

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN RENTAL MOTOR MULTI-TENANT BERBASIS TOPSIS DAN PENCARIAN SPASIAL

Aditya Saputra Pratama[✉], Putu Indah Ciptayani, I Nyoman Rai Widartha Kesuma,
Ni Gusti Ayu Putu Harry Saptarini

Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Bali, Badung, Indonesia
Email: aditya1609saputra@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol10No1.pp302-309>

ABSTRACT

The surge in tourism in Denpasar and Badung has significantly increased the demand for motorcycle rentals. However, fragmented data management complicates operations and confuses tourists in selecting the best unit. This study aims to develop a multi-tenant Decision Support System (DSS) to provide centralized and objective recommendations. The system leverages the ST_Distance_Sphere spatial query to filter vehicles based on the nearest geographic radius. These alternatives are then ranked using the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) based on rental price, release year, engine capacity, and physical condition. The evaluation involved 70 vehicle alternatives from 6 rental partners. Mathematical validation results demonstrated that the TOPSIS computational consistency reached 100%. Black Box testing confirmed the system functions validly without errors, and the User Acceptance Test (UAT) recorded an acceptance rate of 95.45%. This integrated system is proven effective in facilitating tourists to make precise decision-making.

Keyword: DSS, Motorcycle Rental, Multi-Tenant, ST_Distance_Sphere, TOPSIS.

ABSTRAK

Peningkatan pariwisata di kawasan Denpasar dan Badung memicu tingginya kebutuhan jasa sewa sepeda motor. Namun, fragmentasi dan pengelolaan data secara manual menyulitkan pengelola serta membingungkan wisatawan dalam memilih unit terbaik. Penelitian ini bertujuan merancang Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berarsitektur multi-tenant untuk memberikan rekomendasi penyewaan motor secara terpusat dan objektif. Platform ini memanfaatkan kueri spasial ST_Distance_Sphere untuk memfilter kendaraan berdasarkan radius lokasi terdekat. Alternatif kendaraan kemudian diurutkan menggunakan metode Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) berdasarkan preferensi kriteria pengguna: harga sewa, tahun pembuatan, kapasitas mesin, dan kondisi fisik. Pengujian sistem melibatkan 70 alternatif kendaraan riil dari 6 mitra rental. Hasil validasi matematis menunjukkan tingkat konsistensi komputasi TOPSIS mencapai 100%. Pengujian Black Box mengonfirmasi seluruh fungsionalitas sistem berjalan valid tanpa galat, dan User Acceptance Test (UAT) mencatatkan tingkat penerimaan sebesar 95,45%. Implementasi sistem terintegrasi ini terbukti efektif memfasilitasi wisatawan dalam mengambil keputusan penyewaan yang presisi dan objektif.

Kata Kunci: Multi-Tenant, Penyewaan Motor, SPK, ST_Distance_Sphere, TOPSIS.

PENDAHULUAN

Sektor pariwisata di Provinsi Bali, khususnya pada koridor Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, terus menunjukkan eskalasi aktivitas yang signifikan sebagai destinasi wisata unggulan. Hal ini berbanding lurus dengan tingginya mobilitas wisatawan yang menempatkan sepeda motor sebagai pilihan transportasi utama. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali, populasi kendaraan roda dua di Kota Denpasar telah mencapai 1.205.383 unit, sementara Kabupaten Badung mencatatkan sebanyak 831.501 unit (Amboro & Saptari, 2023). Lonjakan populasi kendaraan ini beriringan dengan menjamurnya ratusan pelaku usaha jasa penyewaan

motor, baik berskala agen besar maupun Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang tersebar di kawasan pariwisata Bali Selatan.

Meskipun ekosistem bisnis ini bertumbuh masif, ketiadaan sistem informasi terpusat memicu inefisiensi di sisi pasar. Mayoritas pengelola rental masih beroperasi secara parsial dan manual, yang berisiko tinggi terhadap duplikasi data, *human error*, serta lambatnya pembaruan informasi ketersediaan unit (Retrianto & Waluyo, 2024). Di sisi lain, perilaku pengguna (wisatawan) cenderung mengalami kendala kognitif (*cognitive overload*) akibat harus membandingkan spesifikasi teknis, kualitas fisik, dan tarif sewa secara manual dengan menghubungi banyak



nomor kontak atau menelusuri media sosial yang tidak terverifikasi (Humaizi et al., 2020). Fenomena ini diperparah oleh maraknya fraud digital yang memanfaatkan akun media sosial fiktif. Oleh karena itu, digitalisasi satu pintu yang mampu menjamin validitas profil mitra sekaligus mengkonsolidasikan inventaris secara terpusat menjadi kebutuhan yang sangat mendesak.

Pemilihan unit kendaraan yang tepat sejatinya merupakan proses pengambilan keputusan yang kompleks karena melibatkan berbagai parameter kriteria. Setiap wisatawan memiliki prioritas preferensi yang berbeda-beda; sebagian pengguna memprioritaskan efisiensi anggaran dengan mencari harga sewa terendah, sementara yang lain lebih mengutamakan tahun pembuatan baru atau kapasitas mesin (CC) yang mumpuni untuk menempuh medan geografis pariwisata (Mandakini, 2020). Mengandalkan insting atau sekadar brosur promosi sering kali bermuara pada keputusan penyewaan yang kurang optimal. Dalam ekosistem bisnis yang padat, arsitektur *multi-tenant* yang mampu mengintegrasikan inventaris dari berbagai mitra ke dalam satu basis data terpusat menjadi fondasi krusial. Kinerja platform digital modern sangat bergantung pada manajemen basis data terintegrasi guna menjamin konsistensi, efisiensi, dan keandalan informasi antar entitas bisnis yang berbeda (Eryadi et al., 2025).

Beberapa kajian terdahulu telah berupaya melakukan digitalisasi pada sektor ini. Pengembangan aplikasi sewa motor telah diinisiasi untuk menekan kesalahan pencatatan, namun lingkungannya masih terbatas pada satu mitra (*single-tenant*) dan belum dilengkapi kapabilitas rekomendasi cerdas (Putra et al., 2021). Penelitian lain merancang portal *marketplace* penyewaan kendaraan yang menampung *multi-tenant*, akan tetapi platform tersebut murni beroperasi sebagai etalase katalog tanpa adanya algoritma pendukung keputusan (Nirmala et al., 2020). Terkait penyeleksian armada, metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) terbukti andal dalam merekomendasikan kendaraan sewaan karena mampu mengukur komparasi jarak alternatif terhadap solusi paling ideal (positif) sekaligus menjauhi kondisi terburuk (negatif) (Hidayat et al., 2024). Metode ini sangat relevan untuk menangani kriteria komposit antara *cost* (biaya) dan *benefit* (keuntungan). Namun, pemanfaatan algoritma ini belum diintegrasikan dengan pemetaan geospasial pada skema *multi-tenant*.

Merujuk pada celah penelitian (*research gap*) tersebut, penelitian ini bertujuan merancang bangun Sistem Pendukung Keputusan (SPK) penyewaan motor *multi-tenant* berbasis web menggunakan *framework*

Laravel dan algoritma TOPSIS. Untuk mengoptimalkan pencarian, kalkulasi spasial diimplementasikan menggunakan fungsi *ST_Distance_Sphere* pada tingkat basis data guna menyaring kendaraan berdasarkan radius jarak terdekat secara *real-time* (Herwanto et al., 2024). Data kendaraan yang lolos penyaringan lokasi kemudian diproses menggunakan algoritma TOPSIS berdasarkan preferensi kriteria pengguna (harga, tahun pembelian, spesifikasi, dan kondisi). Kontribusi utama dari penelitian ini adalah formulasi model arsitektur terintegrasi yang menggabungkan kemampuan pemfilteran geospasial pada basis data dengan algoritma komputasi *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) secara berkesinambungan dalam skema *multi-tenant*. Pendekatan komprehensif ini merupakan pembaruan dari sistem terdahulu yang umumnya hanya berfokus pada operasional katalog tunggal, sehingga kini mampu mengarahkan wisatawan pada keputusan penyewaan kendaraan yang mutlak objektif, rasional, dan efisien.

KAJIAN LITERATUR

Kajian terhadap literatur terdahulu dilakukan untuk memetakan posisi komputasi, kelemahan sistem yang sudah ada, serta menegaskan nilai kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini. Terkait digitalisasi industri penyewaan kendaraan, Putra et al., 2021 merancang aplikasi manajemen sewa motor berbasis *Progressive Web Apps* (PWA) guna mereduksi redundansi administratif. Walaupun arsitektur PWA meningkatkan aksesibilitas, lingkup penelitian tersebut secara eksklusif beroperasi pada skala satu penyedia jasa (*single-tenant*) dan murni bersifat transaksional. Sistem tersebut belum mengakomodasi integrasi data dari penyedia lain dan tidak memiliki fungsi analitik untuk memandu pilihan konsumen.

Di sisi lain, Nirmala et al., 2020 berupaya memecahkan masalah fragmentasi data dengan menginisiasi platform agregator *multi-tenant* yang mengintegrasikan berbagai penyedia kendaraan di Nusa Penida. Meskipun model ini unggul dalam mengkonsolidasikan inventaris dari banyak mitra, fungsionalitasnya murni beroperasi sebagai katalog statis. Beban kognitif untuk menyeleksi dan membandingkan spesifikasi kendaraan dari berbagai mitra tetap dilimpahkan sepenuhnya kepada pengguna.

Terkait pemecahan masalah pengambilan keputusan yang kompleks, implementasi algoritma TOPSIS telah dibuktikan tangguh oleh (Hidayat et al., 2024) dalam mengevaluasi kelayakan armada mobil sewaan. TOPSIS bekerja secara matematis dengan mencari jarak Euclidean terpendek menuju solusi ideal

positif serta memastikan jarak terjauh dari solusi ideal negatif (Julanto et al., 2018). Keandalan instrumen ini divalidasi lebih lanjut pada domain pariwisata yang mengonfirmasi bahwa TOPSIS mampu mereduksi subjektivitas preferensi menjadi sebuah pemeringkatan yang objektif dan presisi (Setiawansyah, 2022).

Secara kritis, tinjauan terhadap literatur di atas mengindikasikan adanya celah metodologis (*methodological gap*) pada ekosistem layanan penyewaan kendaraan. Pendekatan sebelumnya cenderung berjalan secara terisolasi entah murni berfokus pada agregasi data (Nirmala et al., 2020) atau murni pada komputasi pengambilan keputusan tanpa kesadaran keruangan atau spasial (Hidayat et al., 2024). Penelitian ini menawarkan kebaruan ilmiah (*scientific novelty*) dengan menstrukturkan arsitektur hibrida. Sistem tidak hanya mengagregasi data (*multi-tenant*), tetapi juga mengintervensi kalkulasi TOPSIS dengan pra-pemrosesan geospasial menggunakan fungsi ST_Distance_Sphere pada tingkat basis data (Afnarius et al., 2020). Integrasi ini menyelesaikan keterbatasan studi terdahulu dengan memastikan bahwa matriks komputasi SPK hanya memproses alternatif kendaraan yang secara geografis rasional dan relevan bagi wisatawan.

METODE PENELITIAN

Secara fundamental, kerangka penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan integrasi data dan kompleksitas pengambilan keputusan pada layanan rental motor melalui pendekatan teknologi sistem cerdas. Oleh karena itu, tahapan metodologi disusun secara runut mulai dari identifikasi jenis pendekatan, pemodelan interaksi pengguna, arsitektur teknis sistem komputasi, hingga mekanisme evaluasi akhir. Tahapan-tahapan tersebut diuraikan ke dalam beberapa sub-bab berikut untuk memberikan gambaran komprehensif terkait rancang bangun sistem.

Jenis Penelitian dan Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan (*applied experimental research*) yang mengadopsi pendekatan rekayasa perangkat lunak dan sistem cerdas. Fokus utama objek penelitian adalah integrasi data inventaris riil dari penyedia jasa penyewaan kendaraan di wilayah Denpasar dan Badung. Pengumpulan data dilakukan secara spesifik dengan melibatkan 6 mitra rental motor (*tenant*) yang berbeda. Dari keenam mitra tersebut, dihimpun keseluruhan dataset pengujian yang secara pasti berjumlah 70 alternatif unit sepeda motor. Penggunaan data faktual dengan kuantitas parameter yang jelas ini dieksekusi guna mensimulasikan kapabilitas

operasional arsitektur sistem *multi-tenant* secara presisi, sekaligus memvalidasi tingkat efektivitas dan akurasi algoritma komputasi TOPSIS dalam menyajikan rekomendasi.

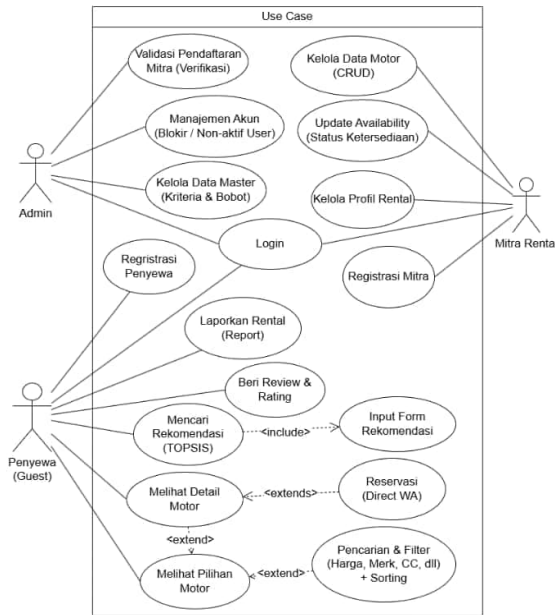
Pemilihan sampel yang melibatkan 6 mitra rental didasarkan pada keterwakilan kluster geografis pariwisata utama di wilayah studi kasus, yaitu kluster Denpasar (mewakili variasi armada kelas ekonomi) dan kluster Badung (Kuta/Seminyak yang berfokus pada armada premium terbaru). Sementara itu, penetapan batas minimal 70 alternatif kendaraan riil bertujuan untuk menguji batas performa (*stress testing*) kueri spasial dan algoritma komputasi pada skala data menengah. Hal ini krusial untuk memastikan bahwa kombinasi pemfilteran proksimitas geospasial dan kalkulasi matriks TOPSIS tidak menimbulkan *latency* (keterlambatan) respons server saat diakses secara simultan.

Sebelum dataset alternatif diproses oleh mesin SPK, dilakukan tahapan validasi data awal (*baseline data validation*) melalui proses data cleaning dan *type casting*. Langkah ini mencakup eliminasi data duplikat, penanganan nilai kosong (*null handling*), serta penunggalan nomor polisi (plat kendaraan) sebagai *unique identifier*. Proses ini wajib dilakukan untuk menjamin integritas referensial dan validitas fisik aset sebelum dikonversi menjadi matriks keputusan.

Adapun proses penentuan bobot kriteria dalam SPK ini dirancang menggunakan pendekatan hibrida. Untuk mengatasi kendala pengguna awam yang mengalami kebingungan, sistem menyediakan bobot bawaan (*default*) yang dikonfigurasi oleh Administrator berdasarkan survei preferensi pasar umum. Namun, untuk menjamin sifat personalisasi (*user-centric*), pengguna diberikan kendali penuh secara interaktif untuk menentukan bobot kepentingan kriteria (Harga, Tahun, CC, Kondisi) berdasarkan skala prioritas personal 1 sampai 5 menggunakan elemen slider pada antarmuka aplikasi.

Pemodelan Sistem

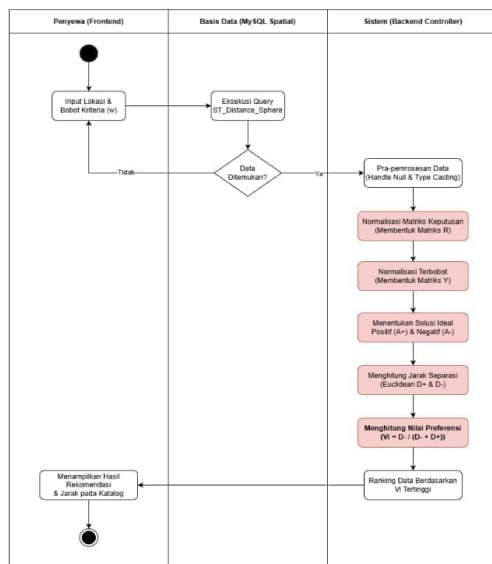
Analisis kebutuhan sistem memetakan fungsionalitas aplikasi ke dalam tiga peran utama: Admin (pengelola pusat), Mitra Rental (penyedia unit), dan Penyewa (pengguna akhir). Untuk merancang arsitektur dan alur interaksi ini, penelitian menggunakan pendekatan *Unified Modeling Language* (UML).



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem Rental Terintegrasi

Berdasarkan Gambar 1, batasan hak akses direpresentasikan secara jelas. Admin memiliki fungsionalitas pengawasan seperti validasi pendaftaran mitra dan kelola data master. Mitra rental memiliki wewenang penuh dalam *Create, Read, Update, Delete* (CRUD) stok unit dan pembaruan ketersediaan dinamis (*availability*). Di sisi lain, penyewa diberikan akses eksplorasi yang mencakup pencarian, pemanfaatan mesin rekomendasi (TOPSIS), reservasi via WhatsApp, hingga memberikan ulasan (*review*).

Selanjutnya, alur kerja untuk modul SPK dimodelkan menggunakan *Activity Diagram*. Proses ini merupakan inti pengambilan keputusan sistem dalam menyaring alternatif kendaraan.



Gambar 2. Activity Diagram Algoritma TOPSIS dan Pencarian Spasial

Seperti yang diilustrasikan pada alur *backend controller* di Gambar 2, sistem tidak langsung mengeksekusi perhitungan TOPSIS pada semua data. Sistem terlebih dahulu mengakuisisi titik lokasi penyewa untuk mengeksekusi kueri spasial *ST_Distance_Sphere*. Jika data unit ditemukan di dalam radius terdekat, data tersebut masuk ke tahap pra-pemrosesan (*handling null & type casting*). Setelah data bersih, sistem menjalankan kalkulasi matematis TOPSIS secara sekuensial: pembentukan matriks normalisasi (*R*), matriks terbobot (*Y*), penentuan Solusi Ideal Positif (*A+*) dan Negatif (*A-*), perhitungan jarak Euclidean (*D+* & *D-*), hingga tahap final perhitungan nilai preferensi (*V_i*) yang hasilnya diurutkan dari nilai tertinggi.

Arsitektur Perangkat Lunak dan SPK

Tahap konstruksi sistem diimplementasikan menggunakan arsitektur Model-View-Controller (MVC). Lapisan logika aplikasi (backend) dibangun menggunakan framework PHP Laravel yang bertugas menangani modul komputasi SPK (TOPSIS Engine). Pada modul ini, evaluasi alternatif dilakukan menggunakan empat parameter kriteria pokok, yaitu Harga Sewa yang bersifat biaya (*cost*), serta Tahun Pembuatan, Kapasitas Mesin (*CC*), dan Kondisi Fisik yang ketiganya bersifat keuntungan (*benefit*). Untuk manajemen data (*Data Layer*), sistem memanfaatkan RDBMS MySQL terintegrasi. Khusus untuk fitur *Location-Based Service*, sistem mengaplikasikan fungsi spasial bawaan MySQL, yaitu kueri *ST_Distance_Sphere*. Fungsi ini mampu melakukan filtrasi dan kalkulasi jarak presisi antar titik koordinat secara langsung di level basis data, sehingga efisiensi kinerja peladen (*server*) tetap terjaga (Afnarius et al., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan Skala Kriteria dan Bobot SPK

Sebelum sistem mengeksekusi komputasi SPK, parameter kriteria dan skala penilaian didefinisikan secara eksplisit agar dapat dikonversi ke dalam matriks keputusan TOPSIS. Pada penelitian ini, kriteria Harga Sewa (*C1*), Tahun Pembelian (*C2*), dan Kapasitas Mesin (*C3*) diukur menggunakan nilai numerik faktual yang ditarik langsung dari pangkalan data kendaraan (misalnya Rp100.000, Tahun 2024, 125 CC). Sementara itu, kriteria Kondisi Fisik (*C4*) direpresentasikan menggunakan skala interval ordinal 1 hingga 5, di mana nilai 1 berarti Sangat Buruk dan 5 berarti Sangat Baik.

Terkait pengaturan nilai bobot preferensi (*W*), sistem mengimplementasikan mekanisme yang

fleksibel dan antisipatif. Secara fungsional, Administrator memiliki wewenang untuk menentukan konfigurasi bobot bawaan (*default*) yang dikalkulasi berdasarkan tren preferensi umum penyewa. Fitur penetapan *default* ini dirancang khusus sebagai panduan awal (*baseline*) guna memfasilitasi wisatawan yang mungkin mengalami kebingungan dalam menentukan skala prioritas kriteria secara mandiri. Meskipun sistem menyediakan rekomendasi *default*, nilai bobot tersebut sepenuhnya dinamis; pengguna tetap diberikan keleluasaan penuh untuk mengubah dan menyesuaikan bobot kriteria melalui antarmuka *slider* interaktif dari skala 1 (Tidak Penting) hingga 5 (Sangat Penting).

Hasil Simulasi Perhitungan TOPSIS

Evaluasi kapabilitas mesin komputasi SPK dilakukan secara menyeluruh terhadap 70 alternatif kendaraan dari 6 mitra (*tenant*) yang terdaftar. Sebagai representasi analitik pada artikel ini, disajikan simulasi perhitungan menggunakan 10 sampel unit kendaraan fisik spesifik (A_1 hingga A_{10}) yang mewakili keenam mitra tersebut. Setiap alternatif terikat pada identitas unik secara mendetail, yang mencakup data mitra pengelola, spesifikasi aktual, hingga identitas fisik berupa nomor polisi (plat wilayah Bali/DK). Preferensi bobot prioritas (W) diatur berdasarkan masukan pengguna, yang disimulasikan sebagai $W = \{5,3,2,4\}$ untuk parameter kriteria: Harga Sewa (*Cost*), Tahun Pembelian (*Benefit*), Kapasitas Mesin (*Benefit*), dan Kondisi Fisik (*Benefit*).

Algoritma mengeksekusi perhitungan melalui tahapan matematis: transformasi ke matriks keputusan dasar, normalisasi terbobot, hingga penentuan jarak separasi terhadap Solusi Ideal Positif (PIS) dan Negatif (NIS) seperti yang tertuang pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Jarak Solusi Ideal (D^+ & D^-)

Alternatif	Entitas Unit Motor	Nomor Polisi	Jarak Ideal Positif (D^+)	Jarak Ideal Negatif (D^-)
A1	Honda Spacy	DK 4521 ABC	1.0024	1.3575
A2	Honda Vario 160	DK 3890 XY	0.6661	1.0393
A3	Yamaha Filano	DK 5678 QA	0.8573	0.8745
A4	Honda PCX	DK 8812 LL	1.1468	0.7243
A5	Yamaha Lexi	DK 2341 MM	0.8086	0.9641
A6	Honda Vario 125	DK 7745 BB	0.6054	1.2467
A7	Yamaha NMAX Neo	DK 1123 OP	1.3577	0.9969
A8	Yamaha Fazzio NEO	DK 9001 ZZ	0.4709	1.2450
A9	Yamaha Fazzio	DK 6754 ER	0.4877	1.2231
A10	Honda Scoopy	DK 3321 KL	0.7036	1.2703

Berdasarkan nilai jarak geometris pada Tabel 1, tahap akhir inferensi dilakukan dengan mengkalkulasi skor preferensi (V_i) menggunakan persamaan $V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$.

Semakin mendekati angka 1, semakin tinggi kelayakan unit spesifik tersebut untuk direkomendasikan kepada penyewa (ditunjukkan pada Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Akhir Pemingkatan dan Skor Preferensi Motor

Peringkat	Alternatif	Entitas Unit Motor	Nomor Polisi	Skor Preferensi (V_i)
1	A8	Yamaha Fazzio NEO	DK 9001 ZZ	0.7256
2	A9	Yamaha Fazzio	DK 6754 ER	0.7149
3	A6	Honda Vario 125	DK 7745 BB	0.6731
4	A10	Honda Scoopy	DK 3321 KL	0.6435
5	A2	Honda Vario 160	DK 3890 XY	0.6094
6	A1	Honda Spacy	DK 4521 ABC	0.5752
7	A5	Yamaha Lexi	DK 2341 MM	0.5438
8	A3	Yamaha Filano	DK 5678 QA	0.5049
9	A7	Yamaha NMAX Neo	DK 1123 OP	0.4234
10	A4	Honda PCX	DK 8812 LL	0.3871

Merujuk pada hasil komputasi di Tabel 2, unit A8 (Yamaha Fazzio NEO) secara matematis menduduki peringkat teratas dengan perolehan skor preferensi tertinggi ($V_i = 0.7256$). Secara evaluatif, supremasi alternatif A8 ini sangat dipengaruhi oleh intervensi matriks terbobot ($W = \{5,3,2,4\}$), di mana kriteria Harga Sewa ($Cost = 5$) dan Kondisi Fisik ($Benefit = 4$) menjadi katalis utama penentu keputusan.

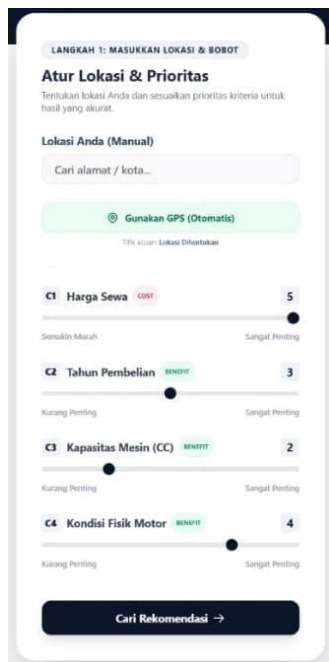
Apabila dikaji lebih dalam, algoritma TOPSIS menunjukkan kemampuannya dalam menyeimbangkan nilai *trade-off* antar alternatif. Sebagai perbandingan, unit A1 (Honda Spacy) yang secara riil menawarkan Harga Sewa paling murah justru terdegradasi ke peringkat 6 ($V_i = 0.5752$). Hal ini disebabkan unit A1 tertinggal secara signifikan pada akumulasi nilai *Benefit* (Kondisi Fisik dan Tahun Pembuatan) sehingga jaraknya semakin menjauh dari Solusi Ideal Positif (D_i^+). Temuan ini membuktikan bahwa implementasi komputasi multikriteria sukses mencegah pengguna dari bias "harga murah" yang kerap mengorbankan kualitas dan keamanan berkendara.

Lebih lanjut, integrasi arsitektur pra-pemrosesan spasial *ST_Distance_Sphere* terbukti memberikan kontribusi krusial terhadap relevansi hasil. Tanpa adanya pemfilteran radius di tingkat basis data (*database layer*), matriks TOPSIS akan dipaksa

memproses *noise*, seperti unit kendaraan dengan skor spesifikasi sempurna namun berlokasi puluhan kilometer di luar jangkauan wisatawan. Dengan demikian, sinkronisasi antara filter spasial dan komputasi TOPSIS pada lingkungan *multi-tenant* terbukti tidak hanya menyajikan rekomendasi yang objektif secara matematis, tetapi juga *highly-applicable* (sangat relevan untuk diterapkan) secara operasional di lapangan.

Implementasi Sistem dan Evaluasi Akurasi

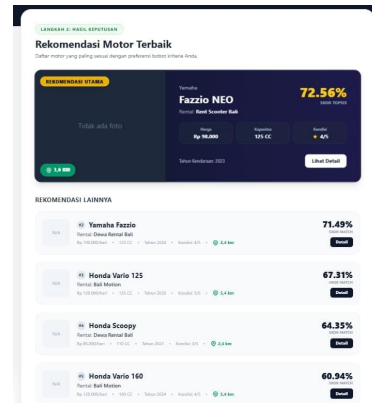
Logika perhitungan matematis TOPSIS tersebut selanjutnya diimplementasikan ke dalam kode *Controller* aplikasi Laravel. Gambar 3 menampilkan antarmuka utama sistem rekomendasi berbasis web.



Gambar 3 Antarmuka Sistem Input Lokasi dan Prioritas Kriteria

Antarmuka sistem dirancang secara interaktif (*user-friendly*) dengan memanfaatkan elemen *slider* untuk memudahkan penyewa dalam mengatur tingkat kepentingan (bobot) kriteria. Sebagai contoh pengoperasian, pengguna pertama-tama menginputkan titik penjemputan pada kolom "Lokasi Anda" (misalnya di area Kuta, Badung), baik dengan mengetikkan alamat secara manual maupun mendeteksinya secara otomatis melalui integrasi *Geolocation API*. Selanjutnya, pengguna mengatur parameter prioritas kriteria pada slider, misalnya menetapkan bobot 5 untuk Harga Sewa, 3 untuk Tahun Pembelian, 2 untuk Kapasitas Mesin, dan 4 untuk Kondisi Fisik Motor. Berdasarkan kombinasi input tersebut, sistem akan terlebih dahulu mengeksekusi

modul spasial *ST_Distance_Sphere* pada MySQL untuk menyeleksi unit-unit kendaraan dari berbagai mitra (*tenant*) yang berada dalam radius terdekat dari lokasi Kuta. Seluruh alternatif kendaraan yang lolos penyaringan jarak tersebut kemudian diteruskan ke dalam modul komputasi SPK untuk diurutkan secara matematis menggunakan algoritma TOPSIS.



Gambar 4 Antarmuka Luanan Hasil Sistem Rekomendasi TOPSIS

Gambar 4 menampilkan luaran real-time dari antarmuka pengguna (*frontend*) setelah seluruh parameter komputasi SPK dan penyaringan lokasi diproses oleh sistem. Antarmuka tersebut secara visual menyajikan unit alternatif A_8 , yaitu Yamaha Fazzio NEO dari mitra Rent Scooter Bali, sebagai "Rekomendasi Utama" dengan perolehan Skor Preferensi (V_i) tertinggi sebesar 0.7256 (direpresentasikan pada sistem sebagai 72,56%). Informasi yang ditampilkan sangat komprehensif guna meyakinkan pengguna, mencakup identitas spesifik kendaraan seperti tarif sewa (Rp 98.000), kapasitas mesin (125 CC), kondisi fisik (bintang 4/5), tahun kendaraan (2023), serta estimasi jarak aktual kendaraan dari posisi penyewa (3,6 KM).

Sistem juga menampilkan secara berurutan unit alternatif lain di bawahnya berdasarkan perolehan skor V_i masing-masing, seperti Yamaha Fazzio dengan $V_i = 0.7149$ (71,49%) dan Honda Vario 125 dengan $V_i = 0.6731$ (67,31%). Berdasarkan hasil uji akurasi sistem, didapatkan konsistensi absolut antara visualisasi *frontend* ini dengan kalkulasi simulasi matematis di *backend* (merujuk pada Tabel 3). Pengujian membuktikan bahwa tingkat konsistensi perhitungan sistem mencapai 100% tanpa adanya *margin of error*. Penggunaan metrik 100% di sini mengonfirmasi bahwa logika algoritma TOPSIS dan rumus matriks keputusan telah dikodekan dan diimplementasikan secara valid oleh sistem aplikasi, bukan merujuk pada tingkat akurasi prediksi layaknya pemodelan *machine*

learning. Keterbukaan informasi dan validitas komputasi ini membuktikan bahwa platform *multi-tenant* yang dikembangkan efektif memberikan rekomendasi unit secara objektif.

Hasil Pengujian Fungsional dan UAT

Selain mengevaluasi ketepatan algoritma SPK, kelayakan operasional sistem diverifikasi secara menyeluruh. Pada tahap pertama, pengujian Black Box mengonfirmasi bahwa seluruh siklus fungsional dalam ekosistem multi-tenant berjalan valid tanpa galat (error). Hal ini mencakup manajemen pembaruan stok (availability) oleh mitra secara real-time, eksekusi kueri pemfilteran jarak spasial, hingga otomatisasi pengalihan (redirect) reservasi menggunakan tautan Direct WhatsApp API.

Pada tahap kedua, pengujian penerimaan pengguna atau *User Acceptance Test* (UAT) dilaksanakan untuk mengukur kelayakan praktis sistem. Pengujian ini melibatkan 30 responden yang dibagi ke dalam tiga peran (*role*) sistem: 2 Administrator, 6 pengelola Mitra Rental, dan 22 Penyewa (wisatawan). Instrumen UAT memuat 10 butir pertanyaan fungsional khusus untuk masing-masing peran. Penilaian dilakukan menggunakan Skala Guttman yang menyediakan dua opsi jawaban tegas, yaitu "Ya" (Diterima/Sesuai) dengan bobot 1, dan "Tidak" (Ditolak/Tidak Sesuai) dengan bobot 0.

Persentase tingkat penerimaan (*P*) dikalkulasi menggunakan rumus $P = \left(\frac{\sum x}{n}\right) \times 100\%$, di mana $\sum x$ merupakan total skor jawaban "Ya" yang diberikan oleh responden, dan *n* merupakan skor ideal maksimal (jumlah pertanyaan dikali jumlah responden pada peran tersebut). Hasil rekapitulasi komputasi pengujian UAT disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3 Hasil *User Acceptance Test* (UAT)

Peran Pengguna (Role)	Jumlah Responden	Fokus Parameter Pengujian	Tingkat Penerimaan (%)
Administrator	2	Pemisahan hak akses dashboard dan efisiensi prosedur verifikasi mitra baru.	100%
Mitra Rental (Tenant)	6	Kemudahan <i>CRUD</i> inventaris dan pembaruan status ketersediaan unit.	100%
Penyewa (Wisatawan)	22	Akurasi radius lokasi, relevansi rekomendasi TOPSIS, dan integrasi reservasi <i>WhatsApp</i> .	93,94%
Rata-rata Tingkat Penerimaan Keseluruhan	30		95,45%

Merujuk pada data di Tabel 4, arsitektur multi-tenant dan integrasi SPK yang dibangun mendapatkan tingkat penerimaan rata-rata keseluruhan sebesar 95,45%. Responden pada kelompok Administrator dan Mitra Rental memberikan tingkat penerimaan mutlak (100%), yang mengindikasikan bahwa alur manajemen data terpusat berhasil menyederhanakan tugas administratif mereka. Sementara itu, tingkat penerimaan dari sisi Penyewa mencapai 93,94%. Angka ini membuktikan bahwa kehadiran fitur pencarian berbasis lokasi spasial dan mesin rekomendasi TOPSIS secara signifikan berhasil mereduksi kebingungan serta waktu yang dihabiskan wisatawan saat harus menyeleksi dan membandingkan puluhan alternatif kendaraan secara manual.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) penyewaan sepeda motor berarsitektur *multi-tenant* yang menanggulangi persoalan fragmentasi data inventaris mitra rental di kawasan Denpasar dan Badung. Penerapan metode pra-pemrosesan data menggunakan fungsi spasial MySQL *ST_Distance_Sphere* terbukti efisien dalam memfilter unit kendaraan di luar radius jangkauan pengguna sebelum proses analitik dilakukan. Modul SPK yang mengimplementasikan metode TOPSIS terbukti valid dengan tingkat konsistensi komputasi mencapai 100% terhadap perhitungan manual, yang merepresentasikan hasil pemeringkatan secara mutlak sesuai dengan logika matematis. Dari segi kelayakan operasional, pengujian *Black Box* mengonfirmasi bahwa seluruh fungsionalitas platform berjalan valid tanpa galat. Lebih lanjut, hasil pengujian *User Acceptance Test* (UAT) yang dievaluasi dengan Skala Guttman mencatatkan tingkat penerimaan pengguna rata-rata sebesar 95,45% dari 30 responden lintas peran. Evaluasi ini menyimpulkan bahwa penggabungan komputasi spasial proksimitas dan algoritma *Multi-Criteria Decision Making* di dalam platform *multi-tenant* terbukti sangat efektif memfasilitasi wisatawan dalam mengambil keputusan penyewaan unit kendaraan yang spesifik, hemat waktu, dan objektif.

Meskipun arsitektur sistem ini telah terbukti efektif, terdapat beberapa keterbatasan yang dapat menjadi peluang pengembangan pada penelitian selanjutnya. Pertama, komputasi proksimitas menggunakan fungsi *ST_Distance_Sphere* saat ini mengukur jarak lurus geometris (radius) antar titik koordinat, sehingga belum mempertimbangkan jarak tempuh rute jalan raya secara riil akibat rekayasa lalu lintas. Kedua, proses pemesanan masih terbatas pada

tahap pengalihan komunikasi melalui *WhatsApp* dan belum terintegrasi dengan modul transaksi keuangan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian mendatang disarankan untuk mengintegrasikan layanan *Routing API* (seperti *Google Maps Directions*) guna menghasilkan metrik jarak tempuh yang lebih presisi, serta mengimplementasikan *payment gateway* untuk mengotomatisasi seluruh siklus bisnis penyewaan dari pencarian hingga pembayaran di dalam satu ekosistem sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnarius, S., Yuliani, F., & Akbar, F. (2020). Developing Mobile GIS Application for Religious Tourism and Its Proponent in Bukittinggi City. In *Proceedings of Tourism Development Centre International Conference* (pp. 82–90). Sciendo.
<https://doi.org/10.2478/9788395720406-009>
- Amboro, R. N. T., & Saptari, N. P. S. H. (2023). *Provinsi Bali Dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. <https://bali.bps.go.id/id>
- Eryadi, R. A., Lahuddien, A. M., Wager, J. O., Hermayani, R., Yunus, M., & Rois, A. (2025). Optimalisasi kinerja sistem informasi melalui implementasi manajemen basis data terintegrasi. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 10.
<https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365>
- Herwanto, R., Susanto, F., Dwi, R., Prayoga, M. H., Dinata, R. M., & Wamiliana. (2024). Haversine Geo-Spasial Data Android Model Untuk Optimasi Rute Kebersihan Lingkungan Terdekat. *Jurnal Pepadun*, 5, 83–92.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23960/pepadun.v5i1.201>
- Humaizi, Asmara, S., Sis, R. L., & Yusuf, M. (2020). The use of online marketplace websites in Indonesia: A study of consumers' motives and gratification. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(7), 133–148. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i07.11385>
- Julanto, J. H., Brata, K. C., & Dewi, R. K. (2018). Pembangunan Aplikasi Android Rekomendasi Tempat Rental Motor di Kota Malang Dengan Metode AHP TOPSIS Berbasis Location Based Services. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(11), 5733–5742.
- Mandakini, S. (2020). Sistem pendukung keputusan pemilihan mobil rental dengan menggunakan metode topsis (studi kasus CV. bita jaya mandiri). *JUKI: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 2, 98–110.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53842/juki.v2i2.33>
- Maulana Hidayat, C., Ruuhwan, & Sudiarjo, A. (2024). Penerapan metode ahp dan topsis pada sistem pendukung keputusan pemilihan rental mobil. *Informattech: Jurnal Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 1(2), 142–151.
<https://doi.org/https://doi.org/10.69533/ng971e23>
- Nirmala, B. P. W., Utami, N. W., & Nirmala, B. M. S. (2020). Sistem informasi marketplace penyewaan kendaraan berbasis website di Nusa Penida, Bali. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 4(2), 88–98.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22437/jiituj.v4i2.11598>
- Putra, D. T., Rusdianto, D. S., & Brata, K. C. (2021). Pengembangan aplikasi manajemen sewa motor berbasis progressive web apps di arfand motorent. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(5), 1822–1827.
- Retrianto, M. R., & Waluyo, A. F. (2024). Rancang bangun aplikasi rental sepeda motor berbasis mobile dengan metode waterfall untuk efisiensi dan kualitas optimal. *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi*, 5(1), 541–551.
<https://doi.org/10.35870/jimik.v5i1.516>
- Setiawansyah, S. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Tempat Wisata Menggunakan Metode TOPSIS. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, 1(2), 54–62.
<https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v1i2.8>