th>Alternatif</th> <th>Maximum (benefit)</th> <th>Minimum (cost)</th> <th>Yi(Max-Min)</th> <th>Rank</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toyota BZ4X</td> <td>0.6258</td> <td>0.0682</td> <td>0.5576</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022</td> <td>0.6038</td> <td>0.0545</td> <td>0.5493</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Cherry Omoda E5 2024</td> <td>0.5870</td> <td>0.0409</td> <td>0.5461</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Vinvast VF5</td> <td>0.5564</td> <td>0.0273</td> <td>0.5292</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Nissan Leaf 2021</td> <td>0.5800</td> <td>0.0545</td> <td>0.5254</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Kia EV6 2023</td> <td>0.5870</td> <td>0.0682</td> <td>0.5188</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Wuling Cloud EV</td> <td>0.5503</td> <td>0.0409</td> <td>0.5094</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>BYD Dolphin</td> <td>0.5422</td> <td>0.0409</td> <td>0.5013</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Wuling Binguo EV</td> <td>0.4757</td> <td>0.0273</td> <td>0.4485</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Wuling Air Ev Long Range 2022</td> <td>0.4618</td> <td>0.0273</td> <td>0.4345</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Hasil (Yi Values)					Alternatif	Maximum (benefit)	Minimum (cost)	Yi(Max-Min)	Rank	Toyota BZ4X	0.6258	0.0682	0.5576	1	Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022	0.6038	0.0545	0.5493	2	Cherry Omoda E5 2024	0.5870	0.0409	0.5461	3	Vinvast VF5	0.5564	0.0273	0.5292	4	Nissan Leaf 2021	0.5800	0.0545	0.5254	5	Kia EV6 2023	0.5870	0.0682	0.5188	6	Wuling Cloud EV	0.5503	0.0409	0.5094	7	BYD Dolphin	0.5422	0.0409	0.5013	8	Wuling Binguo EV	0.4757	0.0273	0.4485	9	Wuling Air Ev Long Range 2022	0.4618	0.0273	0.4345	10
Hasil (Yi Values)																																																														
Alternatif	Maximum (benefit)	Minimum (cost)	Yi(Max-Min)	Rank																																																										
Toyota BZ4X	0.6258	0.0682	0.5576	1																																																										
Hyundai Ioniq 5 Long Range Prime 2022	0.6038	0.0545	0.5493	2																																																										
Cherry Omoda E5 2024	0.5870	0.0409	0.5461	3																																																										
Vinvast VF5	0.5564	0.0273	0.5292	4																																																										
Nissan Leaf 2021	0.5800	0.0545	0.5254	5																																																										
Kia EV6 2023	0.5870	0.0682	0.5188	6																																																										
Wuling Cloud EV	0.5503	0.0409	0.5094	7																																																										
BYD Dolphin	0.5422	0.0409	0.5013	8																																																										
Wuling Binguo EV	0.4757	0.0273	0.4485	9																																																										
Wuling Air Ev Long Range 2022	0.4618	0.0273	0.4345	10																																																										

Untuk perangkingan dengan 8 kriteria, dihasilkan urutan perangkingan mobil

listrik secara berturut-turut, yaitu: Toyota BZ 4X, Hyundai ionic 5 2022, Cherry omodo E5 2024, Wuling cloud EV, Vinvost VF5, Nissan leaf 2021, Kia EV5 2023, BYD Dolphin, Wuling binguo EV, Wuling air EV 2022. Ketika dilakukan pengurangan kriteria, yaitu 7 terjadi perubahan posisi dari ranking sebelumnya yaitu posisi Wuling binguo EV yang di ranking 9 menjadi posisi ke 2 , Hyundai ioniq 5 yang berada di ranking 2 menjadi posisi ke 3, Cherry omoda berada di posisi 3 menjadi ranking 4, Wuling cloud EV dari ranking 4 menjadi ranking 5, Vinvast VF5 dari ranking ke 5 menjadi ranking 8, Nissan Leaf di ranking ke 6 menjadi rangking 9, Kia EV6 di rangking 7 menjadi rangking 10, BYD dolphin dari ranking 8 menjadi ranking ranking 7, Wuling Air EV long Range dari ranking 10 menjadi rangking 6. Sedangkan ketika ditakukan penambahan kriteria, yaitu 9 juga terjadi perubahan posisi dari ranking sebelumnya yaitu: Toyota BZ4X berada di ranking 1, Hyundai ioniq 5 berada di ranking ke 2, Cherry Omoda E5 di ranking ke 3, Wuling cloud EV yang berada di rank ke 4 menjadi ranking ke 7, Vinfast V5 yang sebelumnya berada di rangking ke 5 menjadi ranking ke 4, Nissan leaf Yang sebelumnya berada di ranking ke 6 menjadi ranking ke 5, KIA EV6 Yang sebelumnya berada di ranking ke 7 menjadi ranking ke 6, BYD dolphin Berada di ranking ke 8, Wuling binguo EV berada di ranking Ke 9, Wuling air EV long range berada di ranking ke 10.

