

**SISTEM REKOMENDASI PEMBELIAN MOBIL LISTRIK BERBASIS WEB
MENGUNAKAN METODE *WEIGHTED PRODUCT***

SKRIPSI

Oleh:
DIKA AFLADHIA NAPIRI
NIM. 210605110091



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**SISTEM REKOMENDASI PEMBELIAN MOBIL LISTRIK BERBASIS
WEB MENGGUNAKAN METODE *WEIGHTED PRODUCT***

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :
DIKA AFLADHIA NAPIRI
NIM. 210605110091

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

SISTEM REKOMENDASI PEMBELIAN MOBIL LISTRIK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE *WEIGHTED PRODUCT*

SKRIPSI

Oleh :
DIKA AFLADHIA NAPIRI
NIM. 210605110091

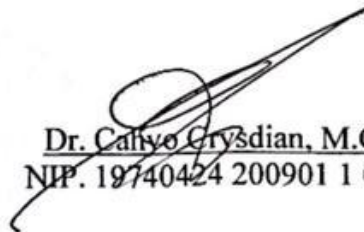
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 1 Desember 2025

Pembimbing I,



Nurizal Dwi Priandani, M.Kom
NIP. 19920830 202203 1 001

Pembimbing II,



Dr. Cahyo Grysdian, M.Cs
NIP. 19740424 200901 1 008

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Supriyono, M.Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM REKOMENDASI PEMBELIAN MOBIL LISTRIK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN *WEIGHTED PRODUCT*

SKRIPSI

Oleh :
DIKA AFLADHIA NAPIRI
NIM. 210605110091

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 2 Desember 2025


Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>A'la Syauqi, M.Kom</u> NIP. 19771201 200801 1 007
Anggota Penguji I	: <u>Roro Inda Melani, MT, M.Sc</u> NIP. 19780925 200501 1 008
Anggota Penguji II	: <u>Nurizal Dwi Priandani, M.Kom</u> NIP. 19920830 202203 1 001
Anggota Penguji III	: <u>Dr. Cahyo Crysdian, M.Cs</u> NIP. 19740424 200901 1 008

()
()
()
()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Supriyanto, M.Kom
NIP. 19831010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dika Afladhia Napiri
NIM : 210605110091
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Sistem Rekomendasi Pembelian Mobil Listrik
Berbasis Web Menggunakan Metode *Weighted Product*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 2 Desember 2025
Yang membuat pernyataan,



Dika Afladhia Napiri
NIM. 210605110091

MOTTO

“Shaped with Firmness, Softened with Affection”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamin puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju addinul Islam.

Penulis mempersembahkan karya ini kepada diri penulis sendiri, orang tua, para dosen, kerabat, teman, sahabat, serta orang-orang yang telah membantu, mendoakan, serta menyemangati penulis dalam menuntaskan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita semua kelak memperoleh syafaat beliau di hari kiamat. Aamiin.

Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. H. Agus Mulyono, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Supriyono, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Nurizal Dwi Priandani, M.Kom, selaku dosen pembimbing 1 serta mentor yang telah memberikan bimbingan, saran, kesabaran dan dukungan yang sangat berarti bagi penulis selama proses penelitian.
5. Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs, selaku dosen pembimbing 2, atas arahan dan pencerahan yang sangat membantu dalam menyempurnakan karya ini.

6. A'la Syauqi, M.Kom, selaku dosen Penguji I dan Roro Inda Melani, MT, M.Sc, selaku dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh staf dan dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan fasilitas kepada penulis selama masa studi.
8. Ayahanda Alm.M.Napiri, Ibunda Fatmy, dan saudara-saudari penulis yang senantiasa menjadi sumber semangat, memberikan dukungan tanpa henti, serta menyertai dengan doa-doa terbaik, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT senantiasa menganugerahkan kesehatan dan perlindungan, agar senantiasa dapat mendampingi setiap langkah dan pencapaian penulis ke depannya.
9. Teman-teman “Gol. Kanan”, yang telah memberikan banyak bantuan baik material maupun dukungan intelektual, semangat, serta motivasi dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
10. Teman seperjuangan “ZIDAPUDIA”, yang beranggotakan Putrazidan, Putri, dan Aulia. Terima kasih telah menemani hari-hari penulis dan terima kasih atas dukungan dan semangat yang tanpa henti diberikan. Sukses untuk kalian semua.
11. Rekan seperjuangan “Kontrakan Pria Tampan”, yang beranggotakan Haikal, Reyhan, Fuaidil, Noviansyah, Gianda, Safril, Musa, Khalif, Rafi, Al, Fauzil, Amirul, Daffa, dan Zufar. Terima kasih telah menemani hari-hari

penulis dan terima kasih sudah mau menemani suka duka serta berbagi tawa dan air mata. Sukses untuk kalian semua.

12. Ramadhana Fardian Perkasa, yang telah dengan sukarela membantu kelancaran proses pengerjaan skripsi ini. Terima kasih atas kebaikan dan bantuannya. Semoga segala kebaikan dibalas dengan keberkahan dan kemudahan dalam setiap urusan.

13. Seluruh keluarga besar Teknik Informatika, khususnya Angkatan 2021 “ASTER”, atas segala ilmu, semangat, serta pengalaman berharga yang telah dibagikan selama masa perkuliahan. Semoga tali silaturahmi ini senantiasa terjaga, dan kita semua dapat menggapai cita-cita dan impian bersama.

14. Seluruh pihak yang telah terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung dari awal perkuliahan hingga akhir penulisan skripsi ini

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat di masa yang akan datang. Penulis juga menyadari bahwa karya ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala bentuk masukan dan saran yang membangun untuk pengembangan lebih lanjut.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Malang, 2 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pernyataan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II STUDI PUSTAKA.....	7
2.1 Sistem Rekomendasi Mobil Listrik	7
2.2 Sistem Rekomendasi Berbasis <i>Weighted Product</i> (WP).....	8
2.3 <i>Weighted Product</i> (WP).....	10
2.4 Metode <i>Normalized Discounted Cumulative Gain</i> (nDCG)	12
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM REKOMENDASI.....	15
3.1 Desain Penelitian	15
3.1.1 Pengumpulan Data.....	15
3.1.2 Desain Sistem	17
3.1.3 Implementasi	22
3.1.4 Skenario Pengujian.....	24
3.1.5 Analisis Hasil.....	29
3.2 Implementasi Website.....	29
3.3 Implementasi Algoritma	32
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Tata Cara Pengujian.....	37
4.2 Hasil Pengujian	38
4.3 Pembahasan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Desain Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Diagram Desain Sistem.....	17
Gambar 3. 3 Algoritma Metode Weighted Product	20
Gambar 3. 4 Gambar Halaman Dashboard	30
Gambar 3. 5 Gambar Halaman Kriteria	30
Gambar 3. 6 Gambar Halaman Hasil Rekomendasi	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Contoh Data	16
Tabel 3. 2 Tabel Data Mobil Listrik.....	17
Tabel 3. 3 Tabel Nilai Alternatif Kriteria.....	18
Tabel 3. 4 Matrik Alternatif yang Telah di Normalisasi	18
Tabel 3. 5 Tabel Kriteria	19
Tabel 3. 6 Tabel Preferensi	19
Tabel 3. 7 Tabel Bobot Kriteria	19
Tabel 3. 8 Tabel Nilai Normalisasi Bobot	20
Tabel 3. 9 Hasil Perhitungan Vektor V	22
Tabel 3. 10 Hasil Perankingan Alternatif.....	22
Tabel 3. 11 Tabel Contoh Skenario	24
Tabel 3. 12 Tabel Relevansi.....	25
Tabel 3. 13 Hasil Penentuan Skor Relevansi Skenario 1	26
Tabel 3. 14 Tabel Hasil nDCG dari Contoh Tiap Skenario	29
Tabel 4. 1 Tabel Skenario Pengujian	39
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Rekomendasi Skenario	40
Tabel 4. 3 Hasil Skor Relevansi Tiap Skenario	41
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan nDCG	43

ABSTRAK

Napiri, Dika Afladhia. 2025. **Sistem Rekomendasi Pembelian Mobil Listrik Berbasis Web Menggunakan Metode *Weighted Product***. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Nurizal Dwi Priandani, M.Kom. (II) Dr. Cahyo Crsydian, M.Cs.

Kata Kunci: Sistem Rekomendasi, Mobil Listrik, *Weighted Product*, nDCG, Pemeringkatan

Perkembangan teknologi kendaraan listrik di Indonesia semakin pesat, namun konsumen masih mengalami kesulitan dalam menentukan mobil listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem rekomendasi pembelian mobil listrik berbasis web menggunakan metode *Weighted Product* (WP) serta mengevaluasi kualitas hasil rekomendasinya menggunakan metode *Normalized Discounted Cumulative Gain* (nDCG). Data yang digunakan merupakan data sekunder sebanyak 125 jenis mobil listrik yang diperoleh dari GAIKINDO dan situs resmi pabrikan, dengan lima kriteria utama yaitu harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, power, dan ketersediaan service station. Metode WP digunakan untuk melakukan perhitungan pemeringkatan berdasarkan bobot preferensi pengguna pada masing-masing kriteria. Sistem kemudian menghasilkan rekomendasi tiga mobil terbaik untuk setiap skenario pengujian. Selanjutnya, metode nDCG digunakan untuk mengevaluasi kualitas peringkat yang dihasilkan oleh sistem terhadap kesesuaian preferensi pengguna. Pengujian dilakukan terhadap 10 skenario bobot preferensi yang berbeda-beda. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai nDCG berada pada rentang 0,50 hingga 1,00, dengan sebagian besar skenario memperoleh nilai di atas 0,90, serta menghasilkan rata-rata nilai nDCG sebesar 0,9307 atau 93,07%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan hasil rekomendasi yang relevan dan konsisten dengan preferensi pengguna. Dengan demikian, metode WP efektif digunakan dalam proses rekomendasi pembelian mobil listrik, dan evaluasi menggunakan nDCG membuktikan bahwa kualitas pemeringkatan sistem berada pada kategori sangat baik. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memilih mobil listrik yang sesuai kebutuhan serta menjadi referensi bagi penelitian dan pengembangan sistem rekomendasi pada bidang otomotif.

ABSTRACT

Napiri, Dika Afladhia. 2025. **A Web-Based Recommendation System for Electric Vehicle Purchasing Using the Weighted Product Method.** Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Counselor: (I) Nurizal Dwi Priandani, M.Kom. (II) Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs.

Keywords: Recommendation System, Electric Vehicles, Weighted Product, nDCG, Ranking.

The rapid growth of electric vehicle technology in Indonesia has not been accompanied by sufficient consumer understanding in selecting products that align with their needs and preferences. This study develops a web-based electric vehicle recommendation system utilizing the Weighted Product (WP) method and evaluates its ranking performance through the Normalized Discounted Cumulative Gain (nDCG) metric. A total of 125 electric vehicle models were used as secondary data, obtained from GAIKINDO and official manufacturer sources, evaluated across five key criteria: price, range, battery capacity, power, and service station availability. The WP method was applied to generate alternative rankings based on user-defined preference weights, and the system produced the top three recommendations for each testing scenario. The nDCG metric was then used to assess the degree of alignment between the system-generated rankings and the ideal relevance-based rankings. Ten different user preference scenarios were tested. The evaluation results indicate that the nDCG scores range from 0.50 to 1.00, with most scenarios achieving values above 0.90, and an overall average of 0.9307 (93.07%). These findings demonstrate that the system produces highly relevant and consistent recommendations in accordance with user preferences. The results further affirm that the Weighted Product method is effective for generating electric vehicle purchase recommendations, and that nDCG provides a reliable measure of ranking quality. This system is expected to assist consumers in making more informed decisions regarding electric vehicle selection and to serve as a reference for future research on recommendation systems in the automotive domain.

مستخلص البحث

Weighted Product. ديكا أفلاضهيا نابيري ٢٠٢٥. نظام توصية شراء السيارات الكهربائية القائم على الويب باستخدام طريقة الرسالة الجامعية. برنامج دراسة هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالک إبراهيم الإسلامية، مالانج. المشرفون (١) نوريزال دوي بريانداني، الماجستير (٢) الدكتور تشايو كريسديان، الماجستير

الكلمات المفتاحية: نظام التوصية، المركبات الكهربائية، طريقة حاصل الضرب الموزون، مقياس الكسب التراكمي المخصص المطبق. الترتيب.

