

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PRODUK
E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE AHP-TOPSIS
BERBASIS DATA DINAMIS**

SKRIPSI

Oleh :
AGHATA HAFIS MAHARDIKA
NIM. 210605110137



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

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PRODUK
E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE AHP–TOPSIS
BERBASIS DATA DINAMIS**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :

AGHATA HAFIS MAHARDIKA

NIM. 210605110137

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

HALAMAN PERSETUJUAN

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PRODUK E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE AHP-TOPSIS BERBASIS DATA DINAMIS

SKRIPSI

Oleh :
AGHATA HAFIS MAHARDIKA
NIM. 210605110137

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 23 Desember 2025

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Syahiduz Zaman, M.Kom
NIP. 19700502 200501 1 005

Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom
NIP. 19831204 201903 1 004

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



Bayono, M.Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PRODUK E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE AHP-TOPSIS BERBASIS DATA DINAMIS

SKRIPSI

Oleh :
AGHATA HAFIS MAHARDIKA
NIM. 210605110137

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 22 Desember 2025

Susunan Dewan Pengaji

Ketua Pengaji	: <u>Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom</u> NIP. 19761013 200604 1 004	()
Anggota Pengaji I	: <u>Fajar Rohman Hariri, M.Kom</u> NIP. 19890515 201801 1 001	()
Anggota Pengaji II	: <u>Syahiduz Zaman, M.Kom</u> NIP. 19700502 200501 1 005	()
Anggota Pengaji III	: <u>Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom</u> NIP. 19831213 201903 1 004	()

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



Supriyono, M.Kom

NIP. 19841010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

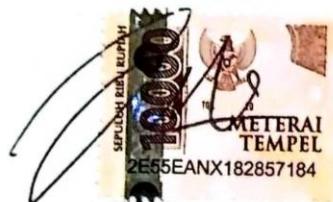
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aghata Hafis Mahardika
NIM : 210605110137
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk
E-Commerce Menggunakan Metode AHP-TOPSIS
Berbasis Data Dinamis

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, 24 Desember 2025
Yang membuat pernyataan,



Aghata Hafis Mahardika
NIM.210605110137

MOTTO

Sesama Muslim harus saling mendukung,buka saling berdebat karena perbedaan sepele, oleh karena itu jangan berhenti tolabol ilmu terutama tentang fiqh islam supaya wawasan luas dan tidak mudah diadu domba

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah atas segala nikmat yang Allah berikan serta limpahan rahmat dan hidayah kepada hamba-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan ujian akhir ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Karya ini saya persembahkan kepada:

1. Ayah Saya yang sudah dengan keras memarahi saya untuk menyelesaikan kuliah dan karya ini.
2. Keluarga, semangat dan doa selalu tercurahkan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan karya ini.
3. Diri sendiri, sudah berjuang dengan banyak kendala dan kesulitan yang di alami.
4. Seluruh warga uin malang yang sudah membantu saya dalam menyelesaikan karya ini.
5. Untuk adik-adik angkatan selanjutnya, karya ini masih bisa dikembangkan lebih menarik lagi, pembahasan lebih luas, dan masih banyak temuan dari karya ini yang menarik untuk dibahasa dan dijadikan topik skripsi selanjutnya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang yakni agama Islam.

Skripsi dengan judul "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk E-Commerce Menggunakan Metode AHP-TOPSIS Berbasis Data Dinamis" ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Malang, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk menempuh pendidikan di universitas ini.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Malang, atas segala dukungan dan arahan yang diberikan selama proses studi.