### 3.2 Sistem website

Implementasi sistem pemilihan mobil listrik terbaik berbentuk website yang menggunakan Mysql dan Visual Studio Code. Sistem website terdiri atas halaman login untuk user, halaman beranda, halaman data kriteria, halaman data mobil listrik, halaman perangkingan mobil listrik, dan halaman profil pengguna.

Halaman login ini merupakan halaman yang pertama kali di tampilkan pada user yang ingin masuk ke halaman beranda. User dapat memasukan username dan password yang sudah didaftarkan sebelumnya pada database, sebagaimana pada pada Gambar 1. Form beranda adalah halaman pertama yang akan user lihat ketika user berhasil melakukan login ke aplikasi, data yang akan ditampilkan pada halaman ini meliputi: beranda itu sendiri, penjelasan metode Moora, penjelasan tentang mobil listrik, sebagaimana pada gambar 2. Pada halaman form data kriteria ini akan memuat apa saja data kriteria penilaian yang akan digunakan untuk menentukan mobil listrik terbaik (Gambar 3). Pada halaman form daftar mobil listrik ini memuat berbagai macam data mobil listrik sesuai dengan gambaran halaman mengenai aplikasi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4. Pada form hasil perangkingan mobil listrik akan menampilkan hasil dari perhitungan keseluruhan, pada halaman ini akan menampilkan mana mobil listrik yang memiliki rangking nilai tertinggi (Gambar 5).

The login page features a central user icon at the top. Below it are two input fields: one for 'Email' and one for 'Password'. A 'Lupa Password?' link is positioned to the right of the password field. A blue 'Login' button is centered below the password field. At the bottom, there is a link for 'Registrasi disini' (Register here) for users who do not have an account.

Gambar 1: Halaman login

The dashboard page has a red header with the 'SPK' logo and a user profile 'Admin'. Navigation tabs include 'Dashboard', 'Kriteria', 'Data Mobil Listrik', 'Hasil', and 'Data Pengguna'. The main content area displays a 'Selamat Datang' (Welcome) message and a brief explanation of the MOORA method.

Berikut ini adalah Penjelasan Singkat Metode MOORA :

Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan dalam SPK. Metode MOORA dikembangkan pertama kali oleh Brauers yang menerapkannya dalam proses pengambilan keputusan dengan multikriteria. Kelebihan metode ini salah satunya adalah fleksibilitas yang tinggi dan tingkat selektivitas yang baik. Hal ini disebabkan MOORA mampu menentukan tujuan dari kriteria yang saling bertolak belakang, dimana kriteria dapat bernilai menguntungkan (benefit) atau yang tidak menguntungkan (cost). Selain itu, MOORA juga memiliki kemampuan memisahkan unsur subjektif dari suatu proses evaluasi secara mudah ke dalam kriteria bobot keputusan yang memiliki beberapa atribut pengambilan keputusan .

Gambar 2: Halaman *dashboard*

The criteria page features a red header with the 'SPK' logo and a user profile 'Admin'. Navigation tabs include 'Dashboard', 'Kriteria', 'Data Mobil Listrik', 'Hasil', and 'Data Pengguna'. A '+ Tambah' button is located at the top left. The main content is a table listing criteria.

No	Nama Kriteria	Bobot	Tipe	Subcriteria	Action
1	Kapasitas Batrai	0.25	benefit	1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4) 5 (5)	
2	Kecapatan Pengisian Batrai	0.12	benefit	1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4) 5 (5)	

Gambar 3: Halaman kriteria

Gambar 4: Halaman data mobil listrik

Gambar 5: Halaman perbandingan

Hasil perhitungan Website telah di bandingkan dengan sistem perhitungan menggunakan Excel dan menghasilkan akurasi 100% , sebagaimana ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6: Uji coba akurasi sistem