يشهد تطوّر تقنيّة المركبات الكهربائيّة في إندونيسيا نموّاً سريعاً، إلّا أنّ المستهلكين ما زالوا يواجهون صعوبة في تحديد السيّارة الكهربائيّة التي تناسب احتياجاتهم وتفضيلاتهم. يهدف هذا البحث إلى بناء نظام توصية لشراء السيّارات الكهربائيّة وكذلك تقييم جودة نتائج التوصية باستخدام (Weighted Product) القائم على الويب باستخدام طريقة حاصل الضرب الموزن. تمّ استخدام بيانات ثانويّة تضم ١٢٥ نوعاً من السيّارات الكهربائيّة، والتي (nDCG) مقياس الكسب التراكمي المخصص المطبق، والمواقع الرسميّة للشركات المصنّعة. وتستند الدراسة إلى خمسة معايير رئيسيّة (GAIKINDO) تمّ الحصول عليها من جايندو وتوفّر تحطّات الصيانة. تستخدم طريقة حاصل الضرب الموزن (Power) وهي السعّر، ومسافة السير، وسعة البطاريّة، والقدرة في حساب الترتيب بالاعتماد على أوزان تفضيلات المستخدم لكلّ معيار. ويولّد النظام ثلاث توصيات لأفضل السيّارات لتقييم جودة الترتيب الناتج عن النظام بما يتوافق مع تفضيلات nDCG في كلّ سيناريو اختبار. بعد ذلك، يستخدم مقياس تناوّل nDCG المستخدم في إجراء الاختبار على عشرة سيناريوهات مختلفة لأوزان التفضيل. وأظهرت نتائج التقييم أنّ قيم 1.00، حيث حقّق معظم السيناريوهات قيمة تزيد عن 0.90، بمتوسط قيمة تبلغ 0.9307 أو ما يعادل 93.07 0.50. ويدلّ ذلك على أنّ النظام قادر على تقديم توصيات دقيقة ومتسقة مع تفضيلات المستخدم وبناءً على ذلك، تُعتبر طريقة أنّ جودة nDCG حاصل الضرب الموزن فعّالة في عمليّة توصية شراء السيّارات الكهربائيّة، كما يُثبت التقييم باستخدام مقياس ترتيب النظام تقع في فئة عالية جداً. ومن المتوقّع أنّ يساهم هذا النظام في مساعدة المجتمع على اختيار السيّارات الكهربائيّة التي تناسب احتياجاتهم، وأن يكون مرجعاً للأبحاث وتطوير أنظمة التوصية في المجال السيّاريّ.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang otomotif telah mengalami perubahan besar dalam beberapa dekade terakhir (Riza Chakim & Arya Bimantara, 2023). Teknologi yang awalnya hanya berfokus pada peningkatan performa mesin dan kenyamanan berkendara, kini telah berkembang mencakup aspek keselamatan, efisiensi, dan sistem hiburan. Penerapan teknologi pada bidang otomotif telah melahirkan fitur-fitur seperti pengereman otomatis, deteksi objek, serta kemampuan kendaraan yang dapat mengemudi tanpa intervensi manusia. Perkembangan lain yang signifikan adalah dalam hal efisiensi bahan bakar, di mana berbagai inovasi di mesin pembakaran dan desain aerodinamis telah mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (Julian & Lumban Batu, 2023). Teknologi baterai dan elektrifikasi juga semakin maju, memungkinkan kendaraan masa kini untuk lebih ramah lingkungan tanpa mengorbankan performa. Semua inovasi ini mengarah pada masa depan industri otomotif yang semakin pintar, aman, dan efisien. Dengan adanya perkembangan teknologi tersebut jugalah, yang membuat terciptanya kendaraan berbahan bakar listrik, atau yang biasa disebut mobil listrik.

Mobil listrik adalah inovasi penting dalam industri otomotif yang dirancang untuk menggantikan kendaraan berbahan bakar fosil dengan tujuan mengurangi polusi udara (G. Tangkudung, 2024). Mobil listrik menggunakan motor listrik yang

ditenagai oleh baterai sebagai sumber energinya, sehingga tidak menghasilkan emisi gas buang yang berbahaya. Teknologi ini menawarkan berbagai keunggulan, seperti efisiensi energi yang lebih tinggi, biaya operasional yang lebih rendah, serta pengalaman berkendara yang lebih halus dan senyap dibandingkan dengan kendaraan konvensional (Julian & Lumban Batu, 2023). Perkembangan teknologi baterai, terutama dalam hal kapasitas dan kecepatan pengisian, dan juga memperbaiki jangkauan perjalanan mobil listrik, menjadikannya pilihan yang semakin menarik bagi konsumen. Selain itu, infrastruktur pengisian daya yang semakin berkembang di berbagai negara juga mempermudah adopsi mobil listrik menjadi lebih luas. Dengan meningkatnya kesadaran akan kebutuhan dan solusi transportasi yang lebih ramah lingkungan, mobil listrik diharapkan dapat menjadi masa depan transportasi global.

Dalam pandangan islam, Allah memerintahkan manusia untuk tidak berbuat kerusakan di muka bumi dan senantiasa berbuat kebaikan sesuai dengan apa yang telah dianugerahkan-Nya. Hal ini mencerminkan tanggung jawab manusia sebagai khalifah fil ardh (pemelihara bumi) untuk menggunakan sumber daya secara bijak dan berkelanjutan, seperti ayat yang tercantum pada QS. Al-Qashash ayat 77:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

“(Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.” (QS. Al-Qashash:77).

Di Indonesia sendiri, perkembangan mobil listrik mulai menunjukkan kemajuan yang signifikan, seiring dengan upaya pemerintah untuk mendorong penggunaan kendaraan ramah lingkungan (G. Tangkudung, 2024). Pemerintah telah mengeluarkan berbagai regulasi dan insentif untuk mempercepat penggunaan mobil listrik, seperti pembebasan pajak kendaraan bermotor, subsidi, serta pengembangan infrastruktur pengisian daya di berbagai kota besar (G. Tangkudung, 2024). Beberapa produsen mobil global maupun lokal juga telah mulai memasarkan berbagai jenis mobil listrik di Indonesia, dengan harga yang semakin kompetitif dan teknologi yang terus berkembang. Selain itu, Perusahaan Listrik Negara (PLN) telah berkomitmen untuk membangun lebih banyak stasiun pengisian daya guna mendukung kebutuhan pengguna mobil listrik. Sejak tahun 2021 hingga akhir tahun 2023, telah ada 1.081 Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) yang di bangun (Wahyudi, 2024).

Meskipun perkembangan mobil listrik di Indonesia masih berada pada tahap awal, minat masyarakat mulai meningkat, terutama di tengah pahamnya masyarakat akan kesadaran dan pentingnya pengurangan emisi karbon dan efisiensi energi (Suci Kuswardani, 2024). Beberapa studi menunjukkan, jumlah kendaraan listrik di Indonesia mengalami pertumbuhan signifikan dalam beberapa tahun terakhir (G. Tangkudung, 2024). Berdasarkan data Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo), penjualan *wholesales* (pabrik ke dealer) mobil listrik nasional tercatat sebanyak 9.729 unit pada Januari-Mei 2024. Angka ini melonjak 109,68% *year on year* (yoy) dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya yaitu 4.640 unit.

Masyarakat Indonesia sering kali merasa bingung dalam memilih mobil listrik yang tepat, karena terdapat berbagai faktor yang harus dipertimbangkan (Permana et al., 2023). Beragamnya pilihan model mobil listrik, kapasitas baterai, jarak tempuh, hingga fitur-fitur teknologi yang disematkan, membuat konsumen sulit menentukan mana yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka (Muhammad Zaynurroyhan et al., 2023). Selain itu, harga mobil listrik yang relatif lebih tinggi dibandingkan kendaraan konvensional masih menjadi pertimbangan utama (Suci Kuswardani, 2024). Konsumen juga sering kali khawatir tentang durabilitas baterai dan biaya perawatan jangka panjang, yang masih kurang dipahami oleh sebagian besar masyarakat. Keterbatasan informasi yang jelas dan edukasi mengenai keuntungan serta kelemahan masing-masing model mobil listrik turut menambah kebingungan, sehingga banyak calon pembeli merasa ragu dalam mengambil keputusan. Dalam situasi ini, kebutuhan akan panduan atau sistem rekomendasi yang mampu membantu konsumen memilih mobil listrik yang tepat menjadi semakin penting.

Pembangunan sistem rekomendasi yang baik, dapat membantu masyarakat yang ingin membeli mobil listrik yang sesuai dengan kebutuhan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam membangun sistem rekomendasi yaitu, WP (*weighted product*). WP adalah salah satu metode yang digunakan untuk penyelesaian sistem pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan kriteria dan bobot (Sabandar & Ahmad, 2023). Berdasarkan latar belakang ini, untuk membantu masyarakat memilih mobil listrik yang sesuai dengan kebutuhannya, dibuatlah sistem rekomendasi pembelian mobil listrik dengan menggunakan metode WP. Dengan

menggunakan sistem ini, diharapkan dapat mempermudah masyarakat dalam memilih mobil listrik yang tepat dan sesuai dengan kebutuhannya.

1.2 Pernyataan Masalah

Bagaimana kualitas hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh metode *weighted product* dalam sistem rekomendasi pembelian mobil listrik berdasarkan evaluasi menggunakan metode nDCG?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada mobil listrik yang dijual di Indonesia.
2. Data diambil dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) dan website resmi merk kendaraan listrik yang berjumlah 125 data.
3. Data yang didapatkan dan digunakan berupa data *wholesale* bulan Januari-September 2024.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengukur Kualitas hasil rekomendasi *weighted product* dalam pembelian mobil listrik berdasarkan metode nDCG.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan referensi dan pertimbangan berbasis data dalam memahami preferensi konsumen terhadap mobil listrik, serta membantu instansi produsen mobil, seperti PT Hyundai Motors Indonesia dan PT SGMW Motor

Indonesia (Wuling Motors), dalam pengembangan produk dalam pembangunan kendaraan listrik.

2. Membantu lembaga pemerintah, seperti Kementerian Perhubungan (Kemenhub), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), serta Kementerian Perindustrian, dalam menyediakan dasar pertimbangan untuk merumuskan kebijakan yang mendukung pengembangan, pemanfaatan, dan adopsi kendaraan listrik di Indonesia.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Sistem Rekomendasi Mobil Listrik

Penelitian yang dikembangkan oleh Nie (2023) mengusulkan sistem rekomendasi stasiun pengisian kendaraan listrik pada skala kota dengan menggunakan pendekatan *deep reinforcement learning*. Sistem tersebut bersifat *human-centric* dan mempertimbangkan kenyamanan pengguna, kondisi lalu lintas, serta jarak menuju stasiun pengisian. Persamaan penelitian ini terletak pada tujuan utama, yaitu memberikan rekomendasi yang relevan berdasarkan preferensi pengguna. Namun terdapat perbedaan mendasar, yaitu penelitian ACM lebih fokus pada optimasi perjalanan dan layanan pengisian daya, sementara penelitian ini memusatkan perhatian pada pemeringkatan mobil listrik sebagai produk, bukan pada infrastruktur pengisian, serta menggunakan metode WP sebagai pendekatan multikriteria.

Penerapan metode MCDM hibrida untuk menilai dan memilih kendaraan listrik dengan mempertimbangkan berbagai kriteria seperti performa, biaya kepemilikan, dan infrastruktur pendukung pada penelitian oleh Więckowski (2024) menunjukkan bahwa pendekatan hybrid meningkatkan stabilitas hasil rekomendasi dan mengurangi sensitivitas terhadap perubahan bobot, sehingga memberikan keputusan yang lebih konsisten. Penelitian ini memiliki persamaan yang dimana membahas pemilihan kendaraan listrik berdasarkan kriteria multivariabel. Namun,

terdapat perbedaan utama, yaitu penelitian oleh Więckowski (2024) menggunakan metode MCDM hybrid yang menggabungkan beberapa teknik pembobotan.

2.2 Sistem Rekomendasi Berbasis *Weighted Product* (WP)

Sistem rekomendasi dalam penelitian ini menggunakan metode *Weighted Product* (WP) dikarenakan mampu menghasilkan pemeringkatan berdasarkan nilai dan bobot tiap alternatif secara proporsional. Keberhasilan metode ini dibuktikan oleh Perkasa (2022) yang menggunakannya pada sistem rekomendasi saham, dengan tingkat akurasi 93% untuk saham syariah dan 87% untuk saham konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa WP mampu memberikan rekomendasi yang tepat dan relevan dengan preferensi pengguna, sehingga cocok diterapkan dalam pemilihan mobil listrik.

