

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Bekas Berkualitas Menggunakan Metode MOORA

I Komang Febbry Freddyandika^{a1}, Kadek Oky Sanjaya^{a2}, I Kadek Noppi Adi Jaya^{a3}

^aProgram Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains,
Universitas Hindu Indonesia, Indonesia

e-mail: ¹ mingeby89@gmail.com, ² kadekoki@unhi.ac.id, ³ iknadijaya@unhi.ac.id

Abstrak

Banyaknya pilihan dan harga yang beragam dalam memilih mobil bekas, membuat pembeli bingung dalam menentukan pilihannya. Sistem pendukung keputusan (SPK) dapat membantu dalam memberikan keputusan tersebut. Penelitian ini menggunakan 7 kriteria seperti harga, tahun produksi, kapasitas mesin, kapasitas penumpang, pemeliharaan, suku cadang dan layanan aftersales, dan 17 alternatif yang digunakan. Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan manual menggunakan MOORA, perhitungan akurasi dan penerapan menggunakan python. Berdasarkan kriteria yang telah disediakan, yang menjadi pembobotan terbesar adalah harga yang mencapai 21,06%. Perhitungan menggunakan MOORA menunjukkan mobil bekas yang paling direkomendasikan adalah merk "Suzuki APV" dengan nilai 0,1657, terbaik kedua "Toyota Avanza" dengan nilai 0,1630 dan ketiga adalah "Suzuki Ertiga" dengan nilai 0,1609. Uji akurasi menunjukkan akurasi sebesar 88,24% pada kondisi pemeringkatan 3 dan 4 teratas, dan mencapai 76,47% pada kondisi pemeringkatan 5 teratas.

Kata kunci: SPK, Mobil Bekas, MOORA, Python

Abstract

The abundance of choices and diverse prices in selecting a used car can leave buyers confused in making their decisions. Decision support systems (DSS) can assist in making these decisions. This research employs 7 criteria such as price, year of production, engine capacity, passenger capacity, maintenance, spare parts, and after-sales service, along with 17 utilized alternatives. The results of this study involve manual calculations using MOORA, accuracy calculations, and implementation using Python. Based on the provided criteria, the highest weighting is attributed to price, reaching 21.06%. The MOORA calculation indicates that the most recommended used car is the brand "Suzuki APV" with a value of 0.1657, followed by "Toyota Avanza" as the second best with a value of 0.1630, and "Suzuki Ertiga" as the third with a value of 0.1609. Accuracy testing shows an accuracy of 88.24% for the top 3 and 4 ranking conditions, and it reaches 76.47% for the top 5 ranking conditions.

Keywords: DSS, Used Car, MOORA, Python

1. Pendahuluan

Produksi kendaraan bermotor di Indonesia merupakan elemen kunci untuk mencapai tujuan pembangunan ekonomi dan sosial yang lebih luas di negara ini. Pemerintah Indonesia berkomitmen pada industri otomotif terpadu, yang bertujuan untuk menjadi pusat manufaktur maju yang dapat mendukung pembangunan sosial-ekonomi negara. Mobil, sebagai salah satu alat transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia, merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan saat memilih moda transportasi pribadi. Keamanan dan kenyamanan harus dipertimbangkan terlebih dahulu saat memilih mobil.

Indonesia adalah pasar mobil terbesar di Asia Tenggara yang tumbuh dari 1,6 juta mobil baru yang terjual pada tahun 2009 menjadi 3,2 juta mobil baru pada tahun 2016 [1]. Pasar didominasi oleh mobil Jepang dan diikuti oleh merek Eropa. Tambahan 8,6 juta mobil bekas terjual selama periode yang sama [2]. Ketika mencari mobil, penting untuk menyeimbangkan

faktor harga, kenyamanan, dan keamanan. Mobil pertama sering kali merupakan yang paling sulit untuk dipilih, meskipun dalam hal ini pembeli harus mempertimbangkan dari berbagai sudut pandang, tidak hanya mobil apa yang nyaman tetapi juga aman dan memiliki harga jual kembali yang baik. Karena banyaknya pilihan dan harga yang beragam, pembeli bisa mendapatkan kendaraan yang mereka butuhkan atau bahkan lebih baik lagi mereka bisa memilih sesuai dengan kebutuhan mereka secara spesifik.

Untuk memilih kendaraan bekas yang paling cocok berdasarkan sejumlah faktor yang harus diperhatikan, penggunaan bimbingan dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas para pengambil keputusan dalam mencapai kesimpulan [3]. SPK terbukti sebagai alat berharga dalam memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang rumit, dengan mengandalkan pedoman pengambilan keputusan, model analitis, basis data yang luas, dan wawasan dari para pengambil keputusan [4].

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut, salah satunya adalah metode *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis* (MOORA). Metode MOORA adalah sistem multi objektif yang mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang saling bertentangan secara bersamaan, yang diperkenalkan oleh Brauers dan Zavadkas [5]. MOORA memiliki tingkat fleksibilitas dan kemudahan untuk dipahami dalam memisahkan subjektif dari suatu proses evaluasi ke dalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa atribut pengambilan keputusan [6]. Penelitian ini bertujuan mengetahui perhitungan manual, perancangan dan implementasi menggunakan bahasa pemrograman Python pada sistem pendukung keputusan pemilihan mobil bekas berkualitas menggunakan metode MOORA.

2. Metodologi Penelitian

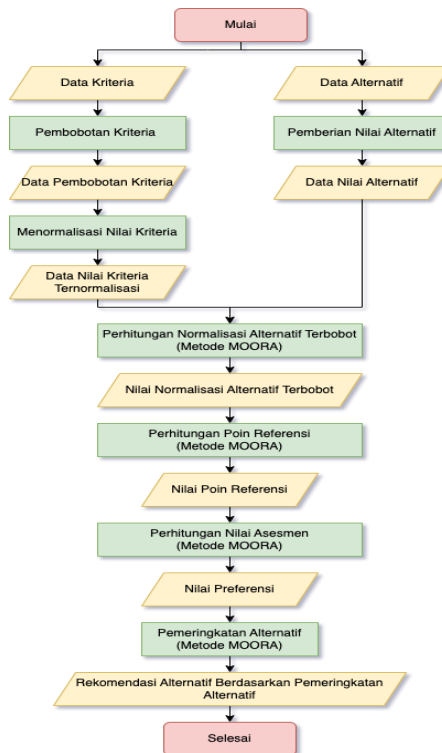
Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyelidikan ini mengikuti model CRISP-DM [7]. Permasalahan terkait data, seperti penambahan data dan sistem pendukung keputusan (DSS), ditangani secara efektif melalui pendekatan CRISP-DM, yang disesuaikan untuk menyelidiki dilema bisnis dan kondisi yang ada, melaksanakan modifikasi data yang relevan, dan merumuskan model yang mampu menilai efektivitas dan mendokumentasikan hasil yang diperoleh. Adapun tahapan CRISP-DM dalam penelitian ini, yaitu pemahaman bisnis (*business understanding*), pemahaman data (*data understanding*), persiapan data (*data preparation*), pemodelan (*modelling*), evaluasi (*evaluation*), hingga tahap penyebaran (*deployment*).