No	Alternatif	Website	Excell	Valid
1	A1	0.1691	0.1691	Valid
2	A2	0.1589	0.1589	Valid
3	A3	0.1563	0.1563	Valid
4	A4	0.1535	0.1535	Valid
5	A5	0.1461	0.1461	Valid
6	A6	0.1427	0.1427	Valid
7	A7	0.14	0.14	Valid
8	A8	0.1355	0.1355	Valid
9	A9	0.1337	0.1337	Valid
10	A10	0.1304	0.1304	Valid
11	A11	0.118	0.118	Valid
12	A12	0.1162	0.1162	Valid

13	A13	0.1161	0.1161	Valid
14	A14	0.112	0.112	Valid
15	A15	0.1113	0.1113	Valid
16	A16	0.1074	0.1074	Valid
17	A17	0.0973	0.0973	Valid
18	A18	0.0949	0.0949	Valid
19	A19	0.0895	0.0895	Valid
20	A20	0.052	0.052	Valid

#### 4. Simpulan dan Saran

Dari penelitian ini, implementasi metode *Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis* (MOORA) telah berhasil diterapkan dalam pembuatan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk memilih mobil listrik terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Metode MOORA berhasil menyelesaikan permasalahan dalam pemilihan mobil listrik terbaik dengan penentuan kriteria penilaian dan normalisasi sebelum perankingan dilakukan. Tahapan implementasi metode MOORA berhasil memperoleh nilai optimasi untuk setiap alternatif mobil listrik. Selanjutnya, perancangan dan implementasi sistem pendukung keputusan dilakukan dengan memperhatikan tahapan perancangan yang mencakup perancangan basis data, *Entity Relationship Diagram* (ERD), *flowchart program*, dan rancangan halaman-halaman sistem. Setiap halaman sistem, termasuk halaman login, *dashboard*, data kriteria, daftar mobil listrik, dan hasil perankingan, telah berhasil dirancang dan diimplementasikan. Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan secara dinamis dengan kemampuan untuk menambah, mengedit, dan menghapus data, serta telah dilakukan uji coba struktural, fungsional, validasi, dan akurasi sistem untuk memastikan kinerja yang sesuai.

#### Daftar Pustaka

- Dinanti, P., Sundari, S., Laksmono, R., Ramadhan, T. R., & Sianipar, L. (2024). *Analisis Biaya Ekonomi Serta Dampak Lingkungan Penggunaan Gasoline dan Biofuel Sebagai Bahan Bakar Transportasi*. 5, 1892.
- Dwanoko, Y. S. (2016). Implementasi Software Development Life Cycle (SDLC) Dalam Penerapan Pembangunan Aplikasi Perangkat Lunak. *Jurnal Teknologi Informasi*, 7(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.36382/jti-tki.v7i2.219>
- Dwi Romadhon, F., & Subekti, R. (2023). *Analisis Pengaturan Energi Terbarukan Dalam Kendaraan Berbasis Elektrik Untuk Mendukung Perlindungan Lingkungan (Analisis Komparatif Antara Indonesia, Brazil, Dan Pakistan)*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak.diperlukan>
- Halim Anshor, A. (2023). Analisis Pembelian Mobil Listrik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by

Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). *Media Online*, 4(1), 476–485.  
<https://doi.org/10.30865/klik.v4i1.1201>

Hasanah, N. (2022). *Sistem Pendukung Keputusan Pendukung Keputusan Pembelian Sepeda Motor Listrik Menggunakan Metode AHP-TOPSIS*.

Manaf, M. R., & Sisilia, K. (2023). *Analisis Profil Konsumen Mobil Listrik Wuling Air Ev Di Kota Bandung*.

Michella Wijaya, S., Kevin, N., & Ie, M. (n.d.). *Potensi Dan Hambatan Pemasaran Mobil Listrik Di Indonesia: Dampak Ekonomi Dan Transportasi Ramah Lingkungan*.

Nofisuryano, Y. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Bekas Berbasis Web Mobile (Studi Kasus: Showroom Reza Motor 2 Pekanbaru)*.

Purwanto, C. P., Arthana, W., & Suarna, W. (2015). *Inventarisasi Emisi Sumber Bergerak Di Jalan (On Road) Kota Denpasar*.  
<https://doi.org/10.24843/EJES.2015.v09.i01.p01>

*Spesifikasi Wuling Air EV. 2014-2024*. (2024, September 26).  
<https://www.oto.com/mobil-baru/wuling/ev/spesifikasi>.

Supriadi, Fachriza, I. S., & Arni, S. (2023). *Penerapan Metode Multi Atribute Utility Theory (MAUT) Pada Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Mobil Hyundai*. 1, 153–160.