Penerapan metode WP juga terbukti efektif dalam penelitian yang dilakukan oleh Fransiska (2023), yang mengembangkan sistem rekomendasi untuk menentukan *e-commerce* terbaik. Dalam penelitiannya, WP digunakan untuk mengolah data kriteria seperti harga, kualitas layanan, keamanan transaksi, dan kelengkapan produk. Hasilnya menunjukkan bahwa WP mampu memberikan hasil pemeringkatan yang konsisten dengan kebutuhan pengguna dan menghasilkan alternatif rekomendasi yang akurat. Keberhasilan ini memperkuat bahwa metode WP tidak hanya fleksibel dalam berbagai domain, tetapi juga mampu mengakomodasi preferensi pengguna dalam pengambilan keputusan yang kompleks, termasuk dalam konteks pemilihan mobil listrik yang melibatkan berbagai faktor penting seperti harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, daya mesin, dan ketersediaan layanan (Fransiska, 2023).

Efektivitas metode WP juga terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Waworuntu & Hermawan (2023), yang membangun sistem rekomendasi pemilihan ban sepeda motor berbasis WP. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan hasil rekomendasi yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, ditunjukkan dari hasil pengujian menggunakan metode *Technology Acceptance Model* (TAM) yang memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 84,56%. Keberhasilan sistem ini menegaskan bahwa WP mampu mengolah preferensi pengguna secara efisien dalam pengambilan keputusan berbasis multi-kriteria. Dengan mempertimbangkan hasil tersebut, penggunaan metode WP dalam skripsi ini diyakini dapat menghasilkan sistem rekomendasi pembelian mobil listrik yang tidak hanya tepat sasaran, tetapi juga responsif terhadap bobot kepentingan yang diberikan oleh pengguna terhadap masing-masing kriteria (Waworuntu & Hermawan, 2023).

Mengembangkan sistem rekomendasi berbasis pengambilan keputusan untuk pemilihan mobil listrik, dengan mengintegrasikan metode WP sebagai alat penentu pemeringkatan berdasarkan preferensi pengguna terhadap lima kriteria utama. Meskipun objek penelitian berfokus pada mobil listrik, pendekatan serupa juga dilakukan oleh Bahtiar & Junaedi (2022) dalam sistem pendukung keputusan untuk pemilihan mobil bekas. Penelitian tersebut menggabungkan metode *Fuzzy Tsukamoto* dengan model WP untuk menilai mobil bekas terbaik berdasarkan enam kriteria, seperti harga, penghasilan, kapasitas mesin, konsumsi bahan bakar, jarak tempuh, dan tahun kendaraan. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi metode fuzzy dan WP mampu memberikan rekomendasi yang efektif dan sesuai dengan

kebutuhan pengguna. Meskipun pendekatan metode dan objek berbeda, kesamaan dalam struktur sistem dan tujuan yang berorientasi pada preferensi pengguna menjadi landasan bahwa metode WP juga layak diterapkan dalam konteks mobil listrik, guna menghasilkan sistem rekomendasi yang akurat dan informatif (Bahtiar & Junaedi, 2022).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah WP karena kemampuannya dalam menghasilkan pemeringkatan yang sesuai dengan bobot preferensi pengguna. Penelitian ini mengadaptasi sistem pengambilan keputusan dalam bentuk sistem rekomendasi untuk membantu pengguna memilih mobil listrik berdasarkan lima kriteria utama yang telah ditentukan. Studi serupa dilakukan oleh Hidayat (2023), yang membandingkan tiga metode pengambilan keputusan yaitu, WP, SAW, dan TOPSIS dalam pemilihan mobil bekas. Meskipun ketiganya mampu menghasilkan rekomendasi yang sama untuk alternatif terbaik. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa masing-masing metode memiliki keunggulan tergantung pada konteks dan karakteristik data. Oleh karena itu, pemilihan metode WP dalam skripsi ini didasarkan pada kesesuaiannya dengan kebutuhan sistem berbasis web yang menuntut efisiensi dan hasil pemeringkatan yang konsisten terhadap preferensi pengguna (Hidayat, 2023).

2.3 Weighted Product (WP)

Metode WP adalah salah satu teknik dalam Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System - DSS*) yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan kriteria tertentu dengan cara mengalikan nilai dari setiap kriteria yang telah dibobotkan (Yulina & Aura Marchelita Nugroho, 2023). WP

merupakan metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti pemilihan produk, seleksi pegawai, hingga sistem rekomendasi. Metode WP bekerja dengan menghitung nilai preferensi setiap alternatif menggunakan perkalian dari setiap kriteria yang telah dinormalisasi dan dipangkatkan dengan bobot yang telah ditentukan. Semakin tinggi nilai preferensi yang dihasilkan, maka semakin baik alternatif tersebut dibandingkan alternatif lainnya.

Berikut adalah langkah-langkah penyelesaian metode WP yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Perbaikan bobot atau pembobotan kriteria, nilai bobot akan dibagi dengan seluruh jumlah dari nilai bobot:

$$W_j = \frac{W_j}{\sum W_j} \quad (2.1)$$

Keterangan:

W_j = Nilai Bobot

$\sum W_j$ = Nilai jumlah seluruh bobot

2. Persamaan untuk menghitung Vektor S, melakukan perkalian pada nilai kriteria dengan masing-masing bobot kriteria yang sudah diperbaiki:

$$S_i = \prod_{j=1}^n X_{ij}^{W_j} \quad (2.2)$$

Keterangan:

S_i = Hasil normalisasi keputusan untuk alternatif ke-i

X_{ij} = Rating alternatif per kriteria

W_j = Nilai bobot dari kriteria

i = Nilai alternatif

n = Banyaknya kriteria

j = Nilai kriteria

3. Perankingan dengan menghitung Vektor Vi, dengan persamaan :

$$v_i = \frac{\prod_{j=1}^n X_{ij}^{W_j}}{\prod_{j=1}^n X_{ij} W_j} \quad (2.3)$$

Keterangan:

V	= Nilai preferensi alternatif
X	= Nilai Kriteria
W	= Bobot kriteria
i	= Nilai alternatif
n	= Banyaknya kriteria
S_i	= Hasil normalisasi keputusan untuk alternatif ke- i
ΣS_i	= Total atau jumlah hasil normalisasi keputusan

2.4 Metode *Normalized Discounted Cumulative Gain* (nDCG)

Pengujian pada sistem rekomendasi ini menggunakan metode *Normalized Discounted Cumulative Gain* (nDCG). Metode nDCG dipilih karena mampu mengevaluasi kualitas hasil rekomendasi berdasarkan relevansi dan urutan peringkat yang dihasilkan sistem. Kelebihan utama dari nDCG adalah kemampuannya memberikan penilaian akurat terhadap sistem rekomendasi, terutama ketika tujuan penelitian adalah mengukur kesesuaian hasil perankingan sistem dengan preferensi pengguna (Ifada et al., 2020). Hal ini menjadikan nDCG tepat digunakan dalam penelitian ini, yang berfokus pada sistem rekomendasi pembelian mobil listrik berbasis metode WP.

Secara umum, tahapan dalam pengujian dengan metode nDCG adalah sebagai berikut:

1. Menentukan relevansi

Relevansi ditentukan berdasarkan bobot preferensi yang diberikan pengguna pada kriteria (harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, *power*, dan ketersediaan *service station*). Setiap alternatif mobil listrik diberi skor relevansi sesuai dengan kesesuaian terhadap preferensi pengguna.

2. Menghitung DCG (*Discounted Cumulative Gain*)

DCG dihitung dengan menjumlahkan nilai relevansi dari alternatif pada hasil perankingan sistem, dengan mempertimbangkan faktor posisi (semakin atas urutan, bobotnya semakin besar).

$$DCG_p = rel_1 + \sum_{i=2}^p \frac{rel_i}{\log_2(i)} \quad (2.4)$$

Rumus ini menunjukkan bahwa posisi pertama memiliki bobot terbesar, sedangkan posisi-posisi berikutnya mendapat bobot lebih rendah melalui pembagian dengan $\log_2(i)$. Dengan demikian, DCG memberikan skor lebih tinggi kepada alternatif yang relevansinya tinggi dan berada di posisi atas.

3. Menghitung IDCG (Ideal DCG)

IDCG dihitung dengan cara mengurutkan seluruh nilai relevansi dari yang tertinggi hingga terendah, kemudian memasukkannya ke rumus DCG. Perhitungan IDCG memberikan nilai DCG terbaik yang mungkin terjadi, yaitu kondisi ketika sistem memberikan urutan rekomendasi yang benar-benar sesuai dengan relevansi ideal pengguna. Rumus yang digunakan sama dengan DCG, yaitu:

$$IDCG_p = rel_1^* + \sum_{i=2}^p \frac{rel_i^*}{\log_2(i)} \quad (2.5)$$

Perbedaannya terletak pada penggunaan rel_i^* , yaitu nilai relevansi yang sudah diurutkan dari yang tertinggi ke terendah. Artinya, IDCG menggambarkan kondisi ideal ketika sistem menempatkan semua alternatif paling relevan di posisi teratas. Dengan demikian, IDCG berfungsi sebagai nilai pembanding maksimum yang menjadi standar untuk menilai seberapa

baik peringkat yang dihasilkan sistem. Semakin besar nilai DCG mendekati IDCG, semakin dekat performa sistem terhadap urutan rekomendasi yang sempurna.

4. Menghitung nDCG

nDCG diperoleh dengan membandingkan nilai DCG terhadap IDCG. Nilai nDCG berkisar antara 0–1, di mana semakin mendekati 1 menunjukkan hasil perangkingan sistem semakin sesuai dengan preferensi pengguna.

$$nDCG = \frac{DCG}{IDCG} \quad (2.6)$$

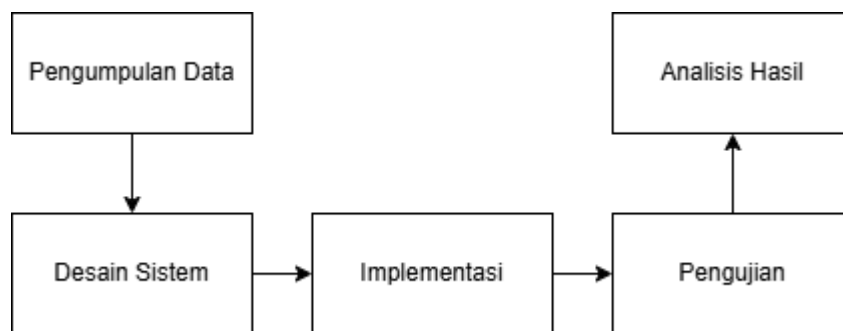
Sebagai contoh implementasi, pada data pengujian digunakan bobot preferensi yang dimasukkan pengguna sebesar (5, 4, 3, 2, 1). Setelah dilakukan perhitungan dengan metode WP, sistem menghasilkan urutan rekomendasi mobil listrik. Selanjutnya, dihitung nilai DCG dari hasil perangkingan sistem, kemudian dibandingkan dengan IDCG dari perangkingan ideal sesuai preferensi pengguna. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai nDCG sebesar 0,92, yang menunjukkan bahwa sistem rekomendasi yang dibangun memiliki akurasi sangat baik dalam memberikan hasil sesuai preferensi pengguna.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM REKOMENDASI

3.1 Desain Penelitian

Pada tahap ini, dilakukan perancangan desain penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan alur kerja sistem rekomendasi pembelian mobil listrik yang dibangun. Desain penelitian disusun untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai proses yang dilakukan mulai dari pengumpulan data, pengolahan data menggunakan metode WP, hingga tahap evaluasi dengan metode nDCG. Setiap tahapan dalam desain penelitian disusun secara sistematis agar proses pengembangan sistem berjalan terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Gambaran lengkap mengenai alur penelitian tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Desain Penelitian

3.1.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan data sekunder, yang diperoleh dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) dalam periode Januari hingga September 2024 dan juga data yang dikumpulkan melalui website resmi dari beberapa merk mobil yang masuk resmi ke Indonesia. Penggunaan data sekunder dipilih karena dinilai lebih efisien, dapat

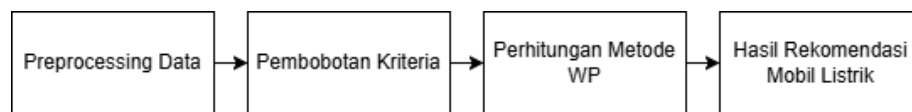
diakses secara terbuka, serta sudah melalui proses verifikasi dan validasi oleh instansi atau lembaga yang berwenang. Data tersebut mencakup informasi tentang berbagai mobil listrik yang dijual di Indonesia, termasuk harga jual, spesifikasi teknis, serta jumlah layanan servis yang tersedia di berbagai daerah. Jenis data yang dikumpulkan mencakup lima kriteria utama yang akan digunakan dalam proses rekomendasi yaitu, harga mobil (*cost*), jarak tempuh (*benefit*), kapasitas baterai (*benefit*), *power* atau *horsepower* (*benefit*), dan juga ketersediaan *service station* di Indonesia (*benefit*).