3. Supriyono, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika sekaligus dosen yang berperan besar banyak membantu saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dalam 1 semester.
4. Syahiduz Zaman, M.Kom, selaku Anggota Penguji II sekaligus pembimbing utama, yang telah banyak memberikan masukan ide yang sangat berarti sehingga muncul judul dari karya ini.
5. Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom, selaku Ketua Penguji, atas bimbingan, koreksi, dan saran yang berharga dalam penyempurnaan penelitian ini.
6. Fajar Rohman Hariri, M.Kom, selaku Anggota Penguji I sekaligus pembimbing utama, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan arahan yang jelas, dan mendukung penulis dalam setiap tahap penelitian.
7. Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom, selaku Anggota Penguji III sekaligus pembimbing pendamping, yang telah membimbing, dan mendukung penulis dalam mengintegrasikan penelitian ini dengan Islam.
8. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan spiritual yang tak ternilai.

Malang, 23 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBERAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
الملخص.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II STUDI PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Sistem Pendukung Keputusan.....	13
2.2.1 Metode-metode yang umum digunakan pada SPK.....	14
2.3 <i>E-commerce</i>	16
2.3.1 Tokopedia	17
2.3.2 Shopee	17
2.3.3 Integrasi <i>E-Commerce</i> Dengan Nilai-Nilai Islam.....	18
2.4 <i>Application Programming Interface</i> (API)	19
2.4.1 Arsitektur API dalam E-Commerce.....	19
2.4.2 Kelebihan Penggunaan API.....	20
2.4.3 Perspektif Islam tentang Integrasi dan Pertukaran Informasi (API).....	21
2.5 Web Scrapping.....	22
2.5.1 Tantangan dalam Web Scraping.....	23
2.5.2 Aspek Legalitas dan Etika Web Scraping	24
2.5.3 Tinjauan Islam terhadap Privasi dan Pengambilan Data (Web Scraping)	25
2.6 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	26
2.7 <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i> (TOPSIS).....	29
2.8 Data Dinamis	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Desain Penelitian	32
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.2.1 Data Primer.....	34
3.2.2 Data Skunder	36
3.3 Alternatif.....	36
3.4 Kriteria.....	36
3.5 Analisis Metode	37