Fase awal, pemahaman bisnis, melibatkan penjelasan tujuan bisnis, melakukan analisis menyeluruh tentang konteks bisnis, dan menetapkan tujuan dari sistem pendukung keputusan. Fase ini membutuhkan pemahaman yang mendalam yang berasal dari menyelidiki observasi, melakukan wawancara, dan meninjau dokumen pendukung yang relevan dengan tujuan dan temuan penelitian. Dalam penyelidikan ini, dimulai dengan pemahaman yang teliti tentang studi kasus, khususnya identifikasi mobil bekas, diikuti dengan pemilihan metodologi sistem pendukung keputusan dan diakhiri dengan verifikasi keakuratan. Dalam mengidentifikasi mobil bekas, proses ini diawali dengan menganalisis isu lapangan, mendefinisikan tujuan penelitian, dan merancang strategi untuk mencapai tujuan tersebut. Beberapa opsi pengembangan untuk mengidentifikasi mobil bekas ditentukan dan diatur. Dengan memanfaatkan opsi-opsi ini, perhitungan dan prosedur peringkat dilaksanakan untuk menunjuk mobil bekas berkualitas tertinggi sebagai kandidat optimal. Selama fase pemahaman data, pengumpulan data dilakukan, diikuti oleh penelaahan data dan evaluasi kualitas data yang digunakan dalam penelitian. Untuk menggunakan metode MOORA secara efektif, kriteria yang sesuai dan data alternatif harus diperoleh. Terdapat 7 kriteria yang mencakup harga (K1), tahun produksi (K2), kapasitas mesin (K3), kapasitas penumpang (K4), pemeliharaan (K5), suku cadang (K6) dan layanan aftersales (K7).

Fase persiapan data mencakup pemilihan data yang relevan dan penghapusan data yang tidak relevan untuk diintegrasikan ke dalam komputasi sistem pendukung keputusan. Dalam fase ini, kriteria dan data alternatif dicari. Pencarian ini menghasilkan berbagai data nilai kriteria dan data alternatif yang digunakan dalam penelitian. Pada fase sebelumnya, beragam set data diperoleh untuk tujuan pemodelan. Data nilai alternatif mengalami normalisasi, menghasilkan data nilai alternatif yang terstandarisasi. Data pembobotan kriteria dan data alternatif yang dinormalisasi menjalani perhitungan untuk mendapatkan perhitungan nilai alternatif

terstandarisasi yang dibobot dan menghasilkan nilai preferensi. Dengan memanfaatkan metode MOORA, nilai-nilai preferensi ini digunakan untuk meranking data berdasarkan karakteristik masing-masing metode, dengan demikian mendapatkan data peringkat alternatif.

Perhitungan tersebut dapat menggunakan *spreadsheet* dan juga akan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman python. Mengingat fokus penelitian pada ilmu data sebagaimana dijelaskan dalam pernyataan masalah, tidak disebutkan kebutuhan untuk perangkat lunak seperti DFD, ERD, atau desain antarmuka pengguna. Bahasa pemrograman Python menggunakan pemrograman berbasis teks, dengan input data disediakan melalui ekstensi .xlsx atau .csv, dan menghasilkan visualisasi data yang mewakili pemilihan mobil bekas dengan menggunakan metode MOORA.



Gambar 1. Pemodelan Penelitian SPK Pemilihan Mobil Bekas Berkualitas Menggunakan Metode MOORA

Pada tahap evaluasi dilakukan pengujian berdasarkan nilai preferensi dan pemeringkatan pada perhitungan menggunakan metode MOORA. Pada tahap ini dilakukan analisis akurasi menggunakan *Confusion Matrix*. Uji akurasi bertujuan untuk mendapatkan akurasi terhadap hasil implementasi pada python dibandingkan dengan implementasi pada *spreadsheet* dan juga pada hasil kenyataan di lapangan.

3. Kajian Pustaka

3.1. Mobil Bekas

Kendaraan bekas, yang umumnya dikenal sebagai mobil bekas, adalah kendaraan yang telah dimiliki oleh individu atau entitas, baik secara pribadi maupun melalui perusahaan atau lembaga [8]. Transaksi penjualan kendaraan-kendaraan ini biasanya terjadi secara langsung antara pembeli dan penjual, atau melalui dealer mobil bekas yang sudah mapan. Rentang mobil bekas yang tersedia untuk dibeli mencakup berbagai merek, tahun produksi, dan harga, termasuk sedan, minibus, pikap, jeep, dan lain-lain. Calon pembeli melakukan penelitian mendalam tentang berbagai merek dan atribut-atributnya untuk menilai opsi yang tersedia sebelum membuat keputusan pembelian. Oleh karena itu, informasi yang dikumpulkan tentang jenis kendaraan, harga, jenis bahan bakar, dan kondisi mesin secara signifikan memengaruhi pilihan konsumen saat memilih mobil bekas [9]. Akibatnya, kecepatan dalam menerima informasi tersebut memainkan peran penting dalam membentuk proses pengambilan keputusan konsumen untuk

membeli mobil bekas. Proses membeli mobil bekas bisa menjadi menakutkan karena kecenderungan pembeli untuk mengabaikan aspek-aspek penting yang seharusnya dipertimbangkan sebelum melakukan pembelian [10]. Oleh karena itu, memiliki pemahaman yang jelas tentang kriteria untuk membeli mobil bekas sangat penting untuk memastikan kepuasan dengan kendaraan yang dibeli.

3.2. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merujuk pada alat berbasis komputer interaktif yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam menghadapi tantangan yang tidak terstruktur dan semi-terstruktur dengan memanfaatkan data dan model [11], [12], [13]. SPK beroperasi sebagai sistem yang berpusat pada model, menggabungkan prosedur pengolahan data dan pertimbangan untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial [14], [15], [16]. Pada dasarnya, SPK berfungsi sebagai platform terkomputerisasi yang mengubah data menjadi wawasan yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi masalah semi-terstruktur tertentu. Komponen utamanya meliputi manajemen data, manajemen model, komunikasi (melalui sub-sistem dialog), dan manajemen pengetahuan [17], [18]. Penting untuk dicatat, salah satu fitur khas SPK adalah kemampuannya untuk memulai tugas secara spontan dan menangani masalah yang tidak terduga dengan efektif [19].

3.3. Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis (MOORA)

Metode MOORA yang dikembangkan oleh Brauers dan Zavadkas, adalah pendekatan multi-obyektif yang bertujuan untuk mengoptimalkan beberapa atribut yang saling bertentangan secara simultan [20], [21]. Awalnya diimplementasikan oleh Brauers pada tahun 2004 dalam kerangka pengambilan keputusan multi-kriteria, metode ini telah menemukan aplikasi yang luas di berbagai domain termasuk manajemen, konstruksi, kontraktor, desain jalan, dan ekonomi [22]. Metode MOORA melibatkan proses optimisasi bersamaan untuk mengelola dua atau lebih tujuan yang bertentangan dalam batasan yang ditentukan [23].

Berikut ini merupakan keunggulan menggunakan metode MOORA berdasarkan hasil penelitian oleh Chakraborty [24].

- 1) Metode MOORA sangat mudah dipahami dan mudah diterapkan dengan perhitungan matematis yang sederhana.
- 2) Waktu komputasi menggunakan metode MOORA lebih singkat.
- 3) Proses perhitungan pada metode MOORA tidak dipengaruhi oleh penambahan parameter apapun, sehingga lebih stabil untuk permasalahan yang beragam.

Namun metode MOORA memiliki kelemahan untuk melakukan pembobotan kriteria karena tidak memiliki standar, sehingga pengambil keputusan hanya memberi pembobotan kriteria tanpa melalui proses perhitungan [23]. Metode MOORA terdiri dari lima langkah utama sebagai berikut [18]:

Menentukan matriks keputusan.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Melakukan normalisasi terhadap matriks X

$$X^*_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x^2_{ij}}} \quad (2)$$

Mengoptimalkan atribut (tanpa menggunakan bobot kriteria)

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

Apabila menyertakan bobot kriteria dalam pencarian yang ternormalisasi, maka menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Y_i = \sum_{j=1}^g W_j X^*_{ij} - \sum_{j=g+1}^n W_j X^*_{ij} \quad (4)$$

Nilai Yi bisa positif atau negatif tergantung dari jumlah maksimal (kriteria keuntungan/ *benefit*) dan minimal (kriteria kerugian/ *cost*) dalam matriks keputusan.