Tabel 3. 1 Tabel Contoh Data

No	Nama Mobil	Alt	Harga	Jarak	Baterai	Power	Service Station
1	Seal Dynamic	A1	Rp.653.000.000	649	82,55	308,44	20
2	Ioniq 6	A2	Rp.1.197.000.000	519	77,4	320,5	110
3	Omoda E5	A3	Rp.425.500.000	430	61,06	269,55	45
4	Ioniq5 Prime Reguler	A4	Rp.738.300.000	384	58	167,63	110
5	New E-C3 All Electric	A5	Rp.377.000.000	320	30	75	22
6	Kona EV Prime Reguler	A6	Rp.516.000.000	448	48,9	153,6	110
7	EV6	A7	Rp.1.300.000.000	506	77,4	320,5	94
8	RZ 450e	A8	Rp.448.000.000	325,8	71,4	307	3
9	Air EV Standard Range	A9	Rp.220.000.000	200	17,3	40,2	151
10	NETA V EV	A10	Rp.299.000.000	401	36,1	93,8	10

3.1.2 Desain Sistem

Setelah data terkumpul, tahap berikutnya adalah perancangan desain sistem. Desain sistem dilakukan untuk merancang arsitektur dan alur kerja dari sistem rekomendasi yang akan dibangun, sehingga sistem dapat berfungsi secara efektif dan efisien sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3. 2 Diagram Desain Sistem

1. *Preprocessing Data*

Tahap ini merupakan langkah penting dalam persiapan data sebelum digunakan dalam sistem rekomendasi. *Preprocessing* dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan rapi, terstruktur dan siap untuk dianalisis.

Tabel 3. 2 Tabel Data Mobil Listrik

No	Nama Mobil	Alt	Harga	Jarak	Baterai	Power	Service Station
1	Seal Dynamic	A1	Rp.653.000.000	649	82,55	308,44	20
2	Ioniq 6	A2	Rp.1.197.000.000	519	77,4	320,5	110
3	Omoda E5	A3	Rp.425.500.000	430	61,06	269,55	45
4	Ioniq5 Prime Regular	A4	Rp.738.300.000	384	58	167,63	110
5	New E-C3 All Electric	A5	Rp.377.000.000	320	30	75	22
6	Kona EV Prime Regular	A6	Rp.516.000.000	448	48,9	153,6	110
7	EV6	A7	Rp.1.300.000.000	506	77,4	320,5	94
8	RZ 450e	A8	Rp.448.000.000	325,8	71,4	307	3
9	Air EV Standard Range	A9	Rp.220.000.000	200	17,3	40,2	151

No	Nama Mobil	Alt	Harga	Jarak	Baterai	Power	Service Station
10	NETA V EV	A10	Rp.299.000.000	401	36,1	93,8	10

Pada tabel 3.2, menunjukkan beberapa data yang telah dikumpulkan, pada tabel diatas menampilkan harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, power, dan jumlah service station mobil listrik yang ada di Indonesia.

Setelah mendapatkan data, untuk masuk ke tahap selanjutnya, yaitu menentukan rating kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria. Dimana menentukan ranking setiap alternatif pada setiap kriteria dengan 1-5, penentuan tersebut dapat dilihat seperti tabel dibawah.

Tabel 3. 3 Tabel Nilai Alternatif Kriteria

Harga	Jarak	Baterai	Power	Service Station
1 = Sangat Mahal	1 = Sangat Dekat	1 = Sangat Kecil	1 = Sangat Kecil	1 = Sangat Sedikit
2 = Mahal	2 = Dekat	2 = Kecil	2 = Kecil	2 = Sedikit
3 = Sedang	3 = Sedang	3 = Sedang	3 = Sedang	3 = Sedang
4 = Murah	4 = Jauh	4 = Besar	4 = Besar	4 = Banyak
5 = Sangat Murah	5 = Sangat Jauh	5 = Sangat Besar	5 = Sangat Besar	5 = Sangat Banyak

Setelah menentukan rating kecocokan, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan matrik alternatif, yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 4 Matrik Alternatif yang Telah di Normalisasi

No	Nama Mobil	Alt	Harga	Jarak	Baterai	Power	Service Station
1	Seal Dynamic	A1	3	5	5	5	1
2	Ioniq 6	A2	1	4	5	5	4
3	Omoda E5	A3	5	3	4	5	2
4	Ioniq5 Prime Reguler	A4	3	3	4	3	4
5	New E-C3 All Electric	A5	5	2	1	1	1
6	Kona EV Prime Reguler	A6	4	3	3	3	4
7	EV6	A7	1	4	5	5	4
8	RZ 450e	A8	4	2	5	5	1
9	Air EV Standard Range	A9	5	1	1	1	5

No	Nama Mobil	Alt	Harga	Jarak	Baterai	Power	Service Station
10	NETA V EV	A10	5	3	2	1	1

2. Pembobotan Kriteria

Pembobotan kriteria adalah proses pemberian nilai bobot pada setiap kriteria yang digunakan dalam sistem pengambilan keputusan. Terdapat 5 kriteria yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. 5 Tabel Kriteria

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
Harga	Jarak	Kapasitas Baterai	Power/Daya	Ketersediaan Service Station
(Cost)	(Benefit)	(Benefit)	(Benefit)	(Benefit)

Bobot mencerminkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria dalam menentukan alternatif terbaik. Dalam konteks pemilihan mobil listrik, pembobotan dilakukan untuk memberikan prioritas pada aspek-aspek tertentu sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Tabel 3. 6 Tabel Preferensi

Index Preferensi	Preferensi	Bobot dari Preferensi
P1	Sangat Tidak Penting	1
P2	Tidak Penting	2
P3	Cukup Penting	3
P4	Penting	4
P5	Sangat Penting	5

Tabel diatas menunjukkan list penilaian preferensi *user*. Dengan adanya list penilaian preferensi *user* tersebut, kita bisa menghitung bobot dari kriteria yang digunakan pada penelitian ini. Untuk bobot tiap kriteria, akan diisi dengan nilai maksimal. Maka akan menghasilkan tabel seperti dibawah.

Tabel 3. 7 Tabel Bobot Kriteria

No	KRITERIA	Kriteria (C)	Nilai
1	Harga	C1	5
2	Jarak	C2	5
3	Kapasitas Baterai	C3	5
4	Power/Horsepower	C4	5
5	Ketersediaan Service Station	C5	5

Setelah mendapatkan nilai dari tiap kriteria, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk menormalisasikan nilai bobot dari tiap kriteria.

Pengambilan keputusan dalam memberikan bobot preferensi bagi setiap kriteria dijelaskan sebagai berikut:

$$W_j = \frac{W_j}{\sum W_j} \quad (3.1)$$

$$W = 5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 25$$

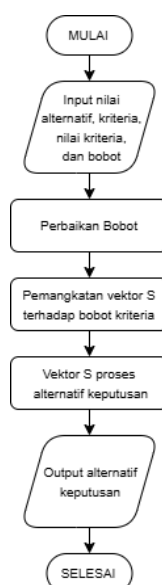
$$W_1 = \frac{5}{25} = 0,2$$

Dengan dilakukannya perhitungan diatas, menghasilkan nilai bobot dari setiap kriteria seperti tabel di bawah ini:

Tabel 3. 8 Tabel Nilai Normalisasi Bobot

No	Kriteria	Kriteria (C)	Bobot	Nilai
1	Harga	C1	0,2	5
2	Jarak	C2	0,2	5
3	Kapasitas Baterai	C3	0,2	5
4	<i>Power/Horsepower</i>	C4	0,2	5
5	Ketersediaan <i>Service Station</i>	C5	0,2	5

3. Perhitungan Metode *Weighted Product*



Gambar 3. 3 Algoritma Metode *Weighted Product*

Setelah ditemukan nilai bobot untuk masing-masing kriteria, selanjutnya dihitung nilai Vektor S dengan mengalikan data-data setelah dilakukan pemangkatan terhadap nilai bobot dengan rumus dibawah.

$$S_i = \prod_{j=1}^n X_{ij}^{W_j} \quad (3.2)$$

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} S1 &= (3.00)^{(-0.2)} \times (5.00)^{0.2} \times (5.00)^{0.2} \times (5.00)^{0.2} \times (1.00)^{0.2} \\ &= 0.8027 \times 1.3797 \times 1.3797 \times 1.3797 \times 1.0000 = 2,1084230317 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S2 &= (1.00)^{(-0.2)} \times (4.00)^{0.2} \times (5.00)^{0.2} \times (5.00)^{0.2} \times (4.00)^{0.2} \\ &= 1.00 \times 1.7411 \times 1.9037 = 3,3144540173 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S3 &= (5.00)^{(-0.2)} \times (3.00)^{0.2} \times (4.00)^{0.2} \times (5.00)^{0.2} \times (2.00)^{0.2} \\ &= 0.7248 \times 1.2457 \times 1.3195 \times 1.3804 \times 1.1487 = 1,8881750226 \end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned} S10 &= (5.00)^{(-0.2)} \times (3.00)^{0.2} \times (2.00)^{0.2} \times (1.00)^{0.2} \times (1.00)^{0.2} \\ &= 0.72478 \times 1.24573 \times 1.14870 \times 1 \times 1 = 1,0371372893 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 19,2545491817$$

Setelah melakukan perhitungan untuk menentukan nilai vektor s, maka tahap selanjutnya yaitu menentukan nilai vektor v dengan rumus dibawah ini.

$$v_i = \frac{\prod_{j=1}^n X_{ij}^{W_j}}{\prod_{j=1}^n X_{ij} W_j} \quad (3.3)$$

Contoh perhitungan vektor v:

$$V1 = 2,1084230317 / 19,2545491817 = 0,109502591$$

$$V2 = 3,3144540173 / 19,2545491817 = 0,172138749$$

$$V3 = 1,8881750226 / 19,2545491817 = 0,09806384$$

...

$$V10 = 1,0371372893 / 19,2545491817 = 0,053864532$$

4. Hasil Rekomendasi Mobil Listrik

Tahap akhir yaitu menentukan hasil seluruh vektor v, dimana dapat dilihat di tabel dibawah ini.

Tabel 3. 9 Hasil Perhitungan Vektor V

No.	Alt	Vektor V
1	A1	0,109502591
2	A2	0,172138749
3	A3	0,09806384
4	A4	0,112645771
5	A5	0,043239299
6	A6	0,100401314
7	A7	0,172138749
8	A8	0,086069375
9	A9	0,051935778
10	A10	0,053864532

Dari tabel di atas dapat kita urutkan, alternatif terbaik sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

Tabel 3. 10 Hasil Perankingan Alternatif

No.	Alt	Vektor V
1	A2	0,172139
2	A7	0,172139
3	A4	0,112646
4	A1	0,109503
5	A6	0,100401
6	A3	0,098064
7	A8	0,086069
8	A10	0,053865
9	A9	0,051936
10	A5	0,043239

Dapat disimpulkan dari tabel diatas bahwa, alternatif atau mobil listrik terbaik adalah alternatif 2, atau Ioniq 6.

3.1.3 Implementasi

Implementasi sistem rekomendasi pembelian mobil listrik ini dikembangkan menggunakan web berbasis native, dengan bahasa pemrograman utama PHP dan

MySQL sebagai basis data. Tujuan utama dari implementasi ini adalah untuk menyediakan platform yang interaktif dan mudah digunakan oleh *user* dalam menentukan pilihan mobil listrik yang sesuai dengan preferensi mereka.

Struktur sistem dirancang dengan pendekatan *client-server*, di mana pengguna berinteraksi melalui antarmuka web (*client*), dan seluruh proses perhitungan metode WP dijalankan pada sisi server (PHP).

Desain antarmuka menggunakan HTML, dan CSS, sementara pengolahan data dilakukan melalui PHP dan MySQL. Selain itu, pengembangan sistem ini juga memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya efektif dalam membantu pengguna menentukan pilihan mobil listrik. Website dirancang dengan tampilan sederhana dan responsif sehingga dapat diakses melalui berbagai perangkat, baik desktop maupun mobile.

Proses perhitungan dilakukan secara otomatis dan real-time, sehingga hasil rekomendasi langsung muncul setelah pengguna memasukkan bobot preferensi tanpa memerlukan waktu proses yang lama. Data mobil listrik yang digunakan dalam sistem bersumber dari data resmi dan terverifikasi, sehingga hasil rekomendasi lebih akurat dan relevan. Penggunaan MySQL sebagai basis data memungkinkan penyimpanan data yang terstruktur dan efisien, sehingga sistem tetap berjalan ringan meskipun menangani banyak alternatif mobil. Dengan kombinasi antarmuka yang mudah digunakan, proses komputasi yang cepat, serta akurasi data yang tinggi, website ini memberikan pengalaman penggunaan yang informatif, praktis, dan dapat diandalkan.

3.1.4 Skenario Pengujian

Dalam tahap skenario pengujian ini, sistem rekomendasi diuji menggunakan beberapa variasi bobot preferensi pengguna untuk mengetahui sejauh mana metode WP mampu menyesuaikan hasil peringkat dengan perubahan prioritas pada setiap kriteria. Skenario pengujian dilakukan dengan membuat sejumlah contoh skenario yang merepresentasikan kondisi pengguna berbeda-beda, baik dari segi kebutuhan maupun tingkat kepentingan terhadap lima kriteria utama. Setiap contoh skenario berisi bobot preferensi yang diberikan secara bervariasi, kemudian sistem akan menghitung nilai vektor S dan vektor V untuk menghasilkan urutan rekomendasi mobil listrik. Hasil rekomendasi pada setiap skenario tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan metode nDCG untuk menilai kualitas perankingan yang dihasilkan sistem. Adapun daftar bobot preferensi yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3. 11 Tabel Contoh Skenario

Skenario	Bobot dari User				
	Harga	Jarak	Baterai	Power/horsepower	Service Station
1	5	5	5	5	5
2	3	4	5	2	1
3	1	1	1	5	2
4	2	3	3	4	1
5	1	4	5	3	4
6	3	3	3	1	5
7	4	4	5	5	1
8	4	5	6	7	3
9	1	3	4	5	2
10	1	2	3	5	3

Sistem rekomendasi menghasilkan urutan mobil listrik dengan metode WP, kemudian melakukan evaluasi untuk menilai kualitas peringkat yang diberikan berdasarkan kesesuaiannya dengan preferensi pengguna. Dapat dilihat pada tabel 3.11, terdapat 10 skenario yang dimana data bobot dari *user*-nya dibuat secara acak.

Dari data tersebut maka akan dilakukan pengujian menggunakan metode nDCG. Untuk skenario pengujian yang dicontohkan hanya dilakukan pada skenario 1 dengan 5 data teratas hasil perankingan. Dapat diketahui dengan preferensi *user* 5,5,5,5,5 menghasilkan rekomendasi yang dapat dilihat pada tabel 3.10 di atas. Dari data tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan nDCG dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Penentuan relevansi

Skor relevansi ditentukan secara objektif berdasarkan jumlah kriteria yang memiliki nilai normalisasi 5 dari vektor preferensi pengguna [5, 5, 5, 5, 5]. Skor relevansi berkisar antara 0-5.

Tabel 3. 12 Tabel Relevansi

Relevansi	Bobot dari Relevansi
Semua 5 kriteria bernilai 5	5
4 kriteria bernilai 5	4
3 kriteria bernilai 5	3
2 kriteria bernilai 5	2
1 kriteria bernilai 5	1
Tidak ada kriteria yang bernilai 5	0

Tabel 3.12 berisi ketentuan penilaian relevansi yang digunakan dalam proses perhitungan nDCG. Relevansi dalam konteks ini menggambarkan tingkat kesesuaian suatu mobil listrik terhadap preferensi pengguna, yang diambil berdasarkan nilai tabel 3.11.

Dalam penelitian ini, relevansi ditentukan dengan melihat jumlah kriteria yang bernilai 5 dari hasil normalisasi data alternatif. Nilai "5" pada normalisasi menunjukkan bahwa mobil tersebut sangat sesuai pada kriteria tertentu (misalnya harga sangat murah, jarak sangat jauh, baterai sangat besar, dll). Semakin banyak

kriteria sebuah mobil yang bernilai 5, maka semakin tinggi relevansinya terhadap preferensi pengguna.

Tabel 3. 13 Hasil Penentuan Skor Relevansi Skenario 1

Peringkat WP	Nama Mobil	Data Normalisasi	Jumlah Kriteria	Skor Relevansi
1	Ioniq 6	1,4,5,5,4	2 (Baterai, Power)	2
2	EV6	1,3,5,5,4	2 (Baterai, Power)	2
3	Ioniq 5 Prime	3,3,4,3,4	0	0
4	Seal Dynamic	3,5,5,5,1	3 (Jarak, Baterai, Power)	3
5	Kona EV	4,3,3,3,4	0	0

Tabel 3.13 menyajikan hasil penentuan skor relevansi untuk setiap mobil listrik berdasarkan nilai normalisasi yang sebelumnya diperoleh pada Tabel 3.4. Nilai normalisasi tersebut menunjukkan tingkat kesesuaian mobil terhadap lima kriteria penilaian, yaitu Harga, Jarak Tempuh, Baterai, *Power*, dan *Service Station*. Dari nilai normalisasi tersebut dihitung berapa banyak kriteria yang memiliki nilai “5”, karena nilai tersebut menunjukkan kecocokan tertinggi dengan preferensi pengguna. Jumlah nilai “5” kemudian dikonversikan menjadi skor relevansi menggunakan aturan pada Tabel 3.12. Dengan demikian, Tabel 3.13 menampilkan hasil perangkingan WP sekaligus skor relevansi tiap mobil, yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan DCG dan IDCG untuk mengevaluasi kualitas rekomendasi sistem.

2. Perhitungan DCG (*Discounted Cumulative Gain*)

DCG dihitung dengan rumus:

$$DCG_p = rel_1 + \sum_{i=2}^p \frac{rel_i}{\log_2(i)} \quad (3.4)$$

Rumus diatas digunakan untuk menghitung kualitas ranking hingga posisi ke- p dengan memperhatikan tingkat relevansi dan posisi item. Nilai relevansi pada

peringkat pertama tidak diberi pengurangan karena dianggap paling penting, sedangkan relevansi pada posisi selanjutnya dibagi dengan $\log_2(i)$ sebagai *discount factor*. Pembagi ini membuat kontribusi relevansi semakin kecil untuk item yang berada di posisi lebih rendah. Dengan demikian, rumus DCG memberikan penilaian yang lebih tinggi pada item yang relevan dan berada di posisi awal, serta dapat digunakan untuk jumlah item yang fleksibel.

Perhitungan DCG berdasarkan data skor relevansi tabel 3.13:

$$DCG_5 = rel_1 + rel_2/\log_2(2) + rel_3/\log_2(3) + rel_4/\log_2(4) + rel_5/\log_2(5)$$

$$DCG_5 = 2 + 2/\log_2(2) + 0/\log_2(3) + 3/\log_2(4) + 0/\log_2(5)$$

$$DCG_5 = 2 + 2/1 + 0/1.585 + 3/2 + 0/2.322$$

$$DCG_5 = 2 + 2 + 0 + 1.5 + 0 = 5.5$$

3. Perhitungan IDCG (*Ideal DCG*)

IDCG dihitung dengan rumus:

$$IDCG_p = rel_1^* + \sum_{i=2}^p \frac{rel_i^*}{\log_2(i)} \quad (3.5)$$

IDCG diperoleh dari DCG perankingan ideal, yaitu urutan mobil listrik berdasarkan skor relevansi tertinggi ke terendah. Rumus ini digunakan untuk menghitung *Ideal Discounted Cumulative Gain*, yaitu nilai DCG maksimal yang dapat dicapai jika item dengan relevansi tertinggi ditempatkan pada posisi teratas secara berurutan. Rumus ini memiliki bentuk yang sama dengan DCG, tetapi menggunakan relevansi ideal rel_i^* yang sudah diurutkan dari yang paling tinggi. Dengan demikian, IDCG menjadi nilai pembanding untuk menilai apakah ranking yang dihasilkan sistem sudah mendekati urutan terbaik.

Perhitungan IDCG berdasarkan skor relevansi tertinggi dan sudah diurutkan (3,2,2,0,0) :

$$IDCG_5 = 3 + 2/\log_2(2) + 2/\log_2(3) + 0/\log_2(4) + 0/\log_2(5)$$

$$IDCG_5 = 3 + 2/1 + 2/1.585 + 0/2 + 0/2.322$$

$$IDCG_5 = 3 + 2 + 1.262 + 0 + 0 = 6.262$$

4. Perhitungan nDCG

nDCG dihitung dengan membandingkan DCG terhadap IDCG:

$$nDCG = \frac{DCG}{IDCG} \quad (3.6)$$

Rumus diatas digunakan untuk mengukur seberapa baik hasil ranking sistem dibandingkan dengan ranking ideal. Dengan membagi DCG aktual dengan IDCG, nilai nDCG menunjukkan tingkat kesesuaian rekomendasi, di mana nilai yang mendekati 1 menandakan bahwa ranking yang dihasilkan sistem hampir sama dengan urutan terbaik. Oleh karena itu, nDCG menjadi indikator utama untuk menilai kualitas dan akurasi rekomendasi sistem.

Perhitungan nDCG:

$$nDCG_5 = DCG/IDCG = 5.5/6.262 = 0.878$$

Setelah mengetahui bahwa hasil nDCG dari skenario 1 adalah 0.878. maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kualitas perankingan dari rekomendasi berdasarkan sistem yaitu 0.876 atau 87.6%. Dengan dapatnya hasil dari skenario 1, maka dapat dihasilkan seluruh hasil nDCG dari setiap contoh skenario dengan cara yang terdapat diatas dan menghasilkan tabel 3.14 dibawah, yang dimana berisi seluruh hasil nDCG dari setiap contoh scenario.

Tabel 3. 14 Tabel Hasil nDCG dari Contoh Tiap Skenario

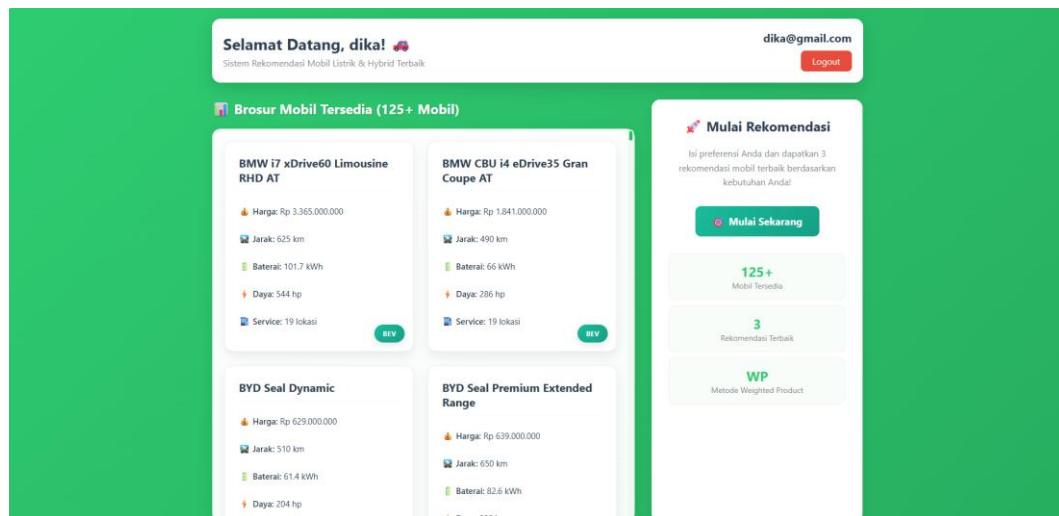
Skenario	Hasil nDCG
1	0.878 (87.8%)
2	0.945 (94.5%)
3	0.690 (69%)
4	0.796 (79.6%)
5	0.945 (94.5%)
6	0.690 (69%)
7	0.945 (94.5%)
8	0.945 (94.5%)
9	0.796 (79.6%)
10	0.796 (79.6%)

3.1.5 Analisis Hasil

Pada tahap analisis hasil, peneliti melakukan peninjauan terhadap output yang dihasilkan dari proses perhitungan metode WP dan evaluasi menggunakan metode nDCG. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tahapan pengolahan data, mulai dari pemberian bobot preferensi hingga proses perankingan, berjalan sesuai dengan rancangan awal penelitian. Selain itu, tahap ini juga digunakan untuk mengidentifikasi apakah sistem mampu menghasilkan rekomendasi yang konsisten dan relevan dengan preferensi pengguna.

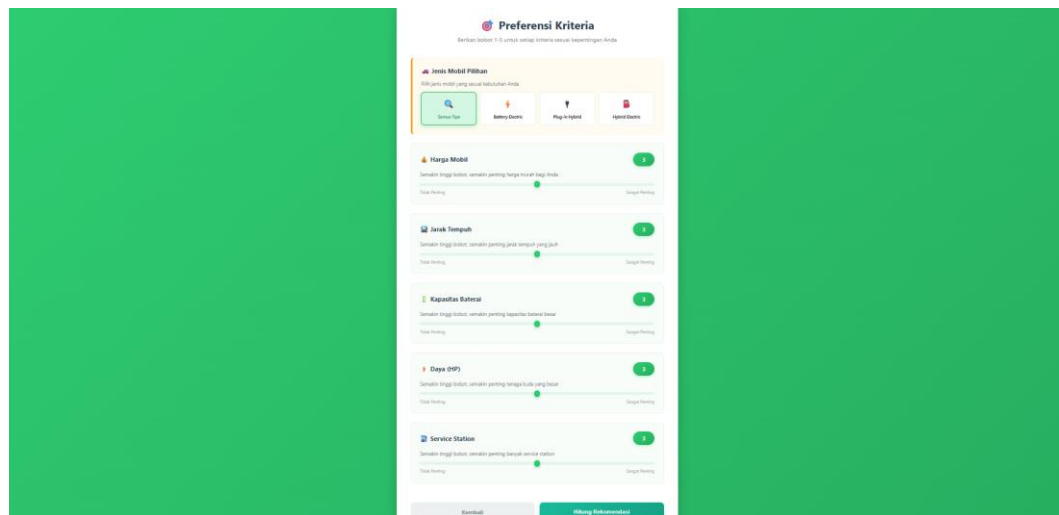
3.2 Implementasi Website

Implementasi website merupakan tahap penerapan rancangan sistem rekomendasi pembelian mobil listrik ke dalam bentuk aplikasi berbasis web yang dapat dijalankan dan diuji secara langsung. Sistem ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP secara native dengan database MySQL sebagai media penyimpanan data. Proses pengembangan dilakukan berdasarkan hasil analisis dan perancangan sistem yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.



Gambar 3. 4 Gambar Halaman Dashboard

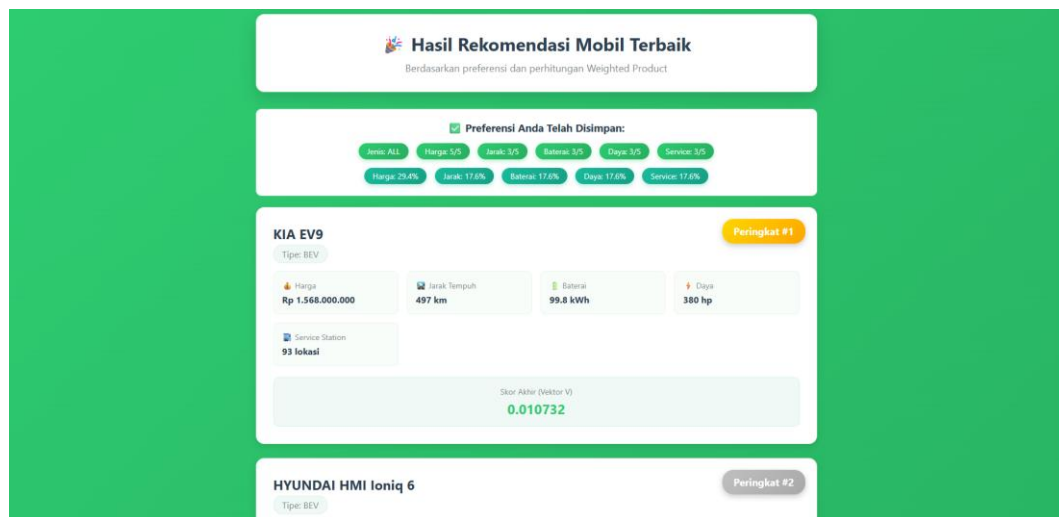
Dapat dilihat pada gambar 3.4, yang dimana gambar tersebut terdapat halaman utama dari *website* yang telah di kembangkan. Pada gambar tersebut, terdapat jenis atau brosur mobil yang tersedia. Terdapat kurang lebih 125 jenis mobil yang dapat diakses, dan juga terdapat tombol mulai sekarang, yang dimana tombol ini berfungsi untuk lanjut ke halaman selanjutnya.



Gambar 3. 5 Gambar Halaman Kriteria

Pada gambar 3.5, terdapat kolom-kolom kriteria yang dapat diisi oleh user berdasarkan preferensinya. Terdapat 6 kolom yang harus diisi untuk dapat menghasilkan rekomendasi mobil dari sistem. Ada kolom jenis mobil, harga mobil,

jarak tempuh, kapasitas baterai, daya, dan service station. Setelah user mengisi berdasarkan preferensi mereka, maka sistem akan menghitung dan menampilkan 3 hasil rekomendasi terbaik menurut sistem.



Gambar 3. 6 Gambar Halaman Hasil Rekomendasi

Pada gambar 3.6, menampilkan hasil rekomendasi berdasarkan preferensi dari user. Pada halaman ini, terdapat 3 mobil yang ditampilkan yang menurut sistem adalah mobil terbaik dan sesuai dengan preferensi user.

Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam menentukan mobil listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka melalui pengisian nilai kepentingan terhadap beberapa kriteria, yaitu harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, daya (horsepower), dan ketersediaan layanan servis (service center) di Indonesia. Setelah pengguna memberikan nilai preferensi terhadap kriteria tersebut, sistem akan melakukan proses perhitungan menggunakan metode WP untuk menghasilkan rekomendasi mobil listrik terbaik.

3.3 Implementasi Algoritma

Pada penelitian ini digunakan dua algoritma utama, yaitu algoritma WP untuk menghasilkan rekomendasi, dan algoritma nDCG untuk mengukur tingkat kualitas perankingan hasil rekomendasi yang diberikan oleh sistem. Kedua algoritma ini diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP.

3.3.1 Implementasi *Weighted Product*

Metode WP diimplementasikan dalam sistem ini sebagai algoritma utama untuk menghasilkan rekomendasi mobil listrik yang sesuai dengan preferensi pengguna. Proses implementasi dimulai dengan pengguna memberikan nilai preferensi terhadap setiap kriteria menggunakan skala 1 sampai 5, di mana nilai 1 menunjukkan tingkat kepentingan paling rendah dan nilai 5 menunjukkan tingkat kepentingan paling tinggi. Nilai-nilai preferensi tersebut kemudian dinormalisasi agar total bobot keseluruhan bernilai satu. Setelah bobot kriteria diperoleh, sistem melakukan proses perhitungan terhadap setiap alternatif mobil listrik berdasarkan data yang telah dikumpulkan), yang meliputi harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, tenaga (*horsepower*), dan ketersediaan layanan servis di Indonesia.

Setiap kriteria diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *benefit* (semakin besar semakin baik) dan *cost* (semakin kecil semakin baik), sehingga sistem dapat melakukan perhitungan yang proporsional. Nilai dari setiap alternatif kemudian dihitung menggunakan rumus vektor S, yaitu hasil perkalian dari setiap nilai kriteria yang telah dipangkatkan dengan bobot kriteria masing-masing. Nilai S yang dihasilkan kemudian dinormalisasi menjadi nilai vektor V dengan membagi setiap

nilai S dengan total seluruh nilai S alternatif yang ada. Nilai V tertinggi menunjukkan alternatif mobil listrik yang paling sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Implementasi metode WP dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan basis data MySQL. Hasil perhitungan WP disimpan dalam tabel khusus bernama `perhitungan_wp`, yang berisi data bobot kriteria, nilai vektor S , dan nilai vektor V . Hasil akhir dari proses ini berupa daftar rekomendasi mobil listrik yang ditampilkan kepada pengguna berdasarkan urutan nilai tertinggi.

Berikut adalah kode implementasi untuk *weighted product*:

```
echo "<!-- DEBUG: Memulai perhitungan WP -->";

$vektor_s = [];
$total_vektor_s = 0;
$valid_mobil_count = 0;

foreach ($mobils as $mobil) {
    // Validasi data normalisasi
    if (!isset($mobil['harga_normal']) ||
!is_numeric($mobil['harga_normal']) ||
        !isset($mobil['jarak_normal']) ||
!is_numeric($mobil['jarak_normal']) ||
        !isset($mobil['baterai_normal']) ||
!is_numeric($mobil['baterai_normal']) ||
        !isset($mobil['daya_normal']) ||
!is_numeric($mobil['daya_normal']) ||
        !isset($mobil['service_normal']) ||
!is_numeric($mobil['service_normal'])) {
```

```

        echo "<!-- DEBUG: Mobil ID {$mobil['id_mobil']} skipped
- data normalisasi tidak valid -->";

        continue;

    }

    // Hitung vektor S

    $s = pow($mobil['harga_normal'], $bobot_harga) *
        pow($mobil['jarak_normal'], $bobot_jarak) *
        pow($mobil['baterai_normal'], $bobot_baterai) *
        pow($mobil['daya_normal'], $bobot_daya) *
        pow($mobil['service_normal'], $bobot_service);

    $vektor_s[$mobil['id_mobil']] = $s;

    $total_vektor_s += $s;

    $valid_mobil_count++;
}

echo "<!-- DEBUG: Mobil valid untuk perhitungan:
$valid_mobil_count -->";

echo "<!-- DEBUG: Total Vektor S: $total_vektor_s -->";

// Jika tidak ada data valid
if ($total_vektor_s == 0) {

    die("✗ Error: Tidak ada data mobil yang valid untuk
dihitung. Pastikan data normalisasi sudah diisi.");

}

// Hitung vektor V dan ranking
$vektor_v = [];

foreach ($vektor_s as $mobil_id => $s) {

    $v = $s / $total_vektor_s;

    $vektor_v[$mobil_id] = $v;

}

```

```
// Urutkan dari nilai V terbesar ke terkecil
arsort($vektor_v);

// Ambil 3 mobil terbaik
$top_3 = array_slice($vektor_v, 0, 3, true);

echo "<!-- DEBUG: 3 mobil terbaik ditemukan -->";
```

Dengan Menggunakan Metode ini, sistem mampu memberikan hasil rekomendasi yang lebih objektif dan terukur karena setiap alternatif dinilai berdasarkan bobot kriteria yang telah ditentukan oleh pengguna. Metode WP juga memastikan bahwa hasil akhir mempertimbangkan hubungan proporsional antar kriteria, sehingga rekomendasi yang dihasilkan benar-benar mencerminkan preferensi pengguna terhadap aspek-aspek penting seperti harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, tenaga, dan ketersediaan *service center*.

3.3.2 Implementasi *Normalized Discounted Cumulative Gain*

Pada tahap ini, metode nDCG diimplementasikan sebagai alat evaluasi untuk mengukur kualitas hasil perankingan yang dihasilkan oleh metode WP. nDCG digunakan karena mampu menilai tingkat relevansi urutan rekomendasi berdasarkan preferensi pengguna, sehingga sangat sesuai untuk mengevaluasi sistem rekomendasi mobil listrik yang dibangun.

Implementasi nDCG dilakukan setelah sistem menghasilkan peringkat akhir dari setiap skenario bobot preferensi pengguna. Tahapan pertama dimulai dengan memberikan nilai relevansi terhadap setiap alternatif mobil listrik berdasarkan urutan hasil perankingan sistem. Nilai relevansi ini digunakan untuk menghitung Discounted Cumulative Gain (DCG) yaitu skor kumulatif yang mempertimbangkan

posisi setiap item pada ranking. Semakin tinggi posisi item yang relevan, semakin besar kontribusinya terhadap nilai DCG.

Selanjutnya, untuk mengetahui skor maksimal yang mungkin diperoleh dari ranking sempurna, dilakukan perhitungan Ideal DCG (IDCG), yaitu DCG yang dihitung menggunakan urutan relevansi terbaik. Perhitungan IDCG menggunakan rumus yang sama dengan DCG, namun dengan susunan relevansi yang telah diurutkan secara ideal. Setelah kedua nilai tersebut diperoleh, proses dilanjutkan dengan menghitung nDCG.

Tahap implementasi ini dilakukan menggunakan data hasil perankingan dari setiap skenario. DCG dan IDCG dihitung secara manual maupun melalui perhitungan sistem, lalu dibandingkan untuk mendapatkan nilai nDCG yang berada pada rentang 0 hingga 1. Nilai nDCG yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa hasil perankingan sistem semakin mendekati ranking ideal sesuai preferensi pengguna. Melalui proses implementasi nDCG ini, peneliti dapat menilai apakah metode WP mampu menghasilkan rekomendasi yang akurat dan relevan.

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Tata Cara Pengujian

Tata cara pengujian pada penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem rekomendasi pembelian mobil listrik dapat berfungsi sebagaimana mestinya serta menghasilkan perankingan yang sesuai dengan preferensi pengguna. Pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur agar seluruh proses dapat diamati dan dievaluasi secara sistematis.

Tahap pertama yang dilakukan adalah menyiapkan seluruh data alternatif mobil listrik. Data tersebut meliputi nilai setiap kriteria yang digunakan dalam metode WP, seperti harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, performa, dan fitur keselamatan. Data ini terlebih dahulu dimasukkan ke dalam basis data sistem untuk memastikan bahwa seluruh informasi dapat diakses dan digunakan oleh sistem tanpa kendala.

Tahap berikutnya adalah penyusunan skenario pengujian. Skenario ini berupa variasi bobot preferensi pengguna yang digunakan untuk menguji bagaimana sistem merespons perbedaan prioritas dalam pemilihan mobil listrik. Setiap skenario dirancang untuk merepresentasikan kondisi pengguna yang berbeda, mulai dari pengguna yang fokus pada harga, jarak tempuh, hingga pengguna yang mempertimbangkan semua kriteria secara seimbang. Skenario ini berfungsi sebagai input utama dalam proses pengujian.

Setelah skenario ditetapkan, tahap selanjutnya adalah melakukan proses uji menggunakan sistem berbasis web yang telah dikembangkan. Pada tahap ini, setiap bobot preferensi dimasukkan ke dalam antarmuka sistem, kemudian sistem akan memprosesnya menggunakan metode WP untuk menghasilkan nilai vektor S dan vektor V sebagai dasar untuk menentukan urutan rekomendasi mobil listrik. Proses ini dilakukan secara berulang untuk masing-masing skenario hingga seluruh data pengujian terpenuhi.

Tahap terakhir adalah melakukan evaluasi awal terhadap hasil perankingan yang dihasilkan sistem. Hasil perankingan dari setiap skenario kemudian dipersiapkan untuk dianalisis menggunakan metode nDCG. Pada tahap ini, sistem belum dianalisis secara keseluruhan, melainkan hanya dikumpulkan sebagai bahan evaluasi yang akan dibahas lebih lanjut pada subbab berikutnya.

Melalui tahapan-tahapan ini, proses pengujian dapat dilakukan secara terstruktur, dimulai dari penyiapan data, penentuan skenario, pemrosesan perhitungan WP oleh sistem, hingga pengumpulan hasil perankingan untuk tahap evaluasi selanjutnya.

4.2 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem rekomendasi pembelian mobil listrik yang dikembangkan mampu memberikan hasil yang akurat dan relevan terhadap preferensi pengguna. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan menggunakan dua tahapan utama, yaitu menentukan rekomendasi terbaik dengan metode WP dan pengujian perankingan hasil rekomendasi menggunakan metode nDCG. Pada pengujian ini, dilakukan pada 10 *user* atau 10 skenario. Pada

tabel 4.1, berisi 10 skenario pengujian yang mewakili 10 *user* dengan bobot preferensi berbeda untuk lima kriteria penilaian, yaitu Harga, Jarak Tempuh, Baterai, *Power*, dan *Service Station*. Bobot yang diberikan dalam skala 1 hingga 5 ini menjadi data awal yang digunakan dalam perhitungan metode WP untuk menentukan nilai vektor V dan menghasilkan ranking mobil listrik pada setiap skenario.

Tabel 4. 1 Tabel Skenario Pengujian

Skenario	User Id	Preferensi Bobot User				
		Harga	Jarak	Baterai	<i>Power/Daya</i>	<i>Service Station</i>
1	user_id 12	5	4	4	5	1
2	user_id 13	1	2	4	5	5
3	user_id 14	5	2	2	5	4
4	user_id 15	2	3	2	5	1
5	user_id 16	1	4	2	2	5
6	user_id 17	1	5	2	5	5
7	user_id 18	5	4	4	3	5
8	user_id 19	1	5	4	3	2
9	user_id 20	5	3	3	5	1
10	user_id 21	5	4	2	4	5

Setelah *user* memasukkan preferensi kriteria, maka sistem melakukan perhitungan dengan metode WP, yang menghasilkan rekomendasi mobil listrik dari sistem yang dapat dilihat pada tabel 4.2. Tabel 4.2 menampilkan hasil perhitungan metode WP yang berupa nilai vektor V dan urutan rekomendasi mobil listrik untuk setiap skenario. Nilai vector V diperoleh dari proses pengolahan data normalisasi yang dikombinasikan dengan bobot preferensi pengguna. Melalui tabel ini terlihat bagaimana perbedaan bobot pada Tabel 4.1 menghasilkan peringkat mobil yang berbeda, sehingga menunjukkan kemampuan sistem dalam menyesuaikan rekomendasi berdasarkan variasi preferensi pengguna.

Tabel 4. 2 Tabel Hasil Rekomendasi Skenario

Skenario	User Id	Preferensi Bobot dari User	Ranking	Alt	Vektor V
1	user_id 12	5,4,4,5,1	1	A125	0.180744
			2	A113	0.119008
			3	A114	0.119008
2	user_id 13	1,2,4,5,5	1	A43	0.238853
			2	A61	0.181379
			3	A7	0.145103
3	user_id 14	5,2,2,5,4	1	A75	0.977465
			2	A73	0.00922452
			3	A80	0.00875609
4	user_id 15	2,3,2,5,1	1	A71	0.280509
			2	A1	0.157786
			3	A5	0.0831139
5	user_id 16	1,4,2,2,5	1	A75	0.997994
			2	A80	0.00097005
			3	A73	0.00032335
6	user_id 17	1,5,2,5,5	1	A117	0.2998
			2	A75	0.122798
			3	A113	0.122798
7	user_id 18	5,4,4,3,5	1	A61	0.255067
			2	A43	0.188938
			3	A6	0.104475
8	user_id 19	1,5,4,3,2	1	A74	0.24369
			2	A41	0.182768
			3	A12	0.0771052
9	user_id 20	5,3,3,5,1	1	A71	0.2685
			2	A5	0.124305
			3	A61	0.115228
10	user_id 21	5,4,2,4,5	1	A75	0.998619
			2	A73	0.000530109
			3	A80	0.000503189

Tiap skenario dari tabel 4.2 akan diuji dengan menggunakan metode nDCG yang dimana harus menentukan skor relevansinya terlebih dahulu. Data untuk skor relevansi setiap skenario, dapat dilihat pada tabel 4.3 yang dimana tabel tersebut berisi jumlah kriteria yang sama dengan data normaliasi mobil yang di rekomendasikan oleh sistem yang dimana jumlah kriteria yang sama tersebutlah yang dijadikan skor relevansi.

Tabel 4. 3 Hasil Skor Relevansi Tiap Skenario

Skenario	User Id	Ranking WP	Alt	Vektor V	Data Normalisasi	Jumlah Kriteria	Skor Relevansi
1	user_id 12	1	A125	0.180744	5, 4, 1, 3, 1	3 (Harga, Jarak, Service Station)	3
		2	A113	0.119008	5, 4, 1, 2, 5	2 (Harga, Jarak)	2
		3	A114	0.119008	5, 4, 1, 2, 5	2 (Harga, Jarak)	2
2	user_id 13	1	A43	0.238853	5, 1, 4, 2, 5	2 (Baterai, Service Station)	2
		2	A61	0.181379	5, 2, 5, 3, 2	1 (Jarak)	1
		3	A7	0.145103	4, 2, 5, 3, 2	1 (Jarak)	1
3	user_id 14	1	A75	0.977465	5, 4, 1, 2, 5	1 (Harga)	1
		2	A73	0.00922452	4, 3, 1, 4, 1	0	0
		3	A80	0.00875609	3, 3, 2, 4, 1	1 (Baterai)	1
4	user_id 15	1	A71	0.280509	4, 3, 5, 4, 1	2 (Jarak, Service Station)	2
		2	A1	0.157786	3, 3, 5, 4, 1	2 (Jarak, Service Station)	2
		3	A5	0.0831139	5, 2, 4, 4, 1	1 (Service Station)	1

Skenario	User Id	Ranking WP	Alt	Vektor V	Data Normalisasi	Jumlah Kriteria	Skor Relevansi
5	user_id 16	1	A75	0.997994	5, 4, 1, 2, 5	3 (Jarak, Power, Service Station)	3
		2	A80	0.00097005	3, 3, 2, 4, 1	1 (Baterai)	1
		3	A73	0.00032335	4, 3, 1, 4, 1	0	0
6	user_id 17	1	A117	0.2998	4, 5, 1, 2, 5	2 (Jarak, Power)	2
		2	A75	0.122798	5, 4, 1, 2, 5	1 (Service station)	1
		3	A113	0.122798	5, 4, 1, 2, 5	1 (Service station)	1
7	user_id 18	1	A61	0.255067	5, 2, 5, 3, 2	2 (Harga, Power)	2
		2	A43	0.188938	5, 1, 4, 2, 5	3 (Harga, Baterai, Service station)	3
		3	A6	0.104475	5, 2, 4, 3, 2	3 (Harga, Baterai, Power)	3
8	user_id 19	1	A74	0.24369	4, 3, 5, 4, 1	0	0
		2	A41	0.182768	3, 3, 5, 4, 1	0	0
		3	A12	0.0771052	3, 3, 5, 3, 1	1 (Power)	1

Skenario	User Id	Ranking WP	Alt	Vektor V	Data Normalisasi	Jumlah Kriteria	Skor Relevansi
9	user_id 20	1	A71	0.2685	4, 3, 5, 4, 1	2 (Jarak, Service station)	2
		2	A5	0.124305	5, 2, 4, 4, 1	2 (Harga, Service station)	2
		3	A61	0.115228	5, 2, 5, 3, 2	1 (Harga)	1
10	user_id 21	1	A75	0.998619	5, 4, 1, 2, 5	3 (Harga, Jarak, Service station)	3
		2	A73	0.000530109	4, 3, 1, 4, 1	1 (Power)	1
		3	A80	0.000503189	3, 3, 2, 4, 1	2 (Baterai, Power)	2

Dari data yang ada pada tabel 4.3, terdapat skor relevansi yang dimana data tersebut di butuhkan untuk menghitung kualitas peringkat dari hasil rekomendasi menurut sistem menggunakan metode nDCG. Setelah dilakukannya perhitungan nDCG untuk setiap skenario, maka menghasilkan tabel 4.4 sebagai rekapitan hasil nilai nDCG yang dimana digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas peringkat yang diberikan oleh sistem.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan nDCG

Skenario	Hasil DCG	Hasil IDCG	Hasil nDCG
1	5.26186	5.26186	1.0000 (100%)
2	3.13093	3.13093	1.0000 (100%)
3	1.5000	1.63093	0.9197 (91.97%)
4	3.76186	3.76186	1.0000 (100%)
5	3.63093	3.63093	1.0000 (100%)
6	3.13093	3.13093	1.0000 (100%)
7	5.39279	5.89279	0.91515 (91.52%)
8	0.5000	1.00000	0.5000 (50%)
9	3.76186	3.76186	1.0000 (100%)

Skenario	Hasil DCG	Hasil IDCG	Hasil nDCG
10	4.63093	4.76186	0.97250 (97.25)

Dengan didapatkannya hasil nDCG dari setiap skenario, tahap selanjutnya yaitu menghitung rata-rata nilai nDCG dari setiap skenario yang ada.

4.3 Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pembahasan terhadap hasil implementasi dan pengujian sistem rekomendasi pembelian mobil listrik berbasis web yang telah dibangun menggunakan metode WP dan diuji menggunakan metode nDCG. Pembahasan ini bertujuan untuk menjelaskan keterkaitan antara hasil perhitungan sistem dengan preferensi pengguna serta tingkat kualitas perangkingan yang diperoleh.

Pengujian dilakukan menggunakan 10 skenario pengguna, di mana setiap pengguna memberikan bobot preferensi yang berbeda-beda terhadap lima kriteria utama, yaitu harga, jarak tempuh, kapasitas baterai, *power* (horsepower), dan ketersediaan *service station*. Hasil perhitungan WP digunakan untuk menentukan urutan rekomendasi mobil listrik, sedangkan metode nDCG digunakan untuk mengukur sejauh mana hasil perangkingan sistem sesuai dengan preferensi ideal pengguna.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sepuluh skenario bobot preferensi yang telah ditetapkan, diperoleh variasi nilai nDCG yang mencerminkan perbedaan tingkat kualitas perangkingan yang dihasilkan oleh metode WP. Nilai nDCG digunakan sebagai indikator utama untuk menilai sejauh mana hasil perangkingan sistem mendekati susunan ranking ideal yang sesuai dengan preferensi pengguna.

Skenario dengan nilai nDCG terendah diperoleh pada kombinasi bobot preferensi 1, 5, 4, 3, 2, dengan nilai nDCG sebesar 0.500. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ranking yang dihasilkan sistem masih memiliki penyimpangan yang cukup besar terhadap ranking ideal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa prioritas pengguna pada skenario tersebut belum selaras dengan relevansi faktual antar alternatif mobil listrik. Penekanan bobot yang tidak proporsional, khususnya pada kriteria kedua, menyebabkan metode WP menghasilkan urutan rekomendasi yang kurang mencerminkan hubungan relevansi sebenarnya sehingga berdampak pada rendahnya kualitas perankingan.

Di sisi lain, skenario dengan nilai nDCG tertinggi menggunakan bobot preferensi 5, 4, 4, 5, 1, yang menghasilkan nilai nDCG sebesar 1.000. Nilai ini merepresentasikan kualitas perankingan yang sempurna, di mana urutan hasil rekomendasi sistem sepenuhnya identik dengan ranking ideal. Hal tersebut menunjukkan bahwa kombinasi bobot dalam skenario ini memberikan representasi preferensi yang paling selaras dengan karakteristik aktual alternatif mobil listrik. Penekanan bobot yang tinggi pada kriteria pertama dan keempat terbukti sesuai dengan relevansi data, sehingga menghasilkan susunan rekomendasi yang optimal.

Perbandingan kedua skenario tersebut menunjukkan bahwa kualitas perankingan yang dihasilkan metode WP sangat bergantung pada bobot preferensi yang diberikan pengguna. Ketika bobot yang ditetapkan mencerminkan prioritas yang sesuai dengan relevansi nyata antar alternatif, nilai nDCG meningkat dan sistem mampu memberikan rekomendasi yang lebih akurat. Sebaliknya, ketidaksesuaian dalam penyusunan bobot menyebabkan penurunan kualitas

rekomendasi. Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa efektivitas metode WP dalam menghasilkan rekomendasi sangat dipengaruhi oleh ketepatan bobot preferensi yang diberikan pengguna.

Berdasarkan hasil perhitungan nDCG yang dilakukan terhadap 10 skenario, diperoleh nilai tingkat kualitas perankingan yang bervariasi, dengan rata-rata nilai sebesar 0,9307 atau 93,07%. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem rekomendasi yang dibangun mampu memberikan hasil rekomendasi yang sangat akurat dan konsisten terhadap preferensi pengguna. Menurut penelitian Valcarce (2018) dalam *On the Robustness and Discriminative Power of Recommender System Metrics*, menyebutkan bahwa model dengan nilai nDCG di kisaran 0,90 hingga 0,95 termasuk dalam kategori performa yang sangat baik karena menunjukkan tingkat kesesuaian hasil rekomendasi yang tinggi terhadap relevansi ideal.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa metode WP mampu bekerja secara efektif dalam menghasilkan rekomendasi mobil listrik yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Sementara itu, metode nDCG berhasil memberikan gambaran kuantitatif mengenai seberapa baik hasil perankingan sistem dibandingkan dengan perankingan ideal pengguna. Nilai rata-rata nDCG sebesar 0,9307 menandakan bahwa sistem memiliki tingkat kualitas perankingan sangat tinggi dan layak diterapkan sebagai alat bantu pengambilan keputusan bagi calon pembeli mobil listrik.

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem rekomendasi pembelian mobil listrik berbasis web menggunakan metode WP yang telah diuji menggunakan metode nDCG dengan tingkat kualitas perankingan sebesar 93.07%. Hasil ini

menunjukkan bahwa usaha dan proses penelitian yang dilakukan dengan sungguh-sungguh memberikan hasil yang baik dan bermanfaat, sejalan dengan nilai-nilai Islam yang menekankan pentingnya kerja keras, ketekunan, serta tanggung jawab terhadap hasil dari setiap usaha manusia. Nilai tersebut sesuai dengan firman Allah SWT dalam Surat An-Najm ayat 39:

سَعَىٰ مَا إِلَّا لِلْإِنْسَانِ لَيْسَ وَأَنْ

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya.” (QS. An-Najm: 39).

Ayat ini mengajarkan bahwa setiap keberhasilan adalah hasil dari usaha manusia sendiri. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan keberhasilan sistem rekomendasi dalam menghasilkan hasil yang akurat melalui proses analisis dan pengujian yang dilakukan secara sistematis. Nilai kualitas perangkian yang tinggi yang diperoleh bukanlah hasil kebetulan, melainkan buah dari proses penelitian yang dilakukan secara teliti dan penuh tanggung jawab.

Setiap alternatif mobil listrik dinilai melalui lima kriteria yang berbeda. Kriteria-kriteria tersebut tidak berdiri sendiri, tetapi saling berpasangan dan saling melengkapi dalam menentukan kualitas akhir suatu rekomendasi. Sebagaimana konsep berpasang-pasangan dalam Surat Az-Zariyat ayat 49:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ

“Dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan agar kamu mengingat (kebesaran Allah). (QS. Az-Zariyat: 49)”

Ayat ini tidak hanya menggambarkan fenomena biologis atau alam semesta, tetapi juga menunjukkan bahwa setiap unsur dalam kehidupan memiliki hubungan

timbang balik yang membuatnya berfungsi secara sempurna. Prinsip keterhubungan ini sejalan dengan proses penilaian dalam penelitian ini, di mana kelima kriteria yang digunakan meskipun berbeda, namun dipandang sebagai satu kesatuan yang saling melengkapi. Ketika satu kriteria diberi bobot lebih tinggi atau lebih rendah, maka akan memengaruhi hasil perbandingan secara keseluruhan.

Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya menunjukkan keberhasilan teknis, tetapi juga mencerminkan nilai-nilai spiritual dalam Islam. Allah menegaskan bahwa segala sesuatu diciptakan berpasang-pasangan, dan prinsip tersebut tercermin dalam bagaimana setiap kriteria pada penelitian ini saling melengkapi hingga menghasilkan rekomendasi yang tepat. Dan juga, mengingatkan bahwa manusia tidak akan memperoleh sesuatu kecuali dari hasil usahanya. Ayat ini selaras dengan proses penelitian yang dilakukan secara bertahap dan sistematis, di mana akurasi hasil perbandingan merupakan buah dari ketelitian dalam perhitungan, pengujian, dan analisis data. Dengan landasan tersebut, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat praktis bagi masyarakat, tetapi juga menjadi wujud penerapan ajaran Islam yang menekankan pentingnya keseimbangan, kerja keras, dan tanggung jawab dalam menghasilkan karya yang membawa kemaslahatan bersama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pengujian menggunakan 10 skenario preferensi pengguna menunjukkan bahwa sistem rekomendasi yang dibangun mampu menghasilkan peringkat mobil listrik yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Melalui pengujian kualitas perankingan menggunakan metode nDCG, diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,9307 atau 93,07%, yang mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat kesesuaian yang sangat tinggi terhadap perankingan ideal. Temuan ini sejalan dengan penelitian Valcarce (2021), yang menyatakan bahwa nilai nDCG di atas 0,90 menunjukkan performa sangat baik pada sistem rekomendasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem rekomendasi berbasis WP yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat memberikan tingkat kualitas peringkat yang baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta berbagai temuan selama proses pengujian, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem ke depan. Saran-saran ini ditujukan untuk meningkatkan performa, objektivitas, serta fleksibilitas sistem rekomendasi pembelian mobil listrik berbasis web dalam menghadapi kondisi yang lebih beragam.

1. Pengembangan Dataset yang Lebih Lengkap

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam ketersediaan dan kelengkapan data mobil listrik, terutama karena tidak semua produsen menyediakan spesifikasi teknis secara konsisten. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan memperluas sumber data, memanfaatkan API otomotif, atau bekerja sama dengan dealer resmi agar dataset lebih komprehensif dan mendukung hasil rekomendasi yang lebih akurat.

2. Penambahan dan Variasi Kriteria yang Lebih Mendalam

Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini masih terbatas pada lima aspek utama. Untuk penelitian berikutnya, disarankan menambah kriteria seperti konsumsi energi (kWh/km), kemampuan fast charging, usia dan garansi baterai, fitur keselamatan, kenyamanan interior, serta biaya perawatan. Variasi kriteria ini penting agar sistem rekomendasi semakin realistis dan mendekati kondisi yang benar-benar dipertimbangkan oleh pengguna dalam memilih mobil listrik.

3. Peningkatan Metode Pembobotan agar Lebih Objektif

Penelitian ini menggunakan pembobotan langsung berdasarkan input pengguna, sehingga tingkat subjektivitas masih cukup tinggi. Untuk penelitian mendatang, dapat digunakan metode pembobotan lain seperti Analytic Hierarchy Process (AHP), fuzzy weighting, entropy weighting, atau kombinasi beberapa pendekatan agar bobot kriteria lebih stabil dan tidak terlalu dipengaruhi persepsi pengguna semata.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, M. G., & Junaedi, L. (2022). Penentuan Mobil Bekas Terbaik dengan Metode Fuzzy Multiple Attribute Decision Making dengan Model Weight Product. *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, 1(5), 695. <https://doi.org/10.53513/jursi.v1i5.5968>
- Fransiska, D. (2023). Sistem pendukung keputusan menentukan e-commerce terbaik menggunakan metode weighted product. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 10(1), 41–48.
- G. Tangkudung, A. (2024). Jejak Sejarah Mobil Listrik di Indonesia: Perkembangan dan Tantangan. *Syntax Idea*, 6(9). <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i9.4487>
- Hidayat, A. (2023). *ANALISIS PERBANDINGAN METODE WEIGHT PRODUCT (WP), SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW), DAN TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS) DALAM PEMILIHAN PRODUK MOBIL BEKAS*.
- Ifada, N., Putri, N. F. D., & Sophan, M. K. (2020). Normalization based multi-criteria collaborative filtering approach for recommendation system. *Rekayasa*, 13(3), 234–239.
- Julian, J., & Lumban Batu, F. (2023). Pengembangan Mesin Hybrid yang Efisien dan Ramah Lingkungan. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Sosiety*, 3(4), 88–93. <https://doi.org/10.58939/afosj-las.v3i4.693>
- Muhammad Zaynurroyhan, Asriyanik, & Agung Pambudi. (2023). Perbandingan TF-IDF dengan Count Vectorization Dalam Content-Based Filtering Rekomendasi Mobil Listrik. *Explore IT: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, 15(1), 8–15. <https://doi.org/10.35891/explorit.v15i1.3829>
- Nie, J., Xia, S., Liu, Y., Ding, S., Hu, L., Zhao, M., Fan, Y., Abdel-Aty, M., Preindl, M., & Jiang, X. (2023). A Data-Driven and Human-Centric EV Charging Recommendation System at City-Scale. *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Future Energy Systems*, 427–438. <https://doi.org/10.1145/3575813.3597350>
- Perkasa, R. F. (2022). *SISTEM REKOMENDASI EMITEN SAHAM BERDASARKAN ANALISIS FUNDAMENTAL MENGGUNAKAN METODE*

WEIGHTED PRODUCT : STUDI KASUS EMITEN SAHAM BERBASIS SYARIAH DAN KONVENSIONAL.

- Permana, R., Yulianti, E., & Wulandari, P. (2023). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumen Terhadap Purchase Intention Kendaraan Listrik di Indonesia. *INOBIIS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 6(2), 217–232. <https://doi.org/10.31842/jurnalinobis.v6i2.270>
- Riza Chakim, M. H., & Arya Bimantara, A. (2023). Kemajuan Teknologi di Abad 21: Perubahan Perspektif. *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 40–45. <https://doi.org/10.34306/adimas.v4i1.1036>
- Sabandar, V. P., & Ahmad, R. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Produk Terbaik Menggunakan Weighted Product Method. *Jurnal Ilmiah Computer Science*, 1(2), 58–68. <https://doi.org/10.58602/jics.v1i2.7>
- Suci Kuswardani, Y. (2024). Dinamika Persaingan dan Prospek Industri Mobil Listrik di Indonesia: Analisis Tren dan Implikasi. *Syntax Idea*, 6(10), 6340–6353. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i10.8041>
- Valcarce, D., Bellogín, A., Parapar, J., & Castells, P. (2018). On the robustness and discriminative power of information retrieval metrics for top-N recommendation. *Proceedings of the 12th ACM Conference on Recommender Systems*, 260–268. <https://doi.org/10.1145/3240323.3240347>
- Wahyudi, K. (2024). Implementasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) Sebagai Infrastruktur Penunjang Electrical Vehicle dalam Mendukung Net Zero Emission. *Jurnal Teknik Industri (JATRI)*, 2(2). <https://doi.org/10.30872/jatri.v2i2.1491>
- Waworuntu, A., & Hermawan, I. (2023). Penerapan Metode Weighted Product dalam Sistem Rekomendasi Pemilihan Ban Sepeda Motor. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 273–279. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12365>
- Więckowski, J., Wątróbski, J., Shkurina, A., & Sałabun, W. (2024). Adaptive multi-criteria decision making for electric vehicles: A hybrid approach based on RANCOM and ESP-SPOTIS. *Artificial Intelligence Review*, 57(10), 270. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10901-4>
- Yulina, Y. & Aura Marchelita Nugroho. (2023). PENENTUAN SALES MOBIL TERBAIK PADA DEALER MOBIL SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN WEIGHTED PRODUCT. *Sienna*, 4(2), 128–136. <https://doi.org/10.47637/sienna.v4i2.982>