3.5.1 Perhitungan AHP	37
3.5.2 Perhitungan TOPSIS.....	39
3.6 Perangkat dan Lingkungan Penelitian	42
3.7 Etika Penelitian.....	43
3.8 Desain Eksperimen	44
3.8.1 Pengujian Fungsionalitas	44
3.8.2 Pengujian Parameter	47
3.8.3 Pengujian Karakteristik Data	49
3.9 Pengujian Kegunaan Sistem (<i>Usability Testing</i>)	51
3.9.1 Instrumen Penelitian (Kuesioner SUS).....	51
3.9.2 Prosedur Pengukuran.....	52
BAB IV HASIL PENELITIAN	54
4.1 Implementasi Sistem dan Pengujian Fungsionalitas Sistem	54
4.1.1 Implementasi Modul <i>Scraping</i>	54
4.1.2 Pengujian Modul <i>Scraping</i>	54
4.1.3 Implementasi AHP	56
4.1.4 Pengujian Modul AHP.....	61
4.1.5 Implementasi TOPSIS	61
4.1.6 Pengujian Modul TOPSIS	64
4.2 Pengujian Parameter	64
4.2.1 Perhitungan Rata-Rata Kesesuaian dan Kepuasan	67
4.2.2 Analisis Temuan dan Kendala Teknis	68
4.2.3 Kesimpulan Parameter Bobot Terbaik.....	69
4.3 Pengujian Karakteristik Data	70
4.3.1 Uji Karakteristik Pengambilan Data Berdasarkan Kata kunci.....	71
4.4 Pengujian Usability Sistem (<i>System Usability Scale</i>).....	77
4.4.1 Data Responden dan Hasil Kuesioner	77
4.4.2 Analisis dan Perhitungan Skor SUS	78
4.4.3 Interpretasi Hasil.....	78
4.5 Pembahasan	79
4.6 Integrasi Nilai-Nilai Islam	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Hierarki	26
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Penentuan Skala Kepentingan I	56
Gambar 4.2 Penentuan Skala Kepentingan II	57
Gambar 4.3 Penentuan Skala Kepentingan III.....	57
Gambar 4.4 Penentuan Skala Kepentingan IV.....	58
Gambar 4.5 Hasil Perhitungan AHP Oleh Sistem	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2.2 Matriks Perbandingan Berpasangan	27
Tabel 2.3 Skala Perbandingan Penilaian Berpasangan	27
Tabel 2.4 Random Index Menurut Saaty	28
Tabel 3.1 Data Item Dari Proses Scraping	35
Tabel 3.2 Kriteria	37
Tabel 3.3 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria	38
Tabel 3.4 Matriks Normalisasi	38
Tabel 3.5 Contoh Data Produk	40
Tabel 3.6 Matriks Normalisasi (R)	40
Tabel 3.7 Matriks Normalisasi Terbobot (Y)	41
Tabel 3.8 Spesifikasi Perangkat Keras	43
Tabel 3.9 Spesifikasi Perangkat Lunak	43
Tabel 3.10 Rancangan Checklist Pengujian Fungsionalitas	46
Tabel 3.11 Pertanyaan Kuesioner Untuk Pengujian Parameter	48
Tabel 3.12 Rancangan Skenario Uji Karakteristik Data	50
Tabel 3.13 Petanyaan Kuesioner SUS	52
Tabel 4.1 Skenario Pengujian Modul Scraper	55
Tabel 4.2 Data Uji Hasil Dari Proses Scraping	55
Tabel 4.3 Matriks Perbandingan Berpasangan	58
Tabel 4.4 Normalisasi Matriks	59
Tabel 4.5 Vektor Prioritas (Bobot)	59
Tabel 4.6 Skenario Pengujian Modul AHP	61
Tabel 4.7 Matriks Keputusan Ternormalisasi (R)	61
Tabel 4.8 Matriks Ternormalisasi Terbobot	62
Tabel 4.9 Solusi Ideal dan Jarak	63
Tabel 4.10 Nilai Preferensi (Skor) dan Perangkingan	63
Tabel 4.11 Skenario Pengujian Sistem Perangkingan TOPSIS	64
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan AHP dan Responden Parameter	65
Tabel 4.13 Skenario Pengujian kategori Komputer	71
Tabel 4.14 Skenario Pengujian Kategori Pakaian	72
Tabel 4.15 Skenario Pengujian Kategori Smartphone	74
Tabel 4.16 Perolehan Nilai dan Skor SUS Responden	78

ABSTRAK

Hafis Mahardika, Aghata. 2025. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk *E-Commerce* Menggunakan Metode AHP-TOPSIS Berbasis Data Dinamis. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Syahiduz Zaman, M.Kom (II) Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom.

Kata Kunci: *Sistem Pendukung Keputusan, E-Commerce, Rekomendasi Produk, AHP, TOPSIS, Web Scraping, Data Dinamis, System Usability Scale*

Variasi produk yang melimpah dan kompleksitas informasi di platform e-commerce sering kali memicu kelelahan kognitif (decision fatigue) pada konsumen, sehingga menghambat proses pengambilan keputusan pembelian yang efektif dan objektif. Penelitian ini bertujuan mengatasi permasalahan tersebut dengan mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang mengintegrasikan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk pembobotan kriteria preferensi pengguna dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) untuk perankingan produk, di mana data produk diperoleh secara dinamis dan real-time melalui teknik web scraping pada platform Tokopedia guna mengatasi ketidadaan API publik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengekstraksi data dinamis secara stabil melalui modifikasi HTTP Headers untuk melewati proteksi keamanan anti-bot, serta terbukti handal dalam memitigasi data noise—seperti produk iklan, palsu, atau tidak relevan—dengan menempatkannya di peringkat bawah berdasarkan perhitungan jarak terhadap solusi ideal. Berdasarkan evaluasi kegunaan menggunakan System Usability Scale (SUS), sistem memperoleh skor rata-rata 70,77 yang masuk dalam kategori Acceptable dengan predikat Good, membuktikan bahwa sistem ini layak diimplementasikan untuk membantu konsumen mengambil keputusan yang lebih akurat, efisien, dan sesuai dengan prinsip kehati-hatian (tabayyun).