3.5. Python

Python, yang diciptakan oleh Guido van Rossum pada tahun 1989, merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang terkenal [25]. Terkenal dengan sintaksis yang jelas, Python memiliki aplikasi luas dalam pengembangan web, pembelajaran mesin, analisis data, dan lebih dari itu. Keluwesan Python ditingkatkan oleh beragamnya perpustakaan dan kerangka kerja, yang memudahkan pengembang dalam pembuatan aplikasi. Fungsionalitas Python meliputi *scripting*, pengembangan aplikasi *desktop* dan *web*, analisis data, pembelajaran mesin, interaksi dengan *database*, dan integrasi yang mulus dengan perangkat lunak lainnya. Anaconda, platform yang ditujukan untuk memfasilitasi kolaborasi dan peluncuran usaha ilmiah, memainkan peran penting dalam ekosistem ini. Di antara penawarannya, Anaconda Navigator muncul sebagai antarmuka grafis yang memberdayakan pengguna untuk menjalankan aplikasi dan mengelola paket-paket penting untuk eksplorasi data dan pembelajaran. Dalam Anaconda Navigator terdapat serangkaian aplikasi, termasuk yang terkenal yaitu Jupyter. Jupyter, sebuah perangkat lunak gratis, memungkinkan komputasi interaktif melintasi beberapa bahasa pemrograman.

3.6. Confusion Matrix

Confusion Matrix berfungsi sebagai metode penilaian yang menggunakan tabel matriks [26]. Ini beroperasi pada dataset yang menampilkan dua kelas yang berbeda, yaitu kelas positif dan kelas negatif. Dalam evaluasi menggunakan *Confusion Matrix*, nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall* dihasilkan [27]. Akurasi mencerminkan persentase data yang diklasifikasikan dengan benar oleh algoritma setelah pengujian terhadap hasil klasifikasi [28]. Presisi atau *confidence*, menunjukkan rasio kasus positif yang diprediksi yang benar-benar sesuai dengan instansi positif dalam data nyata. Sebaliknya, *recall*, juga dikenal sebagai *sensitivity*, menggambarkan rasio kasus positif yang diprediksi dengan benar di antara total instansi positif.

3.7. CRISP-DM

Model CRISP-DM secara luas diadopsi sebagai kerangka utama untuk mengembangkan proyek penambangan data dan mengungkap wawasan. Ini umumnya digunakan baik dalam penambangan data maupun SPK [29]. Model referensi CRISP-DM untuk *data mining* dan SPK dapat memberikan gambaran umum dari siklus hidup proyek data sains, seperti *data mining* dan SPK [15], [30], [31]. Ini berisi fase proyek, tugas masing-masing, dan hasilnya. CRISP-DM dipecah menjadi enam fase, yaitu pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi dan penyebarluasan [32], [33], [34].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penerapan Metode MOORA

Perhitungan dengan metode MOORA, dimulai dari menentukan matriks keputusan, melakukan normalisasi alternatif, mengoptimalkan atribut dan menghitung nilai preferensi hingga menentukan rekomendasi dengan pemeringkatan alternatif. Alternatif yang digunakan sebanyak 17 merk mobil bekas berbeda yang terdaftar pada dealer yang terdaftar. Beberapa dealer mobil bekas yang dilakukan sampel adalah Karna Motor yang beralamat di Jalan Raya Darmasaba, Badung; Wirantara Motor yang beralamat di Jalan Raya Mambal, Badung; dan MM Auto Mobil yang beralamat di Jalan Raya Kapal No 22, Badung. Nilai pembobotan kriteria didapatkan dari oleh 3 calon pembeli mobil bekas. Nilai Alternatif yang digunakan pada SPK dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai Pembobotan Kriteria oleh Ketiga Narasumber Beserta *Geometric Mean* dan Rasio Normalisasinya ditampilkan pada Tabel 2. Rasio Pembobotan Kriteria Berdasarkan *Geometric Mean* Ternormalisasi ditampilkan pada Gambar 2.

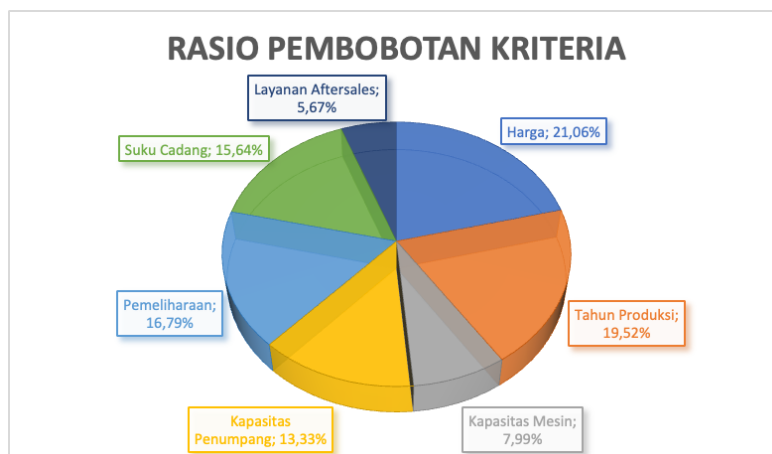
Tabel 1. Nilai Alternatif yang digunakan pada SPK

No	Kode Alternatif	Mobil Bekas	Kode Kriteria						
			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
1	Mbl01	BMW 320i 2.0 F30 Sport Bensin-AT (Alpine White / Putih)	329	13	1997	5	5	11	11

No	Kode Alternatif	Mobil Bekas	Kode Kriteria						
			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
2	Mbl02	Daihatsu Terios 1.5 TX Adventure Bensin-MT (Icy White / Putih)	150	13	1495	7	8,5	12	8,5
3	Mbl03	Daihatsu Xenia 1.3 R Sporty Bensin-MT (Ice White / Putih)	183	19	1500	7	7,5	12,5	7
4	Mbl04	Ford Fiesta 1.0 EcoBoost S Bensin-AT (Frozen White / Putih)	139	14	1500	5	6,5	11	5,5
5	Mbl05	Honda CRV 1.5 Turbo Bensin-AT (White Orchid Pearl / Putih)	405	19	2354	5	8,5	11	11,5
6	Mbl06	Honda HRV 1.8 Prestige Bensin-AT (Lunar Silver Metallic / Silver)	255	18	1500	5	7,5	12	13
7	Mbl07	Honda Jazz GK-AT (White Orchid Pearl / Putih)	205	15	1500	5	7,5	12	10
8	Mbl08	Mitsubishi Pajero Sport 2.4 Dakar 4x2 Solar-AT (Diamond Black Mica / Hitam)	475	19	2442	7	7,5	11	11,5
9	Mbl09	Mitsubishi Xpander 1.5 Cross Premium Package Bensin-AT (Black / Hitam)	265	21	1499	7	7,5	12	13
10	Mbl10	Suzuki APV 1.5 Luxury Bensin-MT (Cool Black Metallic / Hitam)	110	12	1490	9	8,5	12	7
11	Mbl11	Suzuki Ertiga 1.4 GL Bensin-MT (Burgundy Red Metallic / Merah)	130	14	1373	7	8,5	13	8,5
12	Mbl12	Suzuki Ignis 1.2 GX AGS Bensin-AT (Arctic White Pearl / Putih)	168	22	1197	5	7,5	12	10
13	Mbl13	Toyota Avanza 1.3 G Bensin-MT (White / Putih)	165	18	1500	7	8,5	12	8,5
14	Mbl14	Toyota Fortuner 2.5 G TRD Solar-AT (Super White / Putih)	205	11	2982	7	7,5	11	11,5
15	Mbl15	Toyota Kijang Innova 2.0 V Bensin-AT (Attitude Black / Hitam)	269	18	2393	8	8,5	12	10
16	Mbl16	Toyota Raize 1.0 GR Sport Two Tone Bensin-AT (Red Black / Merah-Hitam)	239	22	1200	5	7,5	12	13
17	Mbl17	Toyota Yaris 1.5 TRD Sportivo Bensin-AT (Super White / Putih)	190	16	1497	5	7,5	11	10

