



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 25637-25650

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Implementasi Sistem Rekomendasi Pemilihan Model Mobil BMW Berbasis Metode Smart

Haikal Wisnu Fazrian¹, Raditya Vindua²

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

¹haikalwfs@gmail.com, ²dosen02380@unpam.ac.id

Abstrak

Banyaknya varian model mobil BMW dengan spesifikasi dan fitur yang beragam sering kali membuat calon pelanggan kesulitan dalam menentukan kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan dan anggaran mereka. Selain itu, proses rekomendasi yang dilakukan oleh pihak penjual di showroom terkadang masih bersifat subjektif dan belum sepenuhnya berbasis pada data analisis yang komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang mampu mempersonalisasi rekomendasi model mobil BMW secara objektif. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah model Waterfall, yang meliputi tahapan analisis, desain, implementasi, dan pengujian. Sedangkan untuk algoritma pengambilan keputusannya menggunakan metode Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART). Metode SMART dipilih karena dinilai sangat efisien dan ringan secara komputasi dalam memproses berbagai kriteria penilaian multikriteria, seperti harga kendaraan, tahun pembuatan, efisiensi bahan bakar, serta performa mesin. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem rekomendasi berbasis antarmuka web interaktif yang mampu mengotomatisasi proses komparasi spesifikasi kendaraan dan menghasilkan urutan peringkat mobil terbaik berdasarkan input prioritas pelanggan. Berdasarkan hasil pengujian User Acceptance Test (UAT) yang melibatkan 33 responden, sistem ini memperoleh persentase tingkat kelayakan sebesar 84,85% yang masuk dalam kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma SMART berhasil mengkalkulasi bobot kriteria dengan akurat, sehingga mempermudah calon konsumen PT BMW HW dalam mengambil keputusan pembelian kendaraan secara efektif, transparan, dan efisien.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Sistem Rekomendasi, SMART, BMW, Web.

1. Latar Belakang

Perkembangan industri otomotif saat ini menawarkan berbagai macam pilihan kendaraan bagi masyarakat, khususnya mobil jenis premium. Merek, spesifikasi, kapasitas mesin, fitur teknologi, hingga varian harga memberikan keuntungan sekaligus tantangan tersendiri bagi calon konsumen. Proses pemilihan mobil sering kali memakan waktu yang lama dan rentan terhadap subjektivitas karena konsumen kesulitan membandingkan banyak kriteria secara bersamaan. Keterbatasan informasi ini berujung pada keputusan pembelian yang kurang optimal, sehingga dibutuhkan sebuah sistem digital untuk mengelola inventaris kendaraan serta memfasilitasi pengambilan keputusan (Akhar et al., 2026). Selain itu, personalisasi yang efektif pada pemilihan mobil harus dicapai dengan menggabungkan profil pengguna dengan profil barang secara spesifik (Putri et al., 2021).

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) hadir sebagai solusi teknologi informasi untuk menangani permasalahan multikriteria dalam pemilihan kendaraan. Tinjauan literatur menunjukkan bahwa penelitian terdahulu telah mencoba menyelesaikan masalah ini dengan berbagai algoritma kompleks, seperti penggunaan metode TOPSIS untuk rekomendasi mobil bekas berdasarkan jarak terdekat dengan solusi ideal (Mufid et al., 2023). Pendekatan lain juga mengimplementasikan *Simple Additive Weighting* (SAW) untuk mobil dan motor bekas (Noviana et al., 2024; Yoga et al., 2025), rasio matriks metode MOORA (Pradana & Rejeki, 2023), hingga pemanfaatan algoritma *Machine Learning* yang membutuhkan *resource* komputasi masif (Anggara et al., 2024). Meskipun metode-metode tersebut terbukti mampu menghasilkan keputusan, proses perhitungannya yang melibatkan iterasi matriks kompleks sering kali dinilai kurang efisien jika diimplementasikan pada sistem *web* yang membutuhkan respons komputasi cepat dengan perubahan bobot kriteria yang dinamis dari pengguna.

Menjawab *gap* komputasi dan kebutuhan akan metode yang lebih ringan namun tetap akurat, penerapan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) menjadi sebuah kebaruan solusi yang sangat relevan untuk kasus ini. Metode SMART didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif memiliki sejumlah kriteria dengan nilai

dan bobot parameter yang fleksibel (Kurnialensya et al., 2024). Kesederhanaan metode ini membuat proses kalkulasi menjadi lebih efisien tanpa mengurangi objektivitas, seperti yang divalidasi pada penelitian rekomendasi motor bekas (Yusnadi & Harefa, 2026). Evaluasi komparatif juga membuktikan bahwa SMART memiliki keunggulan dalam menyeimbangkan berbagai kriteria secara rasional (Syam & Muryanah, 2025). Fleksibilitas algoritma SMART telah terbukti tangguh dalam penentuan prioritas fitur teknis yang rumit di ranah elektronik (Cahyo, 2024; Furqan et al., 2021; Syahputra et al., 2022). Berdasarkan *state of the art* tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma SMART ke dalam sistem rekomendasi berbasis *web* yang mempersonalisasi pemilihan model mobil BMW secara cepat, objektif, dan tepat sasaran.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengembangkan perangkat lunak interaktif dengan mengadopsi struktur logika multikriteria. Pemodelan dan perancangan sistem sangat mengutamakan efisiensi pemrosesan data spesifikasi kendaraan.

2.1. Tahapan Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini adalah metode *Waterfall*. Pendekatan sekuensial ini dipilih untuk memastikan kriteria dan algoritma perhitungan dipastikan secara matang sebelum diimplementasikan. Integrasi *web* dalam pencatatan transaksi terbukti sangat dominan dan efisien (Permana et al., 2025; Susanto et al., 2025). Tahapan pertama adalah analisa kebutuhan spesifikasi kendaraan. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang memodelkan logika interaksi menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dan ERD (Pressman, 2005). Pemodelan UML sangat krusial agar interaksi antara pengguna akhir dan administrator berjalan logis dan minim error (Pangestu & Voutama, 2024). Tahapan diakhiri dengan penulisan kode program menggunakan PHP dan basis data MySQL, serta pengujian kualitas perangkat lunak.

2.2. Algoritma Pengambilan Keputusan

Sistem komputasi pada penelitian ini digerakkan oleh algoritma dari metode SMART. Prosedur perhitungan metode ini beroperasi melalui serangkaian tahapan sistematis tanpa iterasi matriks yang rumit. Langkah awalnya dimulai dengan menentukan kriteria fungsional beserta pemberian bobot (Fishburn, 1970) preferensi sesuai tingkat kepentingan pengguna. Nilai dari setiap kriteria tersebut kemudian dikonversi ke dalam skala matriks utilitas bernilai desimal. Proses pemetaan utilitas ini dibedakan secara tegas berdasarkan sifat kriteria keuntungan (*benefit*) yang bernilai positif, dan kriteria biaya (*cost*) yang bernilai negatif bagi hasil akhir.

Tahapan penentu dalam metode ini adalah mengalkulasi nilai hasil perkalian antara bobot yang telah dinormalisasi dengan nilai utilitas masing-masing kriteria. Pengurutan peringkat rekomendasi didapatkan dengan mengakumulasi seluruh total skor alternatif melalui formula perhitungan matematis pada rumus 1.

$$U(a) = \sum_{i=1}^n W_i \times V_i(a)$$

dengan $U(a)$ adalah nilai total utilitas dari alternatif ke- a , W_i merupakan representasi besaran bobot kriteria ke- i yang telah dinormalisasi, dan $V_i(a)$ adalah nilai konversi kriteria ke- i pada alternatif ke- a yang sedang dievaluasi. Berdasarkan rumusan tersebut, alternatif kendaraan yang menghasilkan besaran desimal $U(a)$ paling tinggi akan diekstrak oleh sistem sebagai rekomendasi prioritas utama.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan perancangan konseptual yang telah dilakukan, algoritma pendukung keputusan berhasil diterjemahkan ke dalam bentuk antarmuka visual yang dapat dikendalikan langsung oleh pengguna. Pengujian dan evaluasi hasil komputasi merupakan bagian integral dari implementasi ini.

3.1. Antarmuka dan Fungsionalitas Sistem

Sistem memfasilitasi pengguna untuk menyajikan *pricelist* inventaris kendaraan secara *real-time*. Pelanggan dapat menyeleksi model mobil dan meminta sistem untuk mengeksekusi perhitungan SMART di latar belakang. Sistem kemudian menghasilkan halaman *Leaderboard* yang mempresentasikan gambar kendaraan pemenang analisis

bersanding dengan tabel komparasi detail spesifikasi dan skor akhir utilitas. Antarmuka juga memfasilitasi formulir pengajuan jadwal *test drive* secara digital yang terintegrasi dengan modul *dashboard* administrator.

3.2. Pengujian User Acceptance Test (UAT)

Evaluasi tingkat keberhasilan operasional sistem dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif berupa penyebaran kuesioner. Pengujian *User Acceptance Test* ini melibatkan 33 responden yang bertindak sebagai representasi calon pelanggan potensial. Kuesioner disusun menggunakan skala Likert berjenjang 1 hingga 5, yang mencakup sepuluh aspek penilaian terkait fungsionalitas antarmuka, keakuratan hasil komputasi metode SMART, kecepatan respons sistem, hingga kemudahan prosedur pengajuan *test drive*.