ABSTRACT

Mahardika, Aghata Hafis. 2025. Decision Support System for E-Commerce Product Selection Using AHP-TOPSIS Method Based on Dynamic Data. Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Syahiduz Zaman, M.Kom (II) Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom

Keywords: *Decision Support System, E-Commerce, Product Recommendations, AHP, TOPSIS, Web Scraping, Dynamic Data, Data Dinamis, System Usability Scale*

The abundance of product variety and complexity of information on e-commerce platforms often triggers cognitive fatigue (decision fatigue) in consumers, thereby hindering the process of effective and objective purchasing decisions. This study aims to address this issue by developing a Decision Support System (DSS) that integrates the Analytical Hierarchy Process (AHP) for weighting user preference criteria and the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) for product ranking, where product data is obtained dynamically and in real-time through web scraping techniques on the Tokopedia platform to overcome the absence of a public API. Testing results show that the system is capable of extracting dynamic data stably through HTTP Headers modification to bypass anti-bot security protection, and is proven to be reliable in mitigating data noise—such as advertising, fake, or irrelevant products—by placing them at the bottom of the ranking based on the calculation of distance from the ideal solution. Based on a usability evaluation using the System Usability Scale (SUS), the system obtained an average score of 70.77, which falls into the Acceptable category with a Good rating, proving that this system is feasible to implement to help consumers make more accurate, efficient, and prudent decisions (tabayyun).

الملخص

ماهارديكا ، أغاثا حافظ . ٢٠٢٥ . نظام دعم القرار لاختيار المنتجات في التجارة الإلكترونية باستخدام طريقة (AHP-TOPSIS) المعتمدة على البيانات الديناميكية. رسالة تخرج. برنامج دراسات تقنية المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة إسلامية نيجيريا مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف(1) سياهدوز زمان، ماجستير في علوم الحاسوب (2) جوهان إيريك واهيو براكسا، ماجستير في علوم الحاسوب،.

كشط الويب، البيانات، AHP، TOPSIS، الكلمات المفتاحية: نظام دعم القرار، التجارة الإلكترونية، توصية المنتجات الديناميكية، مقياس قابلية استخدام النظام