Tabel 2. Nilai Pembobotan Kriteria oleh Ketiga Narasumber Beserta *Geometric Mean* dan Rasio Normalisasinya

No	Narasumber	Kriteria							Jumlah
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	
1	Pembeli 01	90	85	30	50	65	70	20	410
2	Pembeli 02	90	80	35	65	75	75	25	445
3	Pembeli 03	95	90	40	60	80	60	30	455
	<i>Geometric Mean</i>	91,64	84,90	34,76	57,99	73,06	68,04	24,66	435,05
	Rasio Normalisasi Pembobotan (%)	21,06%	19,52%	7,99%	13,33%	16,79%	15,64%	5,67%	100%



Gambar 2. Rasio Pembobotan Kriteria

Berdasarkan data alternatif tersebut, dapat dihitung normalisasi alternatifnya menggunakan metode MOORA. Normalisasi metode MOORA pada kondisi *benefit* maupun *cost*, dilakukan dengan cara membagi nilai kriteria dengan nilai akar kuadrat dari jumlah seluruh nilai kolomnya dikuadratkan. Contoh normalisasi pada alternatif Mbl01, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt[2]{\sum(x_j^2)}}$$

$$r_{11} = \frac{329}{\sqrt[2]{\sum(329^2;150^2;...;239^2;190^2)}} = \frac{329}{\sqrt[2]{1042532}} = \frac{329}{1021,04} = 0,3222$$

$$r_{12} = \frac{13}{\sqrt[2]{\sum(13^2;13^2;...;22^2;16^2)}} = \frac{13}{\sqrt[2]{4911}} = \frac{2013}{70,08} = 0,1855$$

$$r_{13} = \frac{1997}{\sqrt[2]{\sum(1997^2;1495^2;...;1200^2;1497^2)}} = \frac{1997}{\sqrt[2]{55062535}} = \frac{1997}{7420,41} = 0,2691$$

$$r_{14} = \frac{5}{\sqrt[2]{\sum(5^2;7^2;...;5^2;5^2)}} = \frac{5}{\sqrt[2]{688}} = \frac{5}{26,23} = 0,1906$$

$$r_{15} = \frac{5}{\sqrt[2]{\sum(5^2;8,5^2;...;7,5^2;7,5^2)}} = \frac{5}{\sqrt[2]{1007}} = \frac{5}{31,73} = 0,1576$$

$$r_{16} = \frac{11}{\sqrt[2]{\sum(11^2;12^2;...;12^2;11^2)}} = \frac{11}{\sqrt[2]{2347,25}} = \frac{11}{48,45} = 0,2270$$

$$r_{17} = \frac{11}{\sqrt[2]{\sum(11^2;8,5^2;...;13^2;10^2)}} = \frac{11}{\sqrt[2]{1769,75}} = \frac{11}{42,07} = 0,2615$$

Untuk alternatif selanjutnya menggunakan formula yang sama sehingga menghasilkan nilai normalisasi alternatif yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data Normalisasi Alternatif

No	Kode Alternatif	Kriteria						
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
1	Mbl01	0,3222	0,1855	0,2691	0,1906	0,1576	0,2270	0,2615
2	Mbl02	0,1469	0,1855	0,2015	0,2669	0,2679	0,2477	0,2021
3	Mbl03	0,1792	0,2711	0,2021	0,2669	0,2363	0,2580	0,1664
4	Mbl04	0,1361	0,1998	0,2021	0,1906	0,2048	0,2270	0,1307
5	Mbl05	0,3967	0,2711	0,3172	0,1906	0,2679	0,2270	0,2734
6	Mbl06	0,2497	0,2569	0,2021	0,1906	0,2363	0,2477	0,3090

No	Kode Alternatif	Kriteria						
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
7	Mbl07	0,2008	0,1998	0,2021	0,1906	0,2363	0,2477	0,2377
8	Mbl08	0,4652	0,2711	0,3291	0,2669	0,2363	0,2270	0,2734
9	Mbl09	0,2595	0,2997	0,2020	0,2669	0,2363	0,2477	0,3090
10	Mbl10	0,1077	0,1712	0,2008	0,3431	0,2679	0,2477	0,1664
11	Mbl11	0,1273	0,1998	0,1850	0,2669	0,2679	0,2683	0,2021
12	Mbl12	0,1645	0,3139	0,1613	0,1906	0,2363	0,2477	0,2377
13	Mbl13	0,1616	0,2569	0,2021	0,2669	0,2679	0,2477	0,2021
14	Mbl14	0,2008	0,1570	0,4019	0,2669	0,2363	0,2270	0,2734
15	Mbl15	0,2635	0,2569	0,3225	0,3050	0,2679	0,2477	0,2377
16	Mbl16	0,2341	0,3139	0,1617	0,1906	0,2363	0,2477	0,3090
17	Mbl17	0,1861	0,2283	0,2017	0,1906	0,2363	0,2270	0,2377

Setelah mendapatkan nilai normalisasi alternatif, dilanjutkan dengan perhitungan nilai preferensi. Contoh perhitungan nilai preferensi pada alternatif 1, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut.

$$Y_1 = \sum_{j=1}^g W_j X^*_{ij} - \sum_{j=g+1}^n W_j X^*_{ij}$$

$$Y_1 = \left(\sum (19,52\% \times 0,1855); (7,99\% \times 0,2691); (13,33\% \times 0,1906); (16,79\% \times 0,1576); (15,64\% \times 0,2270); (5,67\% \times 0,2615); \right) - \left(\sum (21,06\% \times 0,3222); \right)$$

$$Y_1 = \left(\sum (0,0362); (0,0215); (0,0254); (0,0265); (0,0355); (0,0148); \right) - (0,0679)$$

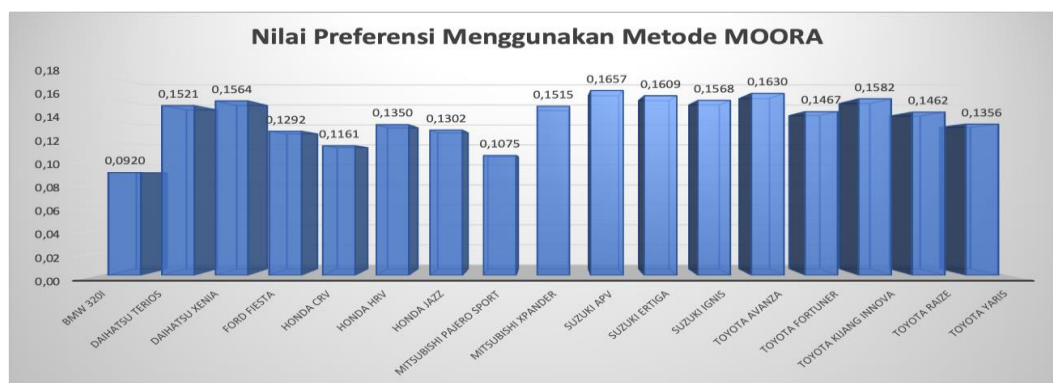
$$Y_1 = 0,1599 - 0,0679 = 0,0920$$

Untuk alternatif selanjutnya menggunakan formula yang sama sehingga menghasilkan nilai preferensi dan perangkingan yang ditampilkan pada Tabel 4, dan grafik nilai preferensi ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 4 Nilai Preferensi dan Perangkingan Menggunakan MOORA

No	Kode Alternatif	Mobil Bekas	Nilai Preferensi	Peringkat
1	Mbl01	BMW 320i 2.0 F30 Sport Bensin-AT (Alpine White / Putih)	0,0920	Ranking ke-17 / 17
2	Mbl02	Daihatsu Terios 1.5 TX Adventure Bensin-MT (Icy White / Putih)	0,1521	Ranking ke-7 / 17
3	Mbl03	Daihatsu Xenia 1.3 R Sporty Bensin-MT (Ice White / Putih)	0,1564	Ranking ke-6 / 17
4	Mbl04	Ford Fiesta 1.0 EcoBoost S Bensin-AT (Frozen White / Putih)	0,1292	Ranking ke-14 / 17
5	Mbl05	Honda CRV 1.5 Turbo Bensin-AT (White Orchid Pearl / Putih)	0,1161	Ranking ke-15 / 17
6	Mbl06	Honda HRV 1.8 Prestige Bensin-AT (Lunar Silver Metallic / Silver)	0,1350	Ranking ke-12 / 17
7	Mbl07	Honda Jazz GK-AT (White Orchid Pearl / Putih)	0,1302	Ranking ke-13 / 17
8	Mbl08	Mitsubishi Pajero Sport 2.4 Dakar 4x2 Solar-AT (Diamond Black Mica / Hitam)	0,1075	Ranking ke-16 / 17
9	Mbl09	Mitsubishi Xpander 1.5 Cross Premium Package Bensin-AT (Black / Hitam)	0,1515	Ranking ke-8 / 17

No	Kode Alternatif	Mobil Bekas	Nilai Preferensi	Peringkat
10	Mbl10	Suzuki APV 1.5 Luxury Bensin-MT (Cool Black Metallic / Hitam)	0,1657	Ranking ke-1 / 17
11	Mbl11	Suzuki Ertiga 1.4 GL Bensin-MT (Burgundy Red Metallic / Merah)	0,1609	Ranking ke-3 / 17
12	Mbl12	Suzuki Ignis 1.2 GX AGS Bensin-AT (Arctic White Pearl / Putih)	0,1568	Ranking ke-5 / 17
13	Mbl13	Toyota Avanza 1.3 G Bensin-MT (White / Putih)	0,1630	Ranking ke-2 / 17
14	Mbl14	Toyota Fortuner 2.5 G TRD Solar-AT (Super White / Putih)	0,1467	Ranking ke-9 / 17
15	Mbl15	Toyota Kijang Innova 2.0 V Bensin-AT (Atitude Black / Hitam)	0,1582	Ranking ke-4 / 17
16	Mbl16	Toyota Raize 1.0 GR Sport Two Tone Bensin-AT (Red Black / Merah-Hitam)	0,1462	Ranking ke-10 / 17
17	Mbl17	Toyota Yaris 1.5 TRD Sportivo Bensin-AT (Super White / Putih)	0,1356	Ranking ke-11 / 17



Gambar 3. Grafik Nilai Preferensi Menggunakan MOORA

4.2. Hasil Penerapan Menggunakan Python

SPK pemilihan mobil bekas berkualitas menggunakan metode MOORA, yang sebelumnya telah diterapkan pada perhitungan manual dan *spreadsheet*, juga diterapkan pada bahasa pemrograman Python. Beberapa tahap yang dilakukan penerapan adalah import library, memasukkan data excel (.xls / .xlsx) dan menampilkan data kriteria dan alternatif, normalisasi bobot kriteria, menampilkan pie chart untuk bobot kriteria ternormalisasi, normalisasi nilai alternatif dan menampilkan data, melakukan perhitungan normalisasi alternatif terbobot dan menampilkan data, melakukan perhitungan nilai preferensi dan menampilkan data, pemeringkatan hasil rekomendasi dan menampilkan data, hingga penerapan terakhir pada bagian menampilkan nilai preferensi dalam bar chart. Penerapan yang dilakukan menggunakan software Anaconda Navigator versi 2.5.0, dan Jupyter Lab versi 3.6.3. Berikut adalah beberapa tampilan pada Python terkait penerapan metode MOORA.

Tabel 1. Data Kriteria

	Kode_Kriteria	Nama_Kriteria	Atribut_Kriteria	Bobot_Kriteria
0	K1	Harga	Cost	91.636721
1	K2	Tahun Produksi	Benefit	84.901847
2	K3	Kapasitas Mesin	Benefit	34.760266
3	K4	Kapasitas Penumpang	Benefit	57.988900
4	K5	Pemeliharaan	Benefit	73.061436
5	K6	Suku Cadang	Benefit	68.040921
6	K7	Layanan Aftersales	Benefit	24.662121

Gambar 4. Hasil *Execute Coding* Python untuk *Import data spreadsheet* untuk Nilai Kriteria

Tabel 2. Data Alternatif

Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
0	Mbl01	BMW 320i	329	13	1997	5	5.0	11.0
1	Mbl02	Daihatsu Terios	150	13	1495	7	8.5	12.0
2	Mbl03	Daihatsu Xenia	183	19	1500	7	7.5	12.5
3	Mbl04	Ford Fiesta	139	14	1500	5	6.5	11.0
4	Mbl05	Honda CRV	405	19	2354	5	8.5	11.0
...
12	Mbl13	Toyota Avanza	165	18	1500	7	8.5	12.0
13	Mbl14	Toyota Fortuner	205	11	2982	7	7.5	11.0
14	Mbl15	Toyota Kijang Innova	269	18	2393	8	8.5	12.0
15	Mbl16	Toyota Raize	239	22	1200	5	7.5	12.0
16	Mbl17	Toyota Yaris	190	16	1497	5	7.5	11.0

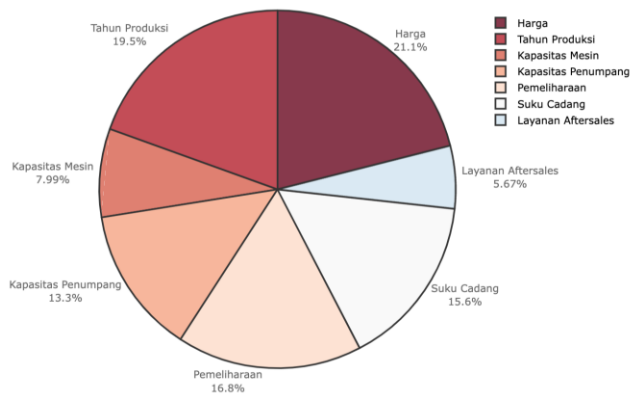
Gambar 5. Hasil *Excecute Coding Python* untuk *Import data spreadsheet* untuk Alternatif

Tabel 3. Normalisasi Data Kriteria

Kode_Kriteria	Nama_Kriteria	Atribut_Kriteria	Bobot_Kriteria
0	K1	Harga	0.210634
1	K2	Tahun Produksi	0.195153
2	K3	Kapasitas Mesin	0.079899
3	K4	Kapasitas Penumpang	0.133292
4	K5	Pemeliharaan	0.167937
5	K6	Suku Cadang	0.156397
6	K7	Layanan Aftersales	0.056688

Gambar 6. Hasil *Excecute Coding Python* untuk Normalisasi Bobot Kriteria

Gambar 1. Grafik Pembobotan Kriteria Ternormalisasi



Gambar 7. Hasil *Excecute Coding Python* untuk Menampilkan *Pie chart* Bobot Kriteria Ternormalisasi

Tabel 4. Tabel Normalisasi Data Alternatif

Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
0	Mbl01	BMW 320i	0.32222	0.18551	0.26912	0.19062	0.15756	0.22705
1	Mbl02	Daihatsu Terios	0.14691	0.18551	0.20147	0.26687	0.26786	0.24769
2	Mbl03	Daihatsu Xenia	0.17923	0.27112	0.20215	0.26687	0.23635	0.25801
3	Mbl04	Ford Fiesta	0.13614	0.19978	0.20215	0.19062	0.20483	0.22705
4	Mbl05	Honda CRV	0.39665	0.27112	0.31723	0.19062	0.26786	0.22705
...
12	Mbl13	Toyota Avanza	0.16160	0.25685	0.20215	0.26687	0.26786	0.24769
13	Mbl14	Toyota Fortuner	0.20077	0.15697	0.40186	0.26687	0.23635	0.22705
14	Mbl15	Toyota Kijang Innova	0.26346	0.25685	0.32249	0.30500	0.26786	0.24769
15	Mbl16	Toyota Raize	0.23407	0.31393	0.16172	0.19062	0.23635	0.24769
16	Mbl17	Toyota Yaris	0.18608	0.22832	0.20174	0.19062	0.23635	0.22705

17 rows x 9 columns

Gambar 8. Hasil *Excecute Coding Python* untuk Perhitungan Normalisasi Data Alternatif

Tabel 5. Tabel Normalisasi Data Alternatif Terbobot

	Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	K1	K2	K3	...	K5	K6	K7	SUM_Benefit	SUM_Cost
0	Mbl01	BMW 320i	0.06787	0.03620	0.02150	...	0.02646	0.03551	0.01482	0.15991	0.06787
1	Mbl02	Daihatsu Terios	0.03094	0.03620	0.01610	...	0.04498	0.03874	0.01145	0.18305	0.03094
2	Mbl03	Daihatsu Xenia	0.03775	0.05291	0.01615	...	0.03969	0.04035	0.00943	0.19411	0.03775
3	Mbl04	Ford Fiesta	0.02867	0.03899	0.01615	...	0.03440	0.03551	0.00741	0.15787	0.02867
4	Mbl05	Honda CRV	0.08355	0.05291	0.02535	...	0.04498	0.03551	0.01550	0.19965	0.08355
...
12	Mbl13	Toyota Avanza	0.03404	0.05013	0.01615	...	0.04498	0.03874	0.01145	0.19702	0.03404
13	Mbl14	Toyota Fortuner	0.04229	0.03063	0.03211	...	0.03969	0.03551	0.01550	0.18901	0.04229
14	Mbl15	Toyota Kijang Innova	0.05549	0.05013	0.02577	...	0.04498	0.03874	0.01348	0.21374	0.05549
15	Mbl16	Toyota Raize	0.04930	0.06127	0.01292	...	0.03969	0.03874	0.01752	0.19554	0.04930
16	Mbl17	Toyota Yaris	0.03920	0.04456	0.01612	...	0.03969	0.03551	0.01348	0.17476	0.03920

17 rows x 11 columns

Gambar 9. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Perhitungan Normalisasi Alternatif Terbobot

Tabel 6. Tabel Nilai Preferensi

	Nama_Alternatif	Nilai_Preferensi
0	BMW 320i	0.09204
1	Daihatsu Terios	0.15210
2	Daihatsu Xenia	0.15636
3	Ford Fiesta	0.12919
4	Honda CRV	0.11611
...
12	Toyota Avanza	0.16299
13	Toyota Fortuner	0.14672
14	Toyota Kijang Innova	0.15825
15	Toyota Raize	0.14624
16	Toyota Yaris	0.13556

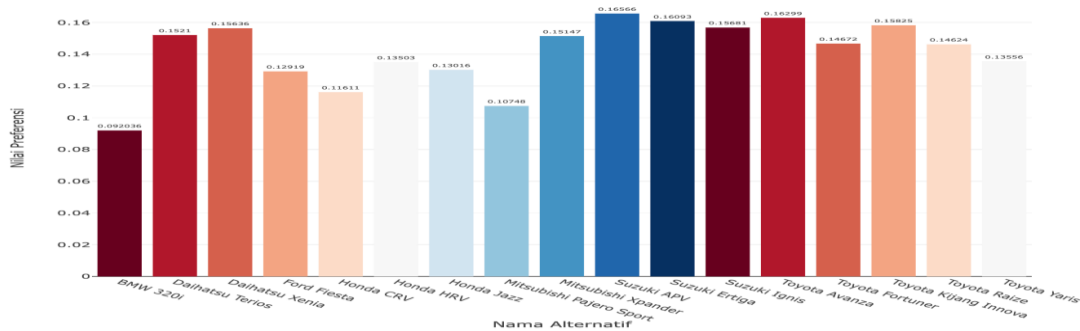
17 rows x 2 columns

Tabel 7. Tabel Nilai Preferensi dan Ranking

	Nama_Alternatif	Nilai_Preferensi	Ranking
9	Suzuki APV	0.16566	1.0
12	Toyota Avanza	0.16299	2.0
10	Suzuki Ertiga	0.16093	3.0
14	Toyota Kijang Innova	0.15825	4.0
11	Suzuki Ignis	0.15681	5.0
2	Daihatsu Xenia	0.15636	6.0
1	Daihatsu Terios	0.15210	7.0
8	Mitsubishi Xpander	0.15147	8.0
13	Toyota Fortuner	0.14672	9.0
15	Toyota Raize	0.14624	10.0
16	Toyota Yaris	0.13556	11.0
5	Honda HRV	0.13503	12.0
6	Honda Jazz	0.13016	13.0
3	Ford Fiesta	0.12919	14.0
4	Honda CRV	0.11611	15.0
7	Mitsubishi Pajero Sport	0.10748	16.0
0	BMW 320i	0.09204	17.0

Gambar 10. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Perhitungan Nilai Preferensi dan Ranking

Gambar 2. Nilai Preferensi Menggunakan Metode MOORA



Gambar 11. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Menampilkan *Bar Chart* Hasil Nilai Rekomendasi

4.3. Hasil Pengujian

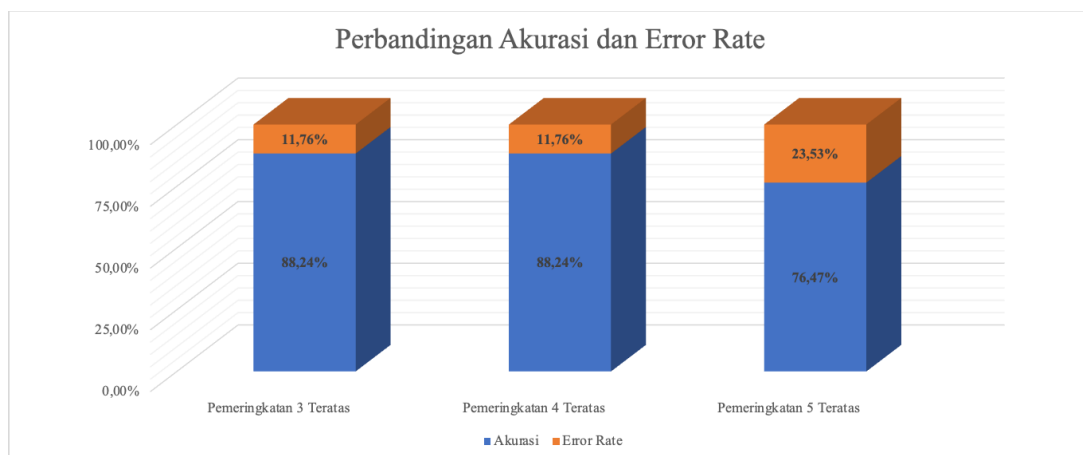
Berdasarkan 17 data karyawan yang diberikan oleh ketiga dealer mobil bekas, pembeli hanya memilih 3 mobil yang paling berpotensi untuk dibeli. Pengujian akan menggunakan *Confusion Matrix* untuk melihat kesesuaian hasil dari perhitungan menggunakan penerapan SPK dibandingkan dengan data pilihan dari calon pembeli. Data pemeringkatan antara hasil berdasarkan SPK dan calon pembeli, ditampilkan pada tabel 5, sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pemeringkatan Berdasarkan SPK dan *Stakeholders*

No	Mobil Bekas	Hasil Pemeringkatan (SPK)	Hasil Pemeringkatan (Pembeli)
1	BMW 320i 2.0 F30 Sport Bensin-AT (Alpine White / Putih)	17	-

No	Mobil Bekas	Hasil Pemeringkatan (SPK)	Hasil Pemeringkatan (Pembeli)
2	Daihatsu Terios 1.5 TX Adventure Bensin-MT (Icy White / Putih)	7	5
3	Daihatsu Xenia 1.3 R Sporty Bensin-MT (Ice White / Putih)	6	3
4	Ford Fiesta 1.0 EcoBoost S Bensin-AT (Frozen White / Putih)	14	-
5	Honda CRV 1.5 Turbo Bensin-AT (White Orchid Pearl / Putih)	15	-
6	Honda HRV 1.8 Prestige Bensin-AT (Lunar Silver Metallic / Silver)	12	-
7	Honda Jazz GK-AT (White Orchid Pearl / Putih)	13	-
8	Mitsubishi Pajero Sport 2.4 Dakar 4x2 Solar-AT (Diamond Black Mica / Hitam)	16	-
9	Mitsubishi Xpander 1.5 Cross Premium Package Bensin-AT (Black / Hitam)	8	-
10	Suzuki APV 1.5 Luxury Bensin-MT (Cool Black Metallic / Hitam)	1	1
11	Suzuki Ertiga 1.4 GL Bensin-MT (Burgundy Red Metallic / Merah)	3	2
12	Suzuki Ignis 1.2 GX AGS Bensin-AT (Arctic White Pearl / Putih)	5	-
13	Toyota Avanza 1.3 G Bensin-MT (White / Putih)	2	4
14	Toyota Fortuner 2.5 G TRD Solar-AT (Super White / Putih)	9	-
15	Toyota Kijang Innova 2.0 V Bensin-AT (Attitude Black / Hitam)	4	-
16	Toyota Raize 1.0 GR Sport Two Tone Bensin-AT (Red Black / Merah-Hitam)	10	-
17	Toyota Yaris 1.5 TRD Sportivo Bensin-AT (Super White / Putih)	11	-

Data yang diberikan dari pembeli terhadap pemeringkatan hanya sampai 5 mobil bekas pilihannya saja, sedangkan lainnya tidak diberikan peringkat pasti. Untuk dapat menggunakan *Confusion Matrix*, penilaian akan menggunakan margin 3 teratas hingga 5 teratas dalam membandingkan pemeringkatan, untuk selanjutnya dimasukkan kedalam tabel *Confusion Matrix*. Pemeringkatan yang tidak diberikan oleh stakeholders akan diberikan nilai 17. Dengan menggunakan *Confusion Matrix*, dihitunglah hasil akurasi dan *error rate* untuk masing-masing pengujian, dengan hasil yang dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 12. Perbandingan Hasil Akurasi dan *Error rate* Antara Pemeringkatan 3 Teratas, 4 Teratas dan 5 Teratas.

4.4. Hasil Pembahasan

Dalam SPK pemilihan mobil bekas berkualitas menggunakan metode MOORA, telah dapat diterapkan dengan baik. Penelitian ini telah menghasilkan hasil optimal dalam pengumpulan data, penerapan metode MOORA secara manual pada *spreadsheet*, pelaksanaan metode MOORA dalam pemrograman Python, dan melakukan penilaian akurasi menggunakan *Confusion Matrix*. Mengenai tahapan implementasi pemrograman Python, temuan yang menyeluruh telah diperoleh mengenai aplikasi metode MOORA. Pemrograman Python memungkinkan untuk memperluas kriteria dan alternatif yang tersedia, dan juga memungkinkan penyesuaian dengan lebih banyak pengambil keputusan dalam sistem. Namun, meskipun menggunakan Python, para peneliti belum menilai efektivitas program yang dihasilkan untuk menentukan efisiensinya atau mengidentifikasi potensi ketidakefisienan.

Mengenai pengujian *Confusion Matrix*, telah dilakukan dengan cermat. Hasil pengujian mengungkapkan tingkat akurasi sebesar 88,24% untuk peringkat teratas 3 dan teratas 4. Namun, untuk peringkat teratas 5, akurasi menurun menjadi 76,47% karena disparitas antara hasil sistem dan pembeli mobil bekas sebenarnya. Terutama, dalam peringkat teratas 3, "Toyota Avanza" menempati peringkat ketiga oleh sistem pengambil keputusan tetapi tidak masuk dalam tiga pilihan teratas bagi pembeli. Sebaliknya, "Daihatsu Xenia" menempati peringkat ketiga di antara pembeli tetapi keenam dalam sistem pengambil keputusan. Demikian pula, dalam peringkat teratas 4, "Toyota Kijang Innova" ditempatkan keempat oleh sistem tetapi tidak masuk dalam empat pilihan teratas bagi pembeli. Namun, "Toyota Avanza" termasuk dalam kedua daftar tersebut. Jumlah true positives dan true negatives tetap konsisten di seluruh peringkat tersebut.

Dalam skenario dunia nyata, pembeli yang mencari mobil bekas untuk perjalanan mengutamakan ketersediaan, usia yang relatif muda, dan kemudahan perawatan. "Suzuki APV" muncul sebagai pilihan yang stabil, sementara "Toyota Avanza" dan "Suzuki Ertiga" juga merupakan pilihan menarik bagi pembeli.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai SPK pemilihan mobil bekas berkualitas menggunakan metode MOORA, telah dilaksanakan dengan baik, dan memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan oleh Peneliti. Temuan kunci dari studi ini meliputi perhitungan manual yang efektif untuk DSS Pemilihan Mobil Bekas Berkualitas melalui metode MOORA, yang dilakukan menggunakan *spreadsheet*. Dalam perhitungan manual ini yang melibatkan tiga calon pembeli mobil bekas, 7 kriteria yang telah ditetapkan diberi bobot, mengevaluasi 17 mobil bekas berdasarkan kriteria tersebut. Di antara calon pembeli, kriteria utama, yaitu harga, mendapatkan bobot tertinggi sebesar 21.06%. Dengan menggunakan metode MOORA, perhitungan menunjukkan bahwa mobil bekas yang direkomendasikan di antara tiga *dealer* yang disurvei adalah "Suzuki APV" dengan skor 0.1657, diikuti oleh "Toyota Avanza" dengan 0.1630, dan "Suzuki Ertiga" dengan 0.1609. Peringkat tiga teratas ini penting bagi calon pembeli yang bermaksud menggunakan kendaraan untuk keperluan bisnis dalam layanan perjalanan pariwisata. Selain itu, SPK pemilihan mobil bekas berkualitas menggunakan metode MOORA berhasil diuji menggunakan bahasa pemrograman Python, dengan hasil yang konsisten dengan perhitungan manual di setiap tahapnya. Pengujian melibatkan *Confusion Matrix*, yang menunjukkan akurasi sebesar 88.24% untuk tiga peringkat teratas dan empat, dan 76.47% untuk lima peringkat teratas, bila dibandingkan dengan peringkat yang diberikan oleh calon pembeli mobil bekas.

Daftar Pustaka

- [1] KOMPAS.com, "2013, Produksi Mobil Indonesia 1,6 Juta Unit," KOMPAS.com. Diakses: 25 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://otomotif.kompas.com/read/xml/2012/08/28/3823/2013.produksi.mobil.indonesia.1.6.juta.unit>
 - [2] T. J. Putra, "Ini Dia Perkembangan Penjualan Mobil Bekas di OLX," Grid Oto. Diakses: 25 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.gridoto.com/read/221007667/ini-dia-perkembangan-penjualan-mobil-bekas-di-olx>
-

- [3] G. S. Mahendra, "SPK Penerima Bantuan Sosial Menggunakan Metode BWM-SAW dengan Metodologi Team Data Science Process (TDSP)," *SINTECH*, vol. 5, no. 2, hlm. 181–190, Okt 2022, doi: 10.31598/sintechjournal.v5i2.983.
- [4] Ardiansyah dkk., *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024.
- [5] W. K. M. Brauers, "Multi-objective Seaport Planning by MOORA Decision Making," *Ann Oper Res*, vol. 206, no. 1, hlm. 39–58, Jul 2013, doi: 10.1007/s10479-013-1314-7.
- [6] W. Brauers, "Location Theory and Multi-Criteria Decision Making : An Application of the MOORA Method," *IDEAS*, vol. 12, no. 3, hlm. 241–252, 2018, doi: 10.5709/ce.1897-9254.275.
- [7] R. Wirth dan J. Hipp, "CRISP-DM : Towards a Standard Process Model for Data Mining," *Semantic Scholar*, vol. 1, no. 24959, hlm. 1–11, 2000.
- [8] I. Syahputra, "Analisis Perkiraan Harga Mobil LCGC Bekas Pasca Pandemi Covid-19 dengan Fuzzy Mamdani di Kota Langsa," *JETI*, vol. 3, no. 2, hlm. 1–6, 2022, doi: 10.5201/jet.v3i2.291.
- [9] G. Gushelmi dan D. Guswandi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Bekas Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process," *JTEKSIS*, vol. 3, no. 2, hlm. 380–386, Jul 2021, doi: 10.47233/jteksis.v3i2.259.
- [10] D. R. Nababan, P. Lestari, dan N. Rizka, "Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Mobil Bekas Dengan Menerapkan Metode VIKOR," dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi*, 2018, hlm. 552–559. [Daring]. Tersedia pada: <http://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/article/view/81>
- [11] Y. Khadaffi dan W. Kurnia, "Aplikasi Smart School untuk Kebutuhan Guru di Era New Normal (Studi Kasus : SMA Negeri 1 Krui)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, hlm. 15–23, Jun 2021, doi: 10.33365/jtsi.v2i2.866.
- [12] G. S. Mahendra dan I. P. Y. Indrawan, "Metode AHP-TOPSIS Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penempatan ATM," *JST*, vol. 9, no. 2, hlm. 130–142, Okt 2020, doi: 10.23887/jst-undiksha.v9i2.24592.
- [13] G. S. Mahendra, A. Lee, dan G. D. S. Muni, "Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode FUCOM-MOORA untuk Penentuan Maskapai Favorit," *SISTEMASI*, vol. 10, no. 3, hlm. 562–574, Okt 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i3.1386.
- [14] R. Syaputra dan A. Budiman, "Pengembangan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan (Studi Kasus: SMAN 1 Gedong Tataan)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, hlm. 89–101, 2021, doi: 10.33365/jtsi.v2i3.878.
- [15] G. S. Mahendra, P. G. S. C. Nugraha, N. W. Wardani, dan N. M. M. R. Desmayani, "Pemilihan Penerima Pinjaman Koperasi pada Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan FUCOM-COPRAS," *JMTI*, vol. 12, no. 1, hlm. 15–20, Mei 2022, doi: 10.5281/zenodo.6508985.
- [16] G. S. Mahendra dan N. K. A. P. Sari, "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode AHP-VIKOR dalam Penentuan Pengembangan Ekowisata Pedesaan," dalam *Prosiding Seminar Nasional FTIS, UNHI 2019. Agro-Ekosistem: Manajemen Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Bijaksana*, Sep 2019, hlm. 15–34.
- [17] G. S. Mahendra dan I. G. B. Subawa, "Perancangan Metode AHP-WASPAS Pada Sistem Pendukung Keputusan Penempatan ATM," dalam *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-10*, Singaraja, Sep 2019, hlm. 122–128.
- [18] I. G. Hendrayana dan G. S. Mahendra, "Perancangan Metode AHP-MOORA Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Paket Wisata," dalam *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-10*, Singaraja, Sep 2019, hlm. 143–149.
- [19] G. S. Mahendra dkk., *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [20] A. Putra, D. H. Zulfikar, dan A. I. Alfresi, "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Pegawai pada PADM Martapura Oku Timur Menggunakan Metode MOORA," *JDTI*, vol. 3, no. 1, hlm. 1–7, Mar 2020, doi: 10.32502/digital.v3i1.2419.
- [21] D. Assrani, N. Huda, R. Sidabutar, I. Saputra, dan O. K. Sulaiman, "Penentuan Penerima Bantuan Siswa Miskin Menerapkan Metode Multi Objective Optimization on The Basis of Ratio Analysis (MOORA)," *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, vol. 5, no. 1, hlm. 1–5, 2018, doi: 10.30865/jurikom.v5i1.561.
-

- [22] D. M. El Faritsi, D. Saripurna, dan I. Mariami, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Tenaga Pengajar Menggunakan Metode MOORA," *j. sist. inf. trig. dhar. JURSI TGD*, vol. 1, no. 4, hlm. 239–249, Jul 2022, doi: 10.53513/jursi.v1i4.4948.
- [23] G. S. Mahendra, I. W. W. Karsana, dan A. A. I. I. Paramitha, "DSS for best e-commerce selection using AHP-WASPAS and AHP-MOORA methods," *MATRIX*, vol. 11, no. 2, hlm. 81–94, Jul 2021, doi: 10.31940/matrix.v11i2.2306.
- [24] R. Chattopadhyay, S. Chakraborty, Industrial Engineering and Management Department, Maulana Abul Kalam Azad University of Technology, West Bengal, India, dan S. Chakraborty, "An integrated D-MARCOS method for supplier selection in an iron and steel industry," *Decis. Mak. Appl. Manag. Eng.*, vol. 3, no. 2, hlm. 49–69, Okt 2020, doi: 10.31181/dmame2003049c.
- [25] Y. Galahartlambang, T. Khotiah, dan Jumain, "Visualisasi Data Dari Dataset COVID-19 Menggunakan Pemrograman Python," *intech*, vol. 3, no. 1, hlm. 58–66, 2021, doi: 10.46772/intech.v3i01.417.
- [26] G. S. Mahendra dan E. Hartono, "Komparasi Analisis Konsistensi Metode AHP-MAUT dan AHP-PM pada SPK Penempatan Siswa OJT," *JUTIK*, vol. 7, no. 2, hlm. 164–176, Jan 2021.
- [27] J. Winahyu dan I. Suharjo, "Aplikasi Web Analisis Sentimen Dengan Algoritma Multinomial Naïve Bayes," *KARMAPATI*, vol. 10, no. 2, hlm. 206, Agu 2021, doi: 10.23887/karmapati.v10i2.36609.
- [28] D. P. Utomo, P. Sirait, dan R. Yunis, "Reduksi Atribut Pada Dataset Penyakit Jantung dan Klasifikasi Menggunakan Algoritma C5.0," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 4, hlm. 994–1006, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2355.
- [29] G. Mariscal, Ó. Marbán, dan C. Fernández, "A survey of data mining and knowledge discovery process models and methodologies," *Knowledge Engineering Review*, vol. 25, no. 2, hlm. 137–166, 2010, doi: 10.1017/S0269888910000032.
- [30] G. S. Mahendra, "Decision Support System Using FUCOM-MARCOS for Airline Selection In Indonesia," *JITK*, vol. 8, no. 1, hlm. 1–9, Agu 2022, doi: 10.33480/jitk.v8i1.2219.
- [31] K. O. Sanjaya dan G. S. Mahendra, "Determination of Favorite E-Commerce in Indonesia in a Decision Support System Using the SWARA-ARAS Method," dalam *7th ICIIIS Virtual International Conference of Interreligious and Intercultural Studies Living the New Normal: Achieving Resilience & Ensuring Sustainable Future*, Denpasar: UNHI Press, Sep 2021, hlm. 69–79. [Daring]. Tersedia pada: <http://repo.unhi.ac.id/jspui/handle/123456789/2018>
- [32] G. S. Mahendra *dkk.*, *Implementasi Sistem Pendukung Keputusan : Teori & Studi Kasus*. Bali: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [33] G. S. Mahendra *dkk.*, *Sistem Pendukung Keputusan : Teori dan Penerapannya dalam berbagai Metode*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [34] N. W. Wardani *dkk.*, "Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Penjualan Barang Terlaris Menggunakan Metode Decision Tree C4.5," *JUTIK*, vol. 8, no. 3, hlm. 268–279, Okt 2022.
-