Hasil akumulasi data primer dari para responden menunjukkan tren yang sangat positif terhadap operasionalitas algoritma yang ditanamkan pada perangkat lunak. Rangkuman hasil instrumen evaluasi pada sistem pendukung keputusan tersebut disajikan pada Tabel.

Table 1 Hasil Kuesioner Sistem	
Parameter	Nilai yang diperoleh
Total Skor Aktual	1.400
Total Skor Ideal	1.650
Persentase Kelayakan	84,85%
Kategori Evaluasi	Sangat Layak

Berdasarkan hasil pada Tabel, perbandingan antara total skor aktual dengan skor ideal menghasilkan persentase tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Sistem rekomendasi mobil BMW ini dinyatakan sangat layak digunakan sebagai alat bantu otomasi pengolahan keputusan multikriteria, yang mana sejalan dengan kebutuhan digitalisasi bisnis di PT BMW HW.

3.3. Interpretasi Hasil Implementasi Metode SMART

Implementasi metode SMART pada sistem rekomendasi ini menunjukkan bahwa persoalan pemilihan model mobil dapat diterjemahkan menjadi proses pengambilan keputusan yang lebih terstruktur. Sebelum sistem digunakan, calon konsumen cenderung membandingkan kendaraan secara parsial, misalnya hanya berdasarkan harga, tampilan, kapasitas mesin, atau tahun pembuatan. Pola tersebut berpotensi menghasilkan keputusan yang tidak konsisten karena setiap kriteria dipertimbangkan secara terpisah dan sering berubah mengikuti informasi terakhir yang diterima konsumen. Melalui SMART, seluruh kriteria ditempatkan dalam satu kerangka perhitungan, kemudian bobot kepentingan pengguna dinormalisasi dan dikombinasikan dengan nilai utilitas setiap alternatif. Dengan demikian, hasil akhir tidak sekadar menampilkan kendaraan yang paling mahal, paling baru, atau memiliki mesin terbesar, tetapi kendaraan yang memperoleh kecocokan agregat tertinggi terhadap prioritas pengguna. Karakteristik ini sesuai dengan kebutuhan sistem pendukung keputusan yang bertujuan membantu, bukan menggantikan, penilaian manusia.

Nilai total utilitas yang dihasilkan oleh SMART perlu dipahami sebagai ukuran relatif antaralternatif pada satu sesi rekomendasi. Skor tertinggi menunjukkan bahwa suatu model BMW paling sesuai dibandingkan model lain yang tersedia berdasarkan bobot yang dimasukkan pengguna dan data spesifikasi yang tersimpan dalam sistem. Skor tersebut bukan penilaian mutlak mengenai kualitas kendaraan, karena perubahan bobot dapat menghasilkan urutan rekomendasi yang berbeda. Ketika pengguna meningkatkan bobot harga, sistem akan lebih sensitif terhadap alternatif dengan nilai biaya yang lebih rendah. Sebaliknya, ketika performa mesin diberi bobot lebih besar, model dengan kapasitas atau karakteristik performa yang lebih tinggi berpotensi naik peringkat. Sifat dinamis ini merupakan salah satu keunggulan SMART karena preferensi konsumen kendaraan premium tidak bersifat seragam. Konsumen yang berorientasi pada efisiensi dapat memperoleh hasil berbeda dari konsumen yang memprioritaskan performa, meskipun keduanya menggunakan daftar alternatif yang sama.

Pemisahan kriteria menjadi benefit dan cost juga memberikan dasar logis bagi proses rekomendasi. Kriteria performa mesin, tahun pembuatan, atau atribut lain yang semakin tinggi semakin diinginkan dapat diperlakukan sebagai benefit, sedangkan harga diperlakukan sebagai cost karena nilai yang lebih rendah cenderung lebih menguntungkan bagi konsumen dengan batas anggaran tertentu. Pengelompokan ini membantu mencegah kesalahan interpretasi yang dapat terjadi apabila seluruh nilai langsung dijumlahkan tanpa memperhatikan arah preferensinya. Dalam konteks implementasi, ketepatan penentuan jenis kriteria sama pentingnya dengan ketepatan bobot. Kesalahan menempatkan harga sebagai benefit, misalnya, akan menyebabkan kendaraan yang lebih mahal memperoleh utilitas lebih besar dan dapat menyimpangkan hasil. Oleh karena itu, keberhasilan sistem tidak hanya bergantung pada rumus SMART, tetapi juga pada tata kelola konfigurasi kriteria yang dilakukan administrator.

Kesederhanaan perhitungan SMART memberikan keuntungan pada aplikasi berbasis web yang memerlukan respons cepat. Sistem tidak membutuhkan proses iterasi matriks yang panjang setiap kali pengguna mengubah preferensi. Setelah data alternatif dan parameter utilitas tersedia, skor dapat dihitung melalui normalisasi, konversi utilitas, perkalian bobot, dan penjumlahan nilai. Alur tersebut relatif mudah diimplementasikan pada PHP dan dapat dijalankan kembali ketika pengguna melakukan simulasi baru. Temuan ini mendukung alasan pemilihan SMART yang pada penelitian terdahulu juga digunakan untuk rekomendasi mobil, motor, laptop, dan perangkat elektronik karena struktur perhitungannya mudah dipahami dan diterapkan (Kurnialensya et al., 2024; Furqan et al., 2021; Syahputra et al., 2022; Yusnadi & Harefa, 2026). Bagi sistem showroom, kecepatan respons penting agar proses konsultasi tidak terputus ketika pelanggan mencoba beberapa skenario bobot.

Selain cepat, mekanisme perhitungan yang dapat ditelusuri meningkatkan transparansi hasil. Setiap peringkat dapat dijelaskan melalui tiga komponen utama, yaitu nilai alternatif, bobot kriteria, dan nilai utilitas. Transparansi ini membedakan sistem pendukung keputusan berbasis SMART dari rekomendasi yang sepenuhnya bergantung pada intuisi penjual atau model komputasi yang sulit dijelaskan. Pelanggan dapat diberi informasi bahwa model tertentu menempati peringkat pertama karena memiliki kombinasi harga, tahun, efisiensi bahan bakar, dan performa yang paling mendekati prioritas mereka. Penjelasan semacam ini penting pada transaksi kendaraan premium karena keputusan pembelian melibatkan dana besar dan proses pertimbangan yang panjang. Sistem yang mampu menunjukkan alasan rekomendasi berpotensi meningkatkan kepercayaan pengguna dibandingkan sistem yang hanya memberikan satu nama kendaraan tanpa dasar penilaian yang terlihat.

Meskipun demikian, interpretasi hasil tetap harus mempertimbangkan kualitas data. SMART akan menghasilkan peringkat yang konsisten secara matematis apabila nilai input benar, tetapi konsistensi tersebut tidak otomatis menjamin bahwa rekomendasi sesuai dengan kondisi faktual apabila data harga, tahun, konsumsi bahan bakar, atau spesifikasi mesin tidak diperbarui. Pada sistem yang menampilkan pricelist secara real-time, pembaruan inventaris dan validasi spesifikasi menjadi bagian kritis. Harga kendaraan dapat berubah karena program penjualan, paket pembiayaan, atau perubahan stok, sedangkan varian dengan nama yang mirip dapat memiliki spesifikasi berbeda. Karena itu, administrator perlu memastikan bahwa setiap alternatif memiliki identitas yang jelas dan data yang berasal dari sumber internal yang dapat dipertanggungjawabkan. Kualitas rekomendasi pada akhirnya merupakan hasil gabungan antara kualitas algoritma dan kualitas basis data.

Hasil implementasi juga memperlihatkan bahwa metode SMART sesuai digunakan sebagai alat simulasi preferensi. Pelanggan tidak harus menerima satu hasil sebagai keputusan final, tetapi dapat mengulang proses dengan bobot yang berbeda untuk melihat konsekuensi perubahan prioritas. Simulasi ini membantu pengguna memahami trade-off yang sebelumnya sulit dilihat. Sebagai contoh, peningkatan prioritas pada harga dapat menurunkan posisi model dengan performa tinggi, sedangkan peningkatan prioritas pada tahun pembuatan dapat menggeser rekomendasi ke unit yang lebih baru. Proses eksplorasi tersebut membuat sistem berfungsi sebagai media edukasi keputusan, bukan hanya mesin pemeringkatan. Konsumen memperoleh gambaran bahwa tidak ada alternatif yang selalu unggul pada seluruh kriteria dan bahwa pilihan terbaik ditentukan oleh kesesuaian terhadap kebutuhan individual.

3.4. Relevansi Kriteria dalam Pemilihan Model Mobil BMW

Pemilihan kriteria harga, tahun pembuatan, efisiensi bahan bakar, dan performa mesin membentuk representasi awal yang relevan untuk membandingkan model mobil BMW. Keempat kriteria tersebut mencakup aspek ekonomi, kebaruan produk, biaya operasional, dan karakter berkendara. Pada segmen kendaraan premium, konsumen tidak selalu memilih produk berdasarkan harga terendah. Namun, harga tetap menjadi batas keputusan karena menentukan keterjangkauan, kebutuhan pembiayaan, serta ruang anggaran untuk biaya lain. Dengan menjadikan harga sebagai kriteria cost, sistem dapat menyeimbangkan daya tarik spesifikasi dengan kemampuan finansial pengguna. Pendekatan ini lebih rasional daripada merekomendasikan model termahal sebagai produk

terbaik, sebab nilai suatu kendaraan bagi konsumen bergantung pada manfaat yang diterima dibandingkan pengorbanan yang dikeluarkan.

Tahun pembuatan berperan sebagai indikator kebaruan unit dan secara praktis sering digunakan konsumen untuk menyaring pilihan. Model yang lebih baru dapat dipersepsikan memiliki pembaruan desain, teknologi, atau masa penggunaan yang lebih pendek. Akan tetapi, tahun pembuatan tidak seharusnya berdiri sendiri sebagai penentu utama. Unit yang lebih lama mungkin tetap memperoleh skor tinggi apabila harganya lebih sesuai, efisiensinya baik, dan performanya memenuhi kebutuhan. Integrasi tahun ke dalam perhitungan multikriteria mencegah kecenderungan memilih kendaraan hanya karena usia yang lebih muda tanpa memperhatikan konsekuensi harga. Hal ini menunjukkan manfaat SMART dalam menggabungkan indikator yang arah kepentingannya berbeda pada satu hasil komposit.

Efisiensi bahan bakar menjadi kriteria yang memperluas pertimbangan dari harga pembelian menuju biaya penggunaan. Meskipun penelitian berfokus pada model BMW, konsumen tetap dapat mempertimbangkan frekuensi penggunaan, jarak perjalanan, serta preferensi terhadap pengeluaran operasional. Pemberian bobot tinggi pada efisiensi akan mengarahkan sistem kepada model yang lebih sesuai bagi pengguna dengan mobilitas harian intensif, sedangkan bobot rendah dapat diberikan oleh pengguna yang lebih menekankan performa atau pengalaman berkendara. Fleksibilitas bobot membuat sistem tidak menggeneralisasi seluruh calon pembeli. Dalam sistem rekomendasi, personalisasi seperti ini penting karena profil pengguna dan profil barang perlu dipadukan agar rekomendasi tidak sekadar mengikuti popularitas produk (Putri et al., 2021).

Performa mesin merepresentasikan kebutuhan pengguna terhadap tenaga dan karakter kendaraan. Pada merek premium, perbedaan kapasitas mesin dan konfigurasi performa dapat menjadi alasan utama pemilihan model. Namun, performa yang lebih tinggi umumnya berkaitan dengan konsekuensi lain, termasuk harga dan efisiensi. Dengan memasukkan performa bersama kriteria ekonomi, sistem memaksa proses keputusan mempertimbangkan keseimbangan, bukan hanya keunggulan satu atribut. Jika pelanggan memberikan bobot dominan pada performa, hasil sistem akan mencerminkan orientasi tersebut. Apabila bobot dibagi lebih merata, alternatif yang lebih seimbang dapat memperoleh posisi lebih tinggi. Dengan demikian, SMART mengakomodasi baik pengguna yang memiliki prioritas tunggal kuat maupun pengguna yang menginginkan kompromi antaratribut.

Keempat kriteria yang digunakan juga menunjukkan bahwa rekomendasi dibangun dari data yang relatif mudah diukur. Harga, tahun, konsumsi bahan bakar, dan performa dapat direpresentasikan dalam nilai numerik sehingga proses normalisasi lebih sederhana. Pemilihan indikator terukur mengurangi ambiguitas yang sering muncul pada kriteria kualitatif seperti kenyamanan, prestige, desain, atau kesan berkendara. Walaupun demikian, pengukuran yang mudah tidak berarti kriteria tersebut telah mencakup seluruh kebutuhan konsumen. Pada keputusan nyata, calon pembeli mungkin mempertimbangkan kapasitas penumpang, fitur keselamatan, teknologi hiburan, ukuran bagasi, biaya perawatan, ketersediaan suku cadang, nilai jual kembali, warna, serta bentuk bodi. Oleh sebab itu, hasil penelitian ini dapat dipandang sebagai fondasi yang dapat diperluas ketika sistem dikembangkan lebih lanjut.

Penambahan kriteria pada tahap berikutnya perlu dilakukan secara selektif. Terlalu sedikit kriteria dapat menyederhanakan masalah secara berlebihan, sedangkan terlalu banyak kriteria dapat membebani pengguna ketika menentukan bobot dan meningkatkan kebutuhan pengelolaan data. Setiap kriteria baru harus memiliki definisi, satuan, arah preferensi, rentang nilai, dan sumber data yang jelas. Kriteria keselamatan, misalnya, tidak cukup diberi label umum, tetapi perlu dijabarkan menjadi indikator yang dapat dibandingkan secara konsisten. Demikian pula biaya perawatan harus memiliki periode pengukuran yang sama agar tidak menimbulkan bias. Prinsip ini penting karena metode multikriteria hanya bekerja dengan baik ketika setiap indikator memiliki makna operasional yang jelas.

Hubungan antarkriteria juga perlu diperhatikan dalam interpretasi. Metode SMART menggunakan model aditif, sehingga kontribusi setiap kriteria dihitung dan kemudian dijumlahkan. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa nilai tinggi pada satu kriteria dapat mengkompensasi nilai lebih rendah pada kriteria lain sesuai bobotnya. Dalam banyak kasus pemilihan kendaraan, asumsi tersebut dapat diterima, tetapi ada kondisi ketika pengguna menetapkan batas mutlak. Seorang pelanggan mungkin tidak bersedia memilih kendaraan di atas anggaran tertentu walaupun performanya sangat tinggi. Untuk kasus seperti ini, sistem sebaiknya menyediakan filter awal atau batas kelayakan sebelum pemeringkatan SMART dijalankan. Dengan kombinasi antara penyaringan dan pemeringkatan, hasil rekomendasi menjadi lebih dekat dengan logika keputusan nyata.

Bobot kriteria merupakan representasi preferensi, sehingga cara pengguna memasukkan bobot harus dibuat mudah dan tidak menimbulkan salah tafsir. Pengguna awam dapat kesulitan membedakan nilai kepentingan 70 dan 80

atau membagi bobot agar totalnya sesuai. Sistem dapat mengatasi masalah ini dengan antarmuka berupa slider, pilihan tingkat kepentingan, atau pertanyaan sederhana yang kemudian dikonversi menjadi bobot. Normalisasi memastikan bahwa nilai awal yang diberikan pengguna dapat diubah menjadi proporsi yang konsisten. Akan tetapi, sistem tetap perlu menampilkan kembali hasil normalisasi atau ringkasan prioritas agar pelanggan memahami konfigurasi yang digunakan. Transparansi pada tahap input akan memperkuat transparansi pada tahap output.

3.5. Analisis Antarmuka dan Integrasi Proses Bisnis

Antarmuka web merupakan bagian yang menentukan apakah perhitungan SMART dapat digunakan secara efektif oleh pelanggan. Algoritma yang benar tidak akan memberikan manfaat optimal apabila pengguna kesulitan menemukan menu, memahami kriteria, atau membaca hasil peringkat. Sistem pada penelitian ini menghubungkan daftar harga, pemilihan model, proses perhitungan, halaman leaderboard, tabel komparasi, dan formulir test drive. Rangkaian tersebut membentuk alur pengguna dari tahap pencarian informasi hingga tindakan lanjutan. Integrasi ini penting karena rekomendasi tidak berhenti sebagai hasil analisis, tetapi diarahkan menjadi dukungan terhadap proses bisnis showroom. Pemanfaatan web pada layanan pemesanan dan reservasi juga dilaporkan memberi efisiensi dalam pengelolaan interaksi pengguna dan pencatatan proses layanan (Permana et al., 2025; Susanto et al., 2025).

Penyajian pricelist inventaris secara real-time membantu mengurangi kesenjangan informasi antara pelanggan dan showroom. Pada proses konvensional, pengguna dapat memperoleh informasi harga dari berbagai sumber yang belum tentu konsisten. Sistem terpusat memungkinkan pelanggan melihat alternatif yang tersedia berdasarkan basis data yang sama dengan administrator. Manfaat ini hanya dapat dipertahankan apabila pembaruan data dilakukan disiplin. Status ketersediaan, harga, varian, dan spesifikasi perlu diperbarui ketika terjadi perubahan. Apabila daftar menampilkan unit yang sudah tidak tersedia, kepercayaan pengguna dapat menurun meskipun hasil perhitungannya benar. Oleh karena itu, fungsi antarmuka pelanggan harus didukung prosedur operasional internal untuk memastikan data selalu mutakhir.

Halaman leaderboard memberikan bentuk visual yang mudah dipahami untuk menyampaikan hasil pemeringkatan. Pengguna dapat segera melihat alternatif dengan skor tertinggi, kemudian membandingkannya dengan model lain. Namun, leaderboard sebaiknya tidak hanya menonjolkan pemenang. Tabel komparasi perlu mempertahankan seluruh alternatif yang relevan beserta nilai kriterianya agar pengguna dapat menilai perbedaan skor. Selisih yang kecil antara peringkat pertama dan kedua dapat menunjukkan bahwa kedua kendaraan sama-sama sesuai, sedangkan selisih besar menunjukkan keunggulan yang lebih jelas pada konfigurasi bobot tertentu. Informasi tersebut membantu mencegah interpretasi berlebihan terhadap urutan peringkat. Rekomendasi menjadi lebih informatif apabila sistem menunjukkan alasan dan tingkat kedekatan antaralternatif, bukan sekadar urutan nomor.

Gambar kendaraan yang ditempatkan bersama hasil analisis memiliki fungsi komunikasi karena membantu pengguna mengenali model secara cepat. Pada pembelian kendaraan, aspek visual merupakan bagian penting dari proses eksplorasi. Meskipun demikian, gambar harus dikaitkan dengan varian yang benar dan tidak boleh menggantikan informasi spesifikasi. Penggunaan foto yang seragam, jelas, dan sesuai unit akan memperbaiki konsistensi antarmuka. Selain itu, sistem dapat menampilkan penanda bahwa gambar bersifat ilustrasi apabila warna atau aksesoris unit aktual berbeda. Pengelolaan media semacam ini menjadi tanggung jawab administrator dan perlu dimasukkan ke dalam prosedur pemeliharaan konten.

Formulir pengajuan test drive memperkuat hubungan antara rekomendasi digital dan pengalaman fisik. Sistem membantu pengguna menyaring alternatif, tetapi keputusan pembelian kendaraan tetap dapat dipengaruhi oleh kenyamanan duduk, visibilitas, respons kemudi, kabin, dan pengalaman berkendara yang tidak seluruhnya direpresentasikan oleh data numerik. Dengan menyediakan pengajuan test drive setelah rekomendasi, aplikasi mendorong pelanggan memvalidasi hasil sistem melalui pengalaman langsung. Data permintaan tersebut juga dapat diteruskan kepada administrator untuk penjadwalan dan tindak lanjut. Integrasi ini menjadikan sistem lebih bernilai bagi bisnis dibandingkan aplikasi yang hanya menampilkan skor tanpa jalur konversi.

Dashboard administrator menjadi komponen penting karena kualitas rekomendasi bergantung pada data dan konfigurasi yang dikelola dari sisi internal. Administrator perlu dapat menambah, mengubah, dan menonaktifkan model kendaraan; memperbarui harga; memeriksa data spesifikasi; mengelola permintaan test drive; serta memastikan bobot atau aturan utilitas tidak berubah tanpa otorisasi. Pemodelan UML dan ERD yang digunakan pada tahap perancangan mendukung pembagian fungsi tersebut agar interaksi antara pengguna dan administrator

lebih logis (Pangestu & Voutama, 2024). Struktur data yang baik juga mengurangi duplikasi informasi dan memudahkan pelacakan ketika terjadi perbedaan antara tampilan pelanggan dan data inventaris.

Dari perspektif pengalaman pengguna, proses rekomendasi perlu dibuat singkat tetapi tetap informatif. Terlalu banyak langkah dapat membuat pelanggan meninggalkan sistem sebelum memperoleh hasil, sedangkan proses yang terlalu sederhana dapat membuat bobot tidak merepresentasikan kebutuhan sebenarnya. Antarmuka dapat menampilkan petunjuk singkat pada setiap kriteria, contoh pilihan, indikator kemajuan, dan ringkasan preferensi sebelum perhitungan dijalankan. Setelah hasil muncul, tombol untuk mengubah bobot, melihat detail, dan mengajukan test drive perlu ditempatkan secara jelas. Prinsip konsistensi istilah juga penting; istilah yang digunakan pada input harus sama dengan istilah pada tabel hasil agar pengguna tidak perlu menafsirkan ulang maknanya.

Penggunaan sistem di showroom juga membuka kemungkinan interaksi bersama antara pelanggan dan tenaga penjualan. Konsultan dapat mendampingi pelanggan memasukkan preferensi, kemudian menggunakan hasil peringkat sebagai dasar diskusi. Dalam skenario ini, sistem tidak mengurangi peran penjual, tetapi mengubah perannya dari pemberi rekomendasi subjektif menjadi fasilitator keputusan berbasis data. Konsultan masih dapat menjelaskan fitur, program pembelian, dan kondisi unit, sedangkan sistem menjaga konsistensi perhitungan. Kolaborasi tersebut berpotensi mengurangi bias penjualan karena rekomendasi awal berasal dari prioritas pelanggan, bukan semata-mata target penjualan model tertentu.

3.6. Pembahasan Hasil User Acceptance Test

Pengujian UAT menghasilkan total skor aktual 1.400 dari skor ideal 1.650 atau sebesar 84,85 persen. Berdasarkan kategori evaluasi yang digunakan pada penelitian, nilai tersebut termasuk sangat layak. Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas tanggapan dari 33 responden cenderung positif terhadap sepuluh aspek yang dinilai, yaitu fungsi antarmuka, hasil komputasi SMART, kecepatan respons, kemudahan penggunaan, dan proses pengajuan test drive. Persentase yang tinggi memperlihatkan bahwa konsep sistem dapat diterima oleh calon pengguna dan bahwa fungsi utama telah berjalan sesuai kebutuhan yang diuji. Dalam pengembangan perangkat lunak, penerimaan pengguna menjadi indikator penting karena sistem yang secara teknis benar belum tentu digunakan apabila alurnya tidak sesuai dengan kebiasaan atau harapan pengguna.

Perhitungan skor UAT juga dapat diverifikasi secara sederhana melalui rasio skor aktual terhadap skor ideal. Nilai 1.400 dibagi 1.650 menghasilkan 0,8485 atau 84,85 persen setelah dikonversi ke persentase. Kesesuaian antara data tabel dan persentase memperkuat konsistensi pelaporan hasil. Skor ideal 1.650 sejalan dengan 33 responden, sepuluh butir, dan nilai maksimum lima, yaitu $33 \times 10 \times 5$. Dengan demikian, desain instrumen yang disebutkan dalam metode konsisten dengan nilai maksimum pada tabel. Konsistensi ini penting karena memungkinkan pembaca menelusuri asal angka yang dilaporkan dan mengurangi keraguan terhadap proses agregasi.

Nilai 84,85 persen tidak berarti seluruh aspek telah mencapai kondisi sempurna. Masih terdapat selisih 250 poin dari skor ideal atau sekitar 15,15 persen ruang perbaikan. Selisih tersebut dapat berasal dari beberapa butir yang memperoleh penilaian lebih rendah, variasi pengalaman responden, atau fitur yang belum sepenuhnya memenuhi harapan. Karena artikel hanya menyajikan skor agregat, belum dapat diketahui aspek mana yang paling kuat dan aspek mana yang membutuhkan prioritas perbaikan. Pada pengembangan berikutnya, hasil per butir sebaiknya ditampilkan dalam bentuk rata-rata atau persentase agar tim dapat menentukan apakah perbaikan lebih dibutuhkan pada kecepatan, navigasi, kejelasan hasil, tampilan, atau proses test drive.

UAT terutama mengukur penerimaan dan kesesuaian sistem dari sudut pandang pengguna, bukan membuktikan akurasi rekomendasi secara independen. Responden dapat menilai bahwa hasil terlihat masuk akal dan sistem mudah digunakan, tetapi pengujian tersebut belum membandingkan peringkat SMART dengan keputusan pakar, transaksi aktual, atau metode lain. Oleh sebab itu, istilah keakuratan dalam interpretasi hasil perlu digunakan secara hati-hati. Bukti yang tersedia lebih kuat untuk menyatakan bahwa fungsi perhitungan dapat diterima dan dinilai layak daripada menyatakan bahwa rekomendasi merupakan pilihan objektif terbaik dalam seluruh situasi. Perbedaan ini meningkatkan ketepatan ilmiah dan membantu menentukan jenis pengujian tambahan yang diperlukan.

Jumlah 33 responden cukup untuk memberikan gambaran awal mengenai penerimaan sistem, tetapi generalisasi hasil masih terbatas. Karakteristik responden tidak dijelaskan secara rinci, misalnya pengalaman menggunakan sistem rekomendasi, pengetahuan tentang BMW, rentang usia, atau status sebagai calon pembeli. Perbedaan karakteristik dapat memengaruhi penilaian. Pengguna yang terbiasa dengan aplikasi digital mungkin lebih mudah

memahami alur, sedangkan pengguna yang kurang familiar dapat membutuhkan bantuan lebih besar. Penelitian lanjutan dapat melibatkan sampel yang lebih beragam dan membandingkan respons berdasarkan kelompok pengguna untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.

Instrumen sepuluh butir dengan skala Likert 1 sampai 5 merupakan pendekatan praktis, tetapi kualitas kesimpulan juga dipengaruhi oleh validitas dan reliabilitas kuesioner. Artikel belum menyajikan pengujian validitas setiap butir atau koefisien reliabilitas. Pada tahap berikutnya, pengujian tersebut dapat dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen benar-benar mengukur konstruk penerimaan yang dimaksud dan memberikan hasil yang konsisten. Selain itu, komentar terbuka dapat ditambahkan agar responden menjelaskan alasan penilaian. Data kualitatif akan membantu menerjemahkan angka menjadi rekomendasi desain yang lebih spesifik.

Pelaksanaan UAT sebaiknya menggunakan skenario tugas yang seragam. Responden dapat diminta membuka daftar kendaraan, menentukan bobot, menjalankan rekomendasi, membaca tabel perbandingan, mengubah preferensi, dan mengajukan test drive. Dengan skenario yang sama, penilaian antarpengguna menjadi lebih dapat dibandingkan. Waktu penyelesaian, jumlah kesalahan, dan kebutuhan bantuan juga dapat dicatat sebagai data pelengkap. Penggabungan data persepsi dan data perilaku akan memberikan evaluasi yang lebih utuh daripada kuesioner saja.

Secara keseluruhan, hasil UAT mendukung kesimpulan bahwa prototipe atau sistem yang dibangun telah mencapai tingkat penerimaan yang baik. Nilai sangat layak memberikan dasar untuk melanjutkan penerapan, tetapi sebaiknya diposisikan sebagai hasil evaluasi awal. Pengoperasian pada lingkungan nyata perlu disertai pemantauan keluhan, keberhasilan penjadwalan test drive, tingkat penggunaan fitur rekomendasi, dan perubahan kebutuhan pengguna. Evaluasi berkelanjutan memungkinkan sistem berkembang dari produk yang layak secara fungsional menjadi layanan yang benar-benar memberi dampak pada proses penjualan dan pengalaman pelanggan.

3.7. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini memperluas penerapan sistem pendukung keputusan pada domain pemilihan kendaraan. Penelitian sebelumnya menggunakan TOPSIS untuk pemilihan mobil bekas dengan pendekatan kedekatan terhadap solusi ideal (Mufid et al., 2023), SAW untuk pemilihan mobil dan motor bekas melalui penjumlahan terbobot (Noviana et al., 2024; Yoga et al., 2025), serta MOORA dengan optimasi rasio (Pradana & Rejeki, 2023). Berbagai metode tersebut menunjukkan bahwa pemilihan kendaraan merupakan masalah multikriteria yang dapat diselesaikan melalui beberapa pendekatan. Penelitian ini memilih SMART karena proses normalisasi bobot dan perhitungan utilitasnya relatif sederhana, sehingga cocok untuk interaksi web yang memungkinkan bobot berubah mengikuti pengguna.

Dibandingkan SAW, SMART sama-sama menggunakan agregasi terbobot, tetapi menekankan transformasi nilai alternatif ke dalam utilitas. Transformasi ini membantu menyetarakan skala dan arah nilai sebelum dikombinasikan. SAW juga dapat menghasilkan peringkat dengan proses yang sederhana, sehingga keunggulan SMART dalam penelitian ini perlu dilihat dari kesesuaian desain implementasi dan kemudahan personalisasi, bukan klaim bahwa SMART selalu lebih baik. Penelitian tidak melakukan eksperimen komparatif dengan data yang sama, sehingga belum tersedia bukti empiris mengenai perbedaan akurasi atau waktu proses terhadap SAW. Meskipun demikian, pemilihan SMART dapat dibenarkan karena alurnya mudah dijelaskan kepada pengguna dan mendukung perubahan bobot secara langsung.

TOPSIS menilai alternatif berdasarkan jarak terhadap solusi ideal positif dan negatif. Pendekatan tersebut berguna ketika peneliti ingin menggambarkan kedekatan alternatif dengan kondisi terbaik dan terburuk. Namun, perhitungannya membutuhkan beberapa tahap matriks yang lebih panjang dibandingkan SMART. Pada sistem showroom yang mengutamakan kecepatan simulasi dan keterbacaan logika, SMART memberikan keuntungan praktis. Sekali lagi, keuntungan ini bersifat konseptual berdasarkan struktur metode, karena penelitian belum melaporkan pengukuran waktu komputasi terhadap TOPSIS. Pengujian komparatif dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk menilai apakah perbedaan kompleksitas benar-benar signifikan pada jumlah alternatif BMW yang digunakan.

MOORA juga menawarkan perhitungan multikriteria yang efisien melalui normalisasi dan pemisahan benefit serta cost. Perbedaannya, SMART memberi ruang yang jelas untuk fungsi utilitas dan bobot pengguna. Pada konteks personalisasi, bobot menjadi pusat interaksi karena konsumen menentukan tingkat kepentingan setiap kriteria. Sementara itu, metode Fuzzy dan SMART pernah dikombinasikan untuk rekomendasi pembelian mobil agar nilai yang tidak tegas dapat direpresentasikan lebih fleksibel (Kurnialensya et al., 2024). Kombinasi tersebut relevan

apabila sistem ingin mengolah input linguistik seperti murah, sedang, mahal, irit, atau sangat bertenaga. Penelitian saat ini menggunakan nilai numerik sehingga implementasinya lebih langsung.

Penerapan SMART pada laptop dan smartphone menunjukkan bahwa metode ini cukup fleksibel untuk produk yang memiliki banyak spesifikasi (Furqan et al., 2021; Cahyo, 2024; Syahputra et al., 2022). Kesamaan antara perangkat elektronik dan kendaraan terletak pada kebutuhan membandingkan alternatif dengan harga dan atribut teknis yang berbeda. Penelitian ini memindahkan logika tersebut ke produk otomotif premium dan mengintegrasikannya dengan proses test drive. Integrasi tindakan lanjutan ini menjadi kontribusi praktis karena rekomendasi terhubung dengan alur layanan, bukan berdiri sebagai kalkulator peringkat yang terpisah.

Penelitian Yusnadi dan Harefa (2026) menerapkan SMART untuk rekomendasi motor bekas berbasis web. Kesamaan ini memperkuat bahwa SMART dapat diterapkan pada keputusan kendaraan. Perbedaan konteks terletak pada objek, karakter konsumen, dan kemungkinan kompleksitas data. Model BMW memiliki variasi fitur dan posisi harga yang dapat membuat preferensi pengguna lebih beragam. Oleh sebab itu, personalisasi bobot memiliki peran penting. Penelitian ini juga menampilkan leaderboard dan tabel komparasi yang dapat meningkatkan keterbacaan hasil bagi pelanggan showroom.

Pendekatan machine learning untuk prediksi harga dan rekomendasi mobil bekas menawarkan kemampuan mempelajari pola dari data historis (Anggara et al., 2024). Metode tersebut dapat menjadi pilihan ketika tersedia data transaksi dalam jumlah besar dan tujuan sistem mencakup prediksi atau pembelajaran perilaku pengguna. SMART tidak memerlukan data pelatihan dan dapat digunakan meskipun riwayat transaksi terbatas. Keuntungan ini sesuai untuk tahap awal digitalisasi. Namun, SMART bergantung pada kriteria dan bobot yang ditentukan secara eksplisit, sehingga tidak secara otomatis menemukan pola preferensi tersembunyi. Di masa depan, kedua pendekatan dapat dikombinasikan: machine learning memprediksi kecenderungan atau harga, sedangkan SMART menyusun peringkat yang transparan.

Studi perbandingan SMART, VIKOR, dan MAUT pada pemilihan smartphone menunjukkan bahwa metode berbeda dapat menghasilkan pola keputusan yang perlu dianalisis sesuai konteks (Syam & Muryanah, 2025). Hal ini mengingatkan bahwa tidak ada satu metode yang selalu menjadi pilihan terbaik. Keberhasilan sistem ditentukan oleh kesesuaian metode dengan tujuan, data, pengguna, dan kebutuhan penjelasan. Untuk penelitian ini, SMART sesuai karena prioritas utama adalah komputasi ringan, bobot fleksibel, dan hasil mudah dipahami. Validasi komparatif tetap diperlukan apabila peneliti ingin menyatakan keunggulan performa terhadap metode lain secara lebih kuat.

3.8. Implikasi Manajerial dan Bisnis bagi PT BMW HW

Sistem rekomendasi memberikan implikasi langsung terhadap proses konsultasi penjualan. Dalam pola konvensional, kualitas rekomendasi dapat berbeda antarpetugas karena dipengaruhi pengalaman, pengetahuan produk, dan target individual. Dengan SMART, pertanyaan dasar mengenai prioritas pelanggan dapat diubah menjadi bobot dan dihitung menggunakan prosedur yang sama. Standardisasi ini membantu showroom menjaga konsistensi layanan tanpa menghilangkan ruang komunikasi personal. Tenaga penjualan tetap diperlukan untuk menjelaskan detail produk dan kondisi transaksi, tetapi rekomendasi awal memiliki dasar yang lebih transparan.

Penggunaan sistem juga dapat mempercepat tahap penyaringan pilihan. Pelanggan yang dihadapkan pada banyak model dapat mengalami kebingungan dan memperpanjang waktu konsultasi. Sistem mengubah daftar alternatif menjadi urutan prioritas sehingga diskusi dapat difokuskan pada beberapa model teratas. Efisiensi ini berpotensi mengurangi waktu pencarian informasi dan memungkinkan konsultan melayani pelanggan dengan lebih terarah. Namun, efektivitas bisnis perlu diukur melalui indikator operasional, misalnya durasi konsultasi, jumlah rekomendasi yang berlanjut ke test drive, tingkat konversi, dan kepuasan pelanggan. Artikel saat ini belum mengukur indikator tersebut, sehingga manfaat bisnis masih berupa implikasi logis dari fungsi sistem.

Data preferensi yang dimasukkan pengguna dapat menjadi sumber wawasan bagi manajemen apabila dikelola secara etis dan dianalisis dalam bentuk agregat. Showroom dapat mengetahui kriteria yang paling sering diprioritaskan, rentang harga yang banyak dipilih, atau model yang sering muncul pada peringkat teratas. Informasi ini dapat mendukung perencanaan stok, penyusunan materi promosi, dan pelatihan produk. Sebagai contoh, apabila banyak pengguna memberi bobot tinggi pada efisiensi, tim penjualan dapat menyiapkan penjelasan lebih lengkap mengenai konsumsi bahan bakar. Namun, penggunaan data harus disertai kebijakan privasi dan pembatasan akses agar informasi pelanggan tidak dimanfaatkan di luar tujuan layanan.

Integrasi formulir test drive menciptakan jalur tindak lanjut yang dapat dipantau. Setiap permintaan dapat dicatat berdasarkan model rekomendasi, waktu pengajuan, dan status konfirmasi. Manajemen kemudian dapat mengevaluasi apakah rekomendasi digital meningkatkan minat terhadap model tertentu atau membantu pelanggan mengambil tindakan. Dashboard dapat dilengkapi status baru, dikonfirmasi, selesai, dibatalkan, atau perlu dihubungi kembali. Pencatatan status memperbaiki koordinasi antara layanan digital, petugas administrasi, dan konsultan penjualan.

Sistem juga berpotensi menjadi alat pendukung pelatihan tenaga penjualan baru. Melalui tabel perbandingan dan logika kriteria, petugas dapat mempelajari posisi relatif setiap model. Skenario preferensi dapat digunakan dalam simulasi konsultasi sehingga tenaga penjualan memahami bahwa pelanggan dengan prioritas berbeda membutuhkan rekomendasi berbeda. Pelatihan berbasis sistem mengurangi ketergantungan pada hafalan daftar produk dan mendorong pola komunikasi yang berorientasi kebutuhan. Meski demikian, data dan aturan perlu ditinjau oleh pihak yang memahami produk agar sistem tidak menyederhanakan karakter model secara keliru.

Dari sisi pemasaran, hasil rekomendasi dapat dihubungkan dengan konten yang relevan. Setelah model teratas diperoleh, sistem dapat menampilkan detail fitur, video, brosur, atau program penjualan yang sesuai. Personalisasi konten membuat informasi lebih terarah daripada menampilkan seluruh materi kepada semua pengguna. Akan tetapi, konten promosi sebaiknya tidak mengubah hasil peringkat secara tersembunyi. Pemisahan antara perhitungan objektif dan pesan pemasaran harus dijaga agar kepercayaan pengguna tidak terganggu. Jika ada model yang sedang dipromosikan, status tersebut dapat ditampilkan secara transparan tanpa memanipulasi bobot.

Keberadaan sistem dapat memperkuat citra digital showroom, terutama ketika pelanggan semakin terbiasa mencari informasi sebelum datang. Akses web memungkinkan eksplorasi dilakukan dari perangkat pribadi, sedangkan hasilnya dapat dilanjutkan saat kunjungan. Agar manfaat ini tercapai, tampilan perlu responsif, waktu muat stabil, dan informasi mudah dibaca pada berbagai ukuran layar. Sistem yang lambat atau tidak diperbarui justru dapat memberi kesan negatif. Oleh sebab itu, penerapan teknologi harus disertai komitmen pemeliharaan, bukan hanya pengembangan awal.

Secara manajerial, sistem sebaiknya diposisikan sebagai decision support, bukan mekanisme yang memaksa pelanggan memilih peringkat pertama. Konsumen tetap memiliki pertimbangan yang tidak tertangkap kriteria, termasuk preferensi desain, warna, kenyamanan, atau kondisi keluarga. Konsultan harus menjelaskan bahwa rekomendasi merupakan hasil berdasarkan input tertentu dan dapat diubah. Posisi ini sejalan dengan tujuan SPK yang meningkatkan kualitas keputusan melalui informasi terstruktur sambil mempertahankan keputusan akhir pada pengguna.

3.9. Keandalan, Keamanan, dan Pemeliharaan Sistem

Pemilihan model Waterfall memberikan struktur pengembangan yang jelas mulai dari analisis, desain, implementasi, hingga pengujian. Pendekatan ini bermanfaat ketika kebutuhan inti, kriteria, dan alur perhitungan telah didefinisikan sejak awal. Dokumentasi pada setiap tahap membantu pengembang memastikan bahwa fungsi web sesuai rancangan UML dan struktur basis data. Namun, sistem rekomendasi berpotensi mengalami perubahan kebutuhan setelah digunakan, misalnya penambahan kriteria, perubahan format pricelist, atau integrasi dengan layanan lain. Karena itu, hasil Waterfall perlu dilengkapi mekanisme pemeliharaan dan pengelolaan perubahan agar aplikasi tidak sulit dikembangkan setelah implementasi.

Keandalan perhitungan perlu dijaga melalui validasi input. Sistem harus mencegah bobot kosong, nilai negatif yang tidak sesuai, data kriteria di luar rentang, atau alternatif tanpa spesifikasi lengkap. Normalisasi bobot juga harus menangani kondisi ketika seluruh bobot bernilai nol. Pesan kesalahan perlu ditampilkan dengan bahasa yang mudah dipahami agar pengguna dapat memperbaiki input tanpa kehilangan data yang sudah diisi. Pada sisi administrator, formulir data kendaraan harus memeriksa tipe data, satuan, dan duplikasi model. Validasi tersebut mengurangi kemungkinan hasil peringkat yang salah akibat kesalahan input sederhana.

Pengujian unit terhadap fungsi perhitungan SMART dapat dilakukan menggunakan contoh data dengan hasil manual yang telah diketahui. Setiap tahap, mulai dari normalisasi bobot, perhitungan utilitas benefit dan cost, hingga agregasi skor, perlu diuji secara terpisah. Setelah itu, pengujian integrasi memastikan nilai dari basis data diteruskan dengan benar ke modul perhitungan dan hasil ditampilkan sesuai urutan. UAT yang telah dilakukan melengkapi pengujian teknis dari perspektif pengguna, tetapi tidak menggantikan kebutuhan pengujian internal. Kombinasi pengujian matematis, fungsional, integrasi, dan penerimaan akan meningkatkan kepercayaan terhadap sistem.

Keamanan menjadi penting karena aplikasi memiliki modul administrator dan menyimpan data permintaan test drive. Akses ke dashboard harus dilindungi dengan autentikasi, pengelolaan sesi, dan pembatasan hak pengguna. Kata sandi tidak boleh disimpan dalam bentuk teks biasa. Input dari formulir perlu disaring untuk mengurangi risiko penyalahgunaan, sedangkan interaksi basis data sebaiknya menggunakan mekanisme yang aman terhadap injeksi. Komunikasi web perlu menggunakan koneksi terenkripsi apabila sistem diakses melalui internet. Walaupun aspek keamanan tidak dibahas dalam hasil penelitian, penerapan nyata memerlukan perhatian karena gangguan keamanan dapat merusak data dan kepercayaan pelanggan.

Data pribadi pada formulir test drive perlu dikumpulkan secara minimal sesuai kebutuhan penjadwalan. Pengguna sebaiknya diberi informasi mengenai tujuan pengumpulan data, pihak yang dapat mengakses, dan lama penyimpanan. Nomor telepon atau alamat surel tidak boleh ditampilkan kepada pengguna lain. Administrator perlu memiliki prosedur untuk menghapus atau memperbaiki data ketika diperlukan. Prinsip minimisasi data membantu mengurangi risiko sekaligus menjaga fokus sistem pada layanan rekomendasi dan reservasi.

Pemeliharaan basis data harus mencakup pencadangan berkala dan kemampuan pemulihan. Perubahan harga atau spesifikasi sebaiknya memiliki catatan waktu sehingga administrator dapat mengetahui kapan data diperbarui. Log aktivitas dapat digunakan untuk menelusuri perubahan yang tidak sesuai, terutama apabila lebih dari satu petugas mengelola konten. Riwayat versi juga berguna ketika terjadi kesalahan input dan data perlu dikembalikan. Tata kelola ini membuat sistem lebih andal daripada pengelolaan daftar harga secara tidak terstruktur.

Kinerja aplikasi perlu diuji ketika jumlah pengguna dan alternatif meningkat. SMART memiliki perhitungan yang ringan, tetapi waktu respons juga dipengaruhi kueri basis data, ukuran gambar, konfigurasi server, dan kualitas jaringan. Optimasi gambar, indeks basis data, cache yang tepat, serta pemisahan fungsi dapat membantu menjaga respons. Pengukuran waktu muat dan waktu perhitungan perlu dilakukan secara berkala. Dengan demikian, klaim efisiensi komputasi dapat diperkuat oleh data performa aktual, bukan hanya karakteristik teoritis metode.

Pemeliharaan konten dan perangkat lunak perlu dipisahkan dalam tanggung jawab yang jelas. Tim produk atau showroom dapat bertanggung jawab atas validitas model, harga, dan spesifikasi, sedangkan tim teknis menangani kode, server, keamanan, dan basis data. Prosedur eskalasi dibutuhkan ketika pengguna menemukan data yang salah atau fungsi yang gagal. Pembagian tanggung jawab mengurangi risiko bahwa aplikasi tidak diperbarui karena setiap pihak menganggap pembaruan merupakan tugas pihak lain.

3.10. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan pertama terletak pada jumlah dan cakupan responden UAT. Sebanyak 33 responden memberikan indikasi penerimaan yang positif, tetapi belum cukup untuk menggambarkan seluruh karakter pelanggan BMW. Penelitian tidak menjelaskan distribusi demografis, pengalaman berkendara, kemampuan digital, atau status responden sebagai pelanggan aktual. Akibatnya, hasil 84,85 persen sebaiknya digeneralisasi secara hati-hati. Penelitian lanjutan dapat melibatkan pelanggan showroom, tenaga penjualan, administrator, dan pengguna umum secara terpisah agar kebutuhan setiap peran dapat dianalisis.

Keterbatasan kedua adalah penggunaan skor UAT agregat tanpa rincian per butir. Skor total menunjukkan tingkat kelayakan umum, tetapi tidak menjelaskan komponen mana yang paling memengaruhi penerimaan. Tidak tersedia informasi mengenai rata-rata setiap pertanyaan, penyebaran jawaban, atau komentar responden. Tanpa rincian tersebut, rekomendasi perbaikan belum dapat diprioritaskan secara berbasis data. Penyajian tabel per butir dan analisis deskriptif akan memperkuat pembahasan pada penelitian berikutnya.

Keterbatasan ketiga berkaitan dengan validasi hasil rekomendasi. Penelitian belum membandingkan peringkat SMART dengan penilaian pakar otomotif, keputusan pelanggan setelah test drive, atau data pembelian aktual. Oleh karena itu, hasil UAT lebih banyak menunjukkan bahwa sistem diterima dan dianggap layak, bukan bahwa peringkatnya paling akurat. Validasi eksternal dapat dilakukan dengan meminta beberapa ahli memberikan peringkat pada skenario yang sama, kemudian mengukur kesesuaian dengan hasil sistem. Alternatif lain adalah mengamati apakah model yang dipilih pelanggan berada pada peringkat atas SMART.

Keterbatasan keempat adalah belum adanya analisis sensitivitas bobot. Karena hasil SMART dipengaruhi oleh preferensi pengguna, perubahan kecil pada bobot dapat mengubah urutan ketika skor alternatif berdekatan. Analisis sensitivitas diperlukan untuk mengetahui kestabilan peringkat. Sistem dapat menguji beberapa variasi bobot di sekitar nilai awal dan menampilkan apakah rekomendasi tetap sama. Informasi kestabilan membantu pengguna membedakan rekomendasi yang kuat dari rekomendasi yang mudah berubah.

Keterbatasan kelima adalah belum dilakukan perbandingan langsung dengan metode lain. Pendahuluan membahas TOPSIS, SAW, MOORA, dan machine learning, tetapi hasil penelitian tidak menampilkan eksperimen menggunakan dataset yang sama. Akibatnya, keunggulan SMART dalam kecepatan dan kesederhanaan masih didasarkan pada karakteristik metode dan literatur, bukan pengukuran komparatif pada sistem ini. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan waktu proses, kesesuaian peringkat, kemudahan penjelasan, dan penerimaan pengguna.

Keterbatasan keenam terletak pada jumlah kriteria. Harga, tahun, efisiensi bahan bakar, dan performa mesin merupakan indikator penting, tetapi belum mencakup seluruh pertimbangan pemilihan kendaraan premium. Fitur keselamatan, kapasitas, jenis bodi, sistem penggerak, teknologi kabin, biaya perawatan, nilai jual kembali, dan ketersediaan layanan dapat memengaruhi keputusan. Penambahan kriteria harus dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan data dan beban pengguna ketika menentukan bobot.

Keterbatasan ketujuh adalah ketergantungan pada data internal yang perlu selalu diperbarui. Sistem dapat menghasilkan rekomendasi yang tidak relevan apabila harga atau inventaris berubah. Penelitian belum menjelaskan frekuensi pembaruan, sumber spesifikasi, maupun mekanisme validasi data. Pada implementasi nyata, aspek ini perlu menjadi prosedur formal. Integrasi dengan sistem inventaris dapat mengurangi input manual, tetapi juga menambah kebutuhan keamanan dan sinkronisasi.

Keterbatasan kedelapan berkaitan dengan asumsi model aditif SMART. Metode menganggap kontribusi kriteria dapat dijumlahkan setelah pembobotan. Asumsi ini belum mengakomodasi interaksi kompleks, misalnya performa tinggi yang selalu diikuti konsumsi lebih besar, atau batas anggaran yang tidak dapat dikompensasi oleh atribut lain. Filter kelayakan dan aturan bisnis dapat ditambahkan untuk menangani batas mutlak. Untuk preferensi yang sangat tidak pasti, metode fuzzy atau pendekatan hibrid dapat dipertimbangkan.

Keterbatasan kesembilan adalah model pengembangan Waterfall yang relatif sekuensial. Pendekatan ini membantu menghasilkan struktur yang terencana, tetapi masukan pengguna yang muncul setelah implementasi mungkin memerlukan perubahan desain. Penelitian belum menjelaskan siklus pemeliharaan atau iterasi setelah UAT. Pengembangan berikutnya dapat mengadopsi tahapan perbaikan berulang setelah versi awal diterapkan, tanpa harus mengabaikan dokumentasi yang telah dihasilkan oleh Waterfall.

Keterbatasan kesepuluh adalah belum dilaporkannya pengujian keamanan, kompatibilitas perangkat, aksesibilitas, dan beban. UAT menilai fungsi dari sudut pandang responden, tetapi sistem yang dipublikasikan perlu diuji pada berbagai peramban, ukuran layar, kondisi jaringan, dan jumlah akses bersamaan. Pengujian tersebut penting agar kelayakan tidak hanya berlaku pada lingkungan uji, tetapi juga pada operasi sehari-hari.

3.11. Arah Pengembangan Sistem dan Penelitian Lanjutan

Pengembangan pertama yang dapat dilakukan adalah memperluas kriteria secara bertahap berdasarkan kebutuhan pelanggan dan ketersediaan data. Survei awal dapat digunakan untuk menentukan atribut yang paling sering dipertimbangkan, kemudian tim memilih indikator yang dapat diukur secara konsisten. Fitur keselamatan, kapasitas bagasi, teknologi bantuan pengemudi, biaya perawatan, dan nilai jual kembali merupakan contoh yang dapat dievaluasi. Setiap penambahan perlu diuji dampaknya terhadap kemudahan penggunaan agar sistem tidak berubah menjadi formulir yang terlalu panjang.

Pengembangan kedua adalah menyediakan profil atau mode rekomendasi awal. Pengguna yang tidak memahami pembobotan dapat memilih profil seperti fokus anggaran, penggunaan harian, keluarga, efisiensi, atau performa. Sistem kemudian menawarkan bobot awal yang masih dapat disesuaikan. Pendekatan ini menurunkan hambatan penggunaan tanpa menghilangkan personalisasi. Profil harus disusun berdasarkan data atau validasi pakar dan ditampilkan secara transparan agar pengguna mengetahui prioritas yang digunakan.

Pengembangan ketiga adalah menambahkan analisis sensitivitas dan penjelasan hasil. Selain menampilkan skor, sistem dapat menunjukkan kontribusi setiap kriteria terhadap skor akhir, selisih antarperingkat, dan perubahan hasil ketika bobot dinaikkan atau diturunkan. Visualisasi sederhana seperti diagram kontribusi dapat membantu pengguna memahami alasan rekomendasi. Fitur penjelasan memperkuat sifat transparan SMART dan meningkatkan kualitas diskusi antara pelanggan dan konsultan.

Pengembangan keempat adalah melakukan perbandingan metode menggunakan alternatif dan kriteria yang sama. SMART dapat dibandingkan dengan SAW, TOPSIS, MOORA, VIKOR, atau MAUT. Evaluasi tidak hanya

berfokus pada peringkat, tetapi juga waktu komputasi, stabilitas hasil, kemudahan penjelasan, dan penerimaan pengguna. Studi semacam ini akan memberikan dasar empiris untuk menilai metode mana yang paling sesuai bagi lingkungan showroom. Hasilnya mungkin menunjukkan bahwa satu metode unggul pada keterbacaan, sedangkan metode lain lebih stabil pada perubahan data.

Pengembangan kelima adalah menggabungkan SMART dengan metode penentuan bobot atau logika fuzzy. AHP atau teknik lain dapat membantu pengguna menyusun bobot melalui perbandingan berpasangan, sedangkan fuzzy dapat mengubah istilah linguistik menjadi nilai. Kombinasi perlu dirancang hati-hati agar tidak menghilangkan keunggulan kesederhanaan. Sistem dapat menyediakan mode dasar menggunakan SMART langsung dan mode lanjutan bagi pengguna atau konsultan yang memerlukan analisis lebih detail.

Pengembangan keenam adalah memanfaatkan data historis secara bertahap. Apabila tersedia data interaksi dan transaksi yang memadai, machine learning dapat digunakan untuk memprediksi minat, mengelompokkan profil, atau memperkirakan kecenderungan pemilihan. Hasil prediksi tidak harus menggantikan SMART. Model dapat memberikan rekomendasi bobot awal atau menyaring alternatif, sementara SMART tetap digunakan untuk menghasilkan peringkat yang dapat dijelaskan. Pendekatan hibrid menggabungkan kemampuan belajar dari data dengan transparansi keputusan multikriteria.

Pengembangan ketujuh adalah integrasi dengan sistem inventaris dan customer relationship management. Harga dan status unit dapat diperbarui otomatis, sedangkan permintaan test drive diteruskan ke alur tindak lanjut. Integrasi mengurangi input ganda dan mempercepat pelayanan, tetapi memerlukan antarmuka data yang aman, pemetaan identitas model, serta penanganan kegagalan sinkronisasi. Audit log perlu disediakan agar setiap perubahan dapat dilacak.

Pengembangan kedelapan adalah memperkuat evaluasi pengguna melalui pengujian berulang. UAT dapat dilakukan setelah setiap versi utama dengan responden yang lebih beragam. Selain kuesioner, peneliti dapat mengukur waktu tugas, tingkat keberhasilan, jumlah klik, kesalahan, dan kebutuhan bantuan. Wawancara singkat setelah pengujian akan mengungkap alasan di balik penilaian. Data tersebut dapat digunakan untuk menyusun prioritas perbaikan yang lebih objektif.

Pengembangan kesembilan adalah menguji dampak sistem terhadap proses bisnis nyata. Penelitian dapat membandingkan periode sebelum dan sesudah penerapan berdasarkan waktu konsultasi, jumlah test drive, tingkat konversi, dan kepuasan. Desain eksperimen dapat membandingkan kelompok yang menggunakan sistem dengan kelompok yang menerima konsultasi biasa. Pengukuran ini akan menjawab apakah kelayakan pengguna benar-benar menghasilkan peningkatan kinerja layanan.

Pengembangan kesepuluh adalah memperkuat aspek teknis, keamanan, dan aksesibilitas. Aplikasi perlu diuji pada perangkat seluler, berbagai peramban, dan kondisi jaringan berbeda. Audit keamanan, pencadangan, pemantauan server, dan kebijakan privasi harus menjadi bagian dari penerapan. Antarmuka juga perlu memperhatikan ukuran teks, kontras, navigasi papan ketik, dan label formulir agar dapat digunakan oleh lebih banyak pengguna. Pengembangan teknis tersebut memastikan bahwa sistem tidak hanya menarik dalam demonstrasi, tetapi siap digunakan secara berkelanjutan.

3.12. Sintesis Pembahasan

Berdasarkan keseluruhan hasil, implementasi SMART berhasil mengubah proses pemilihan model BMW menjadi alur yang lebih sistematis, transparan, dan mudah diakses melalui web. Empat kriteria utama dikombinasikan berdasarkan bobot pengguna, kemudian sistem menghasilkan leaderboard dan tabel perbandingan. Integrasi dengan formulir test drive memperlihatkan bahwa aplikasi dirancang untuk mendukung rangkaian layanan, bukan hanya menghasilkan skor. Nilai UAT 84,85 persen memperkuat bahwa fungsi tersebut diterima dengan baik oleh responden dan dinilai sangat layak pada tahap pengujian.

Kontribusi utama penelitian terletak pada penerapan metode yang ringan dan dapat dijelaskan untuk personalisasi rekomendasi kendaraan premium. Dibandingkan rekomendasi subjektif, SMART menawarkan prosedur yang konsisten; dibandingkan metode yang lebih kompleks, alurnya relatif mudah diterapkan dan dikomunikasikan. Namun, hasil perlu dibaca sesuai batas bukti. UAT menunjukkan penerimaan, sedangkan validasi akurasi, sensitivitas, perbandingan metode, keamanan, dan dampak bisnis masih memerlukan pengujian tambahan.

Dengan mempertimbangkan kekuatan dan keterbatasannya, sistem layak digunakan sebagai alat bantu awal dalam konsultasi pemilihan mobil. Penerapan terbaik adalah ketika hasil SMART dipadukan dengan data inventaris yang mutakhir, penjelasan tenaga penjualan, dan pengalaman test drive. Pengembangan berkelanjutan pada kriteria, evaluasi, integrasi, dan tata kelola data akan menentukan apakah sistem dapat berkembang dari aplikasi rekomendasi fungsional menjadi platform pengambilan keputusan yang memberi nilai nyata bagi pelanggan dan PT BMW HW.

4. Kesimpulan

Implementasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk rekomendasi pemilihan model mobil BMW telah berhasil dirancang dan dibangun ke dalam arsitektur perangkat lunak berbasis web secara optimal. Penerapan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) mampu mengotomatisasi perhitungan bobot kriteria secara objektif, sehingga proses pemilihan yang sebelumnya bersifat konvensional dan sangat bergantung pada subjektivitas pihak penjual dapat direduksi. Berdasarkan pengujian *User Acceptance Test* terhadap representasi pelanggan, sistem mencatatkan persentase kelayakan sebesar 84,85%. Fakta evaluasi tersebut membuktikan bahwa logika algoritma yang disematkan mampu berjalan secara presisi dan menghasilkan rekomendasi komparatif yang mempermudah konsumen dalam mengambil keputusan transaksi kendaraan secara efektif dan rasional.

Reference

1. Akhar, M., Zulkarnaini, I., & Iqbal. (2026). Rancang Bangun Sistem Informasi Rental Mobil Terintegrasi Whatsapp API Gateway. *Jurnal Ilmu Komputer Aceh*, 3(2). 304-316. <https://doi.org/10.51179/ilka.v3i2.99>
2. Anggara, J., Ramadhan, F. R., Syofian, A. F., Panjaitan, A. A., & Fithras, R. F. (2024). Pengembangan Sistem Prediksi Harga dan Rekomendasi Mobil Bekas Berbasis Machine Learning. *Journey of Technology and Informatics (JoTI)*, 7(1), 11-23. <https://doi.org/10.37802/joti.v7i1.987>
3. Cahyo, W. N. (2024). Implementasi Metode Simple Multy-Attribute Rating Technique (SMART) Dalam Rekomendasi Pembelian Smartphone. Skripsi Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. <https://doi.org/10.24252/instek.v9i2.50774>
4. Furqan, H., Risawandi, & Rosnita, L. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Pada E-Commerce Menggunakan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique. *Jurnal Nasional Teknologi Informasi*, 2(6), 491-494. <https://doi.org/10.29103/tts.v3i1.6851>
5. Kurnialensya, T., Putra, T. W. A., & Hartono, B. (2024). Rekomendasi Pembelian Mobil Menggunakan Metode Fuzzy dan Metode SMART. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 15(2), 315-327. <http://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JTIKP>
6. Mufid, A., Aulia, K., & Prasetya, R. P. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Bekas Menggunakan Metode TOPSIS. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(4), 2333-2340. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i4.7504>
7. Noviana, Z. R., Seniwati, E., & Hartanti, N. T. (2024). Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Mobil Bekas Menggunakan Metode SAW (Studi Kasus: Bogor Auto). *Journal of Information System Management (JOISM)*, 6(1), 70-78. <https://doi.org/10.24076/joism.2024v6i1.1676>
8. Pangestu, P. R., & Voutama, A. (2024). Pemanfaatan UML (Unified Modelling Language) Pada Sistem Pengelolaan Aspirasi Mahasiswa Berbasis Website. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(6), 11846-11851. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i6.11732>
9. Permana, M. Wilonotomo, & Assisroj, P. (2025). Identifikasi Teknologi Yang Dominan Dalam Pengembangan Sistem Informasi Pemesanan Online: Systematic Literture Review. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(4), 6546-6552. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i4.14071>
10. Putri, N. I., Rustiyana, Herdiana, Y., & Munawar, Z. (2021). Sistem Rekomendasi Hibrid Pemilihan Mobil Berdasarkan Profil Pengguna dan Barang. *TEMATIK*, 8(1), 56-68. <https://doi.org/10.38204/tematik.v8i1.566>
11. Susanto, E., Susena, E., & Maudiasititi, M. P. A (2025). Penerapan Teknologi Web Sistem Reservasi Managemen Wedding Organizer. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, 11(1), 36-43. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v4i1.8960>
12. Pradana, G., & Rejeki, R. S. A. (2023). Sistem Rekomendasi Pemilihan Mobil Menggunakan Metode MOORA. *ELKOM: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 16(2), 270-277. <https://doi.org/10.51903/elkom.v16i2.1290>
13. Syahputra, D., Azmi, M. F., & Berutu, M. P. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Pemlihan Laptop Terbaik Dengan Metode SMART Berbasis Web. *Jurnal Komputer JUKTISI*, 1(2), 21-31. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v1i2.19>
14. Syam, S., & Muryanah, S. (2025). Perbandingan Hasil Pemilihan Smartphone menggunakan Metode SMART, VIKOR, dan MAUT dalam Sistem Pendukung Keputusan. *UNISTEK*, 12(1), 63-78. <https://doi.org/10.33592/unistek.v12i1.7516>
15. Yoga, R. F., Litanianda, Y., & Buntoro, G. A. (2025). Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis SAW untuk Rekomendasi Pemilihan Motor Bekas. *Bit-Tech (Binary Digital – Technology)*, 7(3), 911-917. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i3.2236>
16. Yusnadi, M. R., & Harefa, K. (2026). Implementasi Metode Smart Untuk Rekomendasi Pelanggan Memilih Motor Bekas Berbasis Web Pada Cv.Mulana Motor. *Jurnal Komputer JUKTISI*, 5(1), 1082-1090. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v5i1.1260>