تؤدي وفرة تنوع المنتجات وتعقيد المعلومات في منصات التجارة الإلكترونية في كثير من الأحيان إلى حدوث الإرهاق المعرفي (Decision Fatigue) لدى المستهلكين، مما يعيق عملية اتخاذ قرارات الشراء بشكل فعال وموضوعي. تهدف هذه الدراسة إلى معالجة هذه المشكلة من خلال تطوير نظام دعم القرار (DSS) يدمج طريقة عملية التحليل الهرمي (AHP) لترجح معايير تفضيلات المستخدم، وطريقة تفضيل الترتيب وفق التشابه مع الحل المثالي (TOPSIS) لترتيب المنتجات، حيث يتم الحصول على بيانات المنتجات بشكل ديناميكي وفي الوقت الفعلي باستخدام تقنية استخلاص بيانات الويب (Web Scraping) (من منصة Tokopedia) للتلغّل على عدم توفر واجهة برمجة تطبيقات (API) عامة. تُظهر نتائج الاختبار أن النظام قادر على استخراج البيانات الديناميكية بشكل مستقر من خلال تعديل ترويسات HTTP لتجاوز آليات الحماية الأمنية ضد الروبوتات (Anti-Bot)، كما ثبتت موثوقية النظام في الحد من ضوضاء البيانات، مثل المنتجات الإعلانية أو المزيفة أو غير ذات الصلة، وذلك من خلال وضعها في مراتب متأخرة بناءً على حساب المسافة عن الحل المثالي. وبناءً على تقييم قابلية الاستخدام باستخدام مقياس قابلية استخدام النظام (SUS)، حقق النظام متوسط درجة بلغ 70.77، مما يصنفه ضمن فئة «مقبول» (Acceptable) («Good») («جيد»). الأمر الذي يثبت أن هذا النظام قابل للتطبيق لمساعدة المستهلكين على اتخاذ قرارات أكثر دقة وكفاءة واتزانًا، بما يتوافق مع مبدأ التبين.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah membawa perubahan signifikan dalam kehidupan masyarakat, khususnya dalam hal aktivitas jual beli. Platform *e-commerce* seperti Shopee, Tokopedia, Lazada, dan Bukalapak semakin populer, dengan Shopee menjadi platform yang paling banyak digunakan selama pandemi (Purnama & Putri, 2021). Pertumbuhan e-commerce di Indonesia telah mengalami peningkatan yang signifikan, didorong oleh peningkatan penetrasi internet dan adopsi teknologi. Menurut data statistik tahun 2022, Indonesia memiliki 178,94 juta pengguna e-commerce dari total populasi 275,5 juta, dengan angka ini terus meningkat setiap tahun (Setiawan, 2021). Migrasi digital ini disebabkan oleh kemudahan, aksesibilitas produk yang luas, dan harga yang kompetitif yang ditawarkan oleh platform e-commerce (Yuyut Prayuti, 2024). Platform besar telah mencapai basis pengguna yang signifikan, dengan Shopee mempertahankan 94 juta pengguna melalui strategi komunikasi pemasaran terintegrasi (Verolyna, 2021). Tren ini semakin meningkat seiring dengan penetrasi internet yang semakin luas dan meningkatnya kepercayaan masyarakat terhadap transaksi digital.

Meskipun demikian, banyaknya variasi produk yang tersedia pada *e-commerce* justru menimbulkan permasalahan baru bagi konsumen. Konsumen seringkali kesulitan memilih produk yang sesuai dengan kebutuhan, anggaran, dan preferensi pribadi mereka karena informasi produk yang kompleks, termasuk harga,

rating, ulasan, biaya pengiriman, dan reputasi penjual (Caswito et al., 2024). Studi menunjukkan bahwa konsumen mulai mengalami kelelahan kognitif yang terukur setelah membandingkan lebih dari 7 hingga 9 pilihan produk (Winsome Marketing, 2025). Akibatnya, konsumen mengalami *decision fatigue* (kelelahan mengambil keputusan), yang berujung pada penundaan pembelian (*decision postponement*) atau bahkan penyesalan setelah membeli (*buyer's remorse*) (Reza Syakif Afendi et al., 2025). Pada artikel Blackiston (2025) ketika konsumen diberikan 24 pilihan rasa selai, hanya 3% dari mereka yang melakukan pembelian. Namun, ketika pilihan dikurangi menjadi 6 rasa, tingkat konversi (pembelian) melonjak drastis menjadi 30% (Blackiston, 2025). Ini menunjukkan bahwa terlalu banyak pilihan dapat melumpuhkan keputusan (*decision paralysis*).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan adanya suatu sistem atau mekanisme pendukung keputusan yang mampu membantu konsumen dalam menyaring, membandingkan, dan merekomendasikan produk secara efektif sesuai dengan kebutuhan, preferensi, dan anggaran pengguna, sehingga dapat mengurangi kelelahan kognitif (*decision fatigue*) serta meningkatkan kualitas dan kecepatan pengambilan keputusan dalam proses pembelian di platform e-commerce. Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk membantu pengambilan keputusan terkait masalah terstruktur maupun tidak terstruktur (Bulu et al., 2024). SPK merupakan sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah dan komunikasi untuk masalah semi terstruktur, dengan pengambilan keputusan dilakukan secara sistematis melalui

pengumpulan fakta-fakta dan penentuan alternatif yang matang (Purwadi et al., 2020).

Salah satu metode yang efektif untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan dengan banyak kriteria adalah kombinasi *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). AHP digunakan untuk menentukan bobot kepentingan dari setiap kriteria melalui perbandingan berpasangan, sedangkan TOPSIS digunakan untuk meranking alternatif produk berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal (Pratiwi & Fujiati, 2022). AHP adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang memfasilitasi pengambilan keputusan kompleks melalui perbandingan berpasangan yang terstruktur untuk menentukan bobot kriteria dan prioritas alternatif (Liu et al., 2020). AHP memfasilitasi pengambilan keputusan yang imparzial dan pembentukan konsensus di antara para ahli dari berbagai disiplin ilmu (Guillén-Mena et al., 2023). TOPSIS adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang mengurutkan alternatif berdasarkan kedekatan mereka dengan solusi ideal berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya (Setiawansyah, 2022). Metode ini bekerja dengan mengidentifikasi solusi ideal dan anti-ideal, kemudian menghitung jarak antara alternatif dan solusi ideal untuk mengurutkan alternatif berdasarkan kedekatan mereka dengan solusi ideal. Metode ini dapat menangani kriteria kuantitatif dan kualitatif, tetapi sensitif terhadap bobot kriteria dan pemilihan alternatif referensi (Madanchian & Taherdoost, 2023).

Namun, tantangan yang muncul dalam penelitian ini adalah bagaimana memperoleh data produk yang selalu terbarui (dinamis). *E-commerce* tidak

menyediakan *Application Programming Interface* (API) publik yang dapat diakses bebas oleh peneliti atau pengguna untuk mendapatkan data produk secara detail. Jika ada, biasanya API tersebut terbatas, memerlukan izin resmi, atau hanya ditujukan untuk keperluan internal mitra. Oleh karena itu, web *Scraping* menjadi solusi penting untuk mengekstrak data produk dari platform *e-commerce*, terutama ketika API publik tidak tersedia atau dibatasi (Yuda, 2025; Rizquina & Ratnasari, 2023).

Web *Scraping* memungkinkan sistem untuk mengekstraksi informasi produk seperti nama, harga, *rating*, jumlah ulasan, dan ongkos kirim secara langsung dari website *marketplace* (Rizquina & Ratnasari, 2023). Dengan cara ini, data yang diperoleh selalu dinamis dan aktual, sesuai dengan kondisi terbaru di platform *e-commerce*. Data dinamis ini sangat penting karena harga, *rating*, dan ketersediaan produk dapat berubah sewaktu-waktu, sehingga hasil rekomendasi sistem lebih relevan dengan kebutuhan pengguna.

Selain itu, penelitian ini juga sejalan dengan nilai-nilai Islam yang mendorong manusia untuk berhati-hati dalam mengambil keputusan serta menggunakan akal dalam mempertimbangkan berbagai pilihan. Allah berfirman dalam Al-Qur'an:

وَلَا تَعْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادُ كُلُّ أُولَئِكَ كَانَ عَنْهُ مَسْنُونٌ وَلَا

“Dan janganlah kamu mengikuti sesuatu yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggungjawabannya.” (Q.S Al-Isra’ : 36)

Menurut Tafsir Ibnu Katsir, ayat ini mengingatkan manusia untuk tidak berbicara, meyakini, atau mengambil keputusan atas sesuatu tanpa landasan ilmu

yang jelas. Segala sesuatu yang dilakukan oleh manusia, baik melalui pendengaran, penglihatan, maupun hati, akan dimintai pertanggungjawaban di hadapan Allah. Sementara itu, dalam Tafsir al-Maraghi dijelaskan bahwa ayat ini menekankan pentingnya penggunaan potensi akal dan pancaindra untuk menimbang setiap perkara dengan adil dan bijak. Seorang muslim dituntut agar tidak mengikuti sesuatu secara membabi buta tanpa meneliti kebenarannya terlebih dahulu, karena setiap keputusan yang diambil akan berimplikasi pada dirinya maupun orang lain.

Dengan demikian, pembangunan Sistem Pendukung Keputusan berbasis metode AHP–TOPSIS ini diharapkan dapat menjadi sarana bagi konsumen untuk mengambil keputusan yang lebih bijak, objektif, serta sesuai dengan prinsip Islam dalam mencari kemaslahatan dan menghindari kerugian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan membangun Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk *E-commerce* Menggunakan Metode AHP–TOPSIS Berbasis Data Dinamis. Sistem ini diharapkan dapat membantu konsumen dalam menentukan produk terbaik dengan cara yang lebih objektif, efisien, dan sesuai dengan preferensi pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan teknik web scraping untuk memperoleh data produk e-commerce secara real-time sebagai dasar pengambilan keputusan yang dinamis?

2. Bagaimana menerapkan kombinasi metode AHP dan TOPSIS dalam memberikan rekomendasi produk yang akurat?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini memiliki arah dan fokus yang jelas, sehingga dibuatlah batasan masalah dari rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya:

1. Data produk *e-commerce* diperoleh secara dinamis melalui web *Scraping* platform Tokopedia, mengingat tidak tersedianya API resmi dari platform *e-commerce*.
2. Kriteria pemilihan produk ditentukan berdasarkan aspek-aspek umum seperti harga, *rating*, jumlah ulasan, dan popularitas produk, serta dapat disesuaikan sesuai kebutuhan penelitian.
3. Metode yang digunakan terbatas pada *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk pembobotan kriteria dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk perankingan alternatif.
4. Data yang diuji pada pengujian fungsionalitas berjumlah 15 sedangkan untuk pengujian parameter dan karakteristik berjumlah 30. Alasan data yang diambil hanya 30 akan dijelaskan pada bab 4.
5. Data yang diambil dan diuji adalah produk dengan 4 kata kunci pada kategori "Komputer", "Pakaian" dan "Smartphone" dengan 3 rentang harga yang berbeda

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan teknik web scraping yang mampu mengambil data produk e-commerce secara real-time untuk mendukung penyediaan data yang dinamis bagi pengambilan keputusan.
2. Menerapkan kombinasi metode AHP dan TOPSIS dalam sistem pendukung keputusan untuk menghasilkan rekomendasi produk yang akurat berdasarkan kriteria yang ditentukan. Melakukan perankingan alternatif produk dengan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Dari sisi teoritis, penelitian ini dapat menambah khazanah ilmu pengetahuan dalam bidang Sistem Pendukung Keputusan (SPK), khususnya dalam penerapan metode AHP–TOPSIS berbasis data dinamis dari *e-commerce*. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam pengembangan literatur terkait penggabungan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) dengan teknik web *Scraping*, yang masih jarang dilakukan pada penelitian sebelumnya.

Dari sisi praktis, penelitian ini diharapkan dapat membantu konsumen dalam memperoleh rekomendasi produk terbaik secara objektif sesuai dengan kebutuhan mereka. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pengembang sistem dalam merancang aplikasi pendukung keputusan berbasis data *real-time*, sekaligus memberikan solusi alternatif atas keterbatasan akses data akibat tidak

tersedianya API resmi dari *e-commerce*. Dengan demikian, penelitian ini memiliki nilai manfaat baik dalam ranah akademik maupun implementasi nyata di masyarakat.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai sistem pendukung keputusan telah banyak dilakukan dengan berbagai metode, termasuk AHP dan TOPSIS, baik secara terpisah maupun dalam bentuk kombinasi keduanya. Kajian terhadap penelitian terdahulu penting dilakukan sebagai landasan teori sekaligus pembeda penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian yang relevan dengan topik “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk *E-commerce* Menggunakan Metode AHP–TOPSIS Berbasis Data Dinamis” antara lain sebagai berikut.

Penelitian Ridwan Baharudin, Septi Andryana, Sari Ningsi (2020) berhasil mengembangkan dan menguji sistem pendukung keputusan untuk memilih produk asuransi menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Akurasi sistem dievaluasi dengan membandingkan *output*-nya dengan perhitungan manual, mengungkapkan bahwa hasilnya sebagian besar konsisten, dengan persentase tidak berbeda secara signifikan. Secara khusus, produk “istilah PruLink” mencapai peringkat tertinggi, dengan persentase 98,343%, menjadikannya produk asuransi yang direkomendasikan teratas. Sistem ini bertujuan untuk membantu agen asuransi dan calon pelanggan dalam menavigasi proses pemilihan produk yang kompleks dengan memberikan informasi berdasarkan kriteria seperti usia, pendapatan, tujuan, jenis kelamin, kebiasaan merokok, dan status perkawinan.

Selanjutnya hasil penelitian yang dilakukan oleh Rice Novita, Akhas Rahmadeyan, dan Vina Vamilina (2022) menerapkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dalam menentukan *marketplace* terbaik di Indonesia. Kriteria yang digunakan meliputi diskon dan promo, pelayanan, fitur, kualitas produk, metode pembayaran, serta ketersediaan barang, dengan alternatif pilihan yaitu Tokopedia, Shopee, Lazada, Bukalapak, dan Blibli. Hasil implementasi menunjukkan bahwa Shopee memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,9897 sehingga direkomendasikan sebagai *marketplace* terbaik, diikuti oleh Tokopedia dengan nilai 0,7289, Lazada 0,4145, Bukalapak 0,0641, dan Blibli 0,0059. Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi metode AHP-TOPSIS efektif digunakan sebagai sistem pendukung keputusan dalam membantu pengguna menentukan *marketplace* yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi mereka.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Marlina dan Retno Sari (2022) membahas penentuan *online shop* terbaik di kalangan mahasiswa dengan menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Penelitian ini menggunakan lima kriteria, yaitu kelengkapan produk, desain antarmuka, respon pelayanan, jasa pengiriman, dan proses transaksi, dengan alternatif pilihan Shopee, Tokopedia, Bukalapak, Lazada, dan Blibli. Data diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh 59 responden mahasiswa. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Shopee menjadi *online shop* paling diminati dengan nilai preferensi sebesar 0,89, disusul Tokopedia dengan nilai 0,87, sementara alternatif lain seperti Lazada, Blibli, dan Bukalapak menempati

peringkat selanjutnya. Temuan ini menunjukkan bahwa metode TOPSIS efektif dalam membantu pengambilan keputusan penentuan *marketplace* yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Penelitian oleh Dongo et al. (2021) membandingkan web *scraping* dan API dalam analisis kredibilitas Twitter. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun keduanya menghasilkan nilai kredibilitas identik setelah normalisasi, web *scraping* lebih cepat dan fleksibel namun rentan terhadap perubahan situs, sedangkan API menyediakan lebih banyak atribut untuk ukuran kredibilitas tetapi terbatas oleh batas permintaan dan format data.

Penelitian Sharma & Borkar (2024) melakukan analisis komparatif perpustakaan web *scraping* menggunakan BeautifulSoup (BS4), LXML, dan Selenium dengan fokus pada kinerja mereka dalam menangani halaman web dinamis. Hasil eksperimen mengungkapkan perbedaan yang signifikan dalam efisiensi di antara alat-alat ini. Secara khusus, perpustakaan Selenium menunjukkan efisiensi yang unggul dibandingkan dengan BeautifulSoup dan LXML yang banyak digunakan, memanfaatkan data 90% lebih sedikit dan mengurangi waktu pemrosesan hingga 70%. Ketika membandingkan kombinasi, LXML dikombinasikan dengan Selenium menunjukkan kinerja yang unggul dalam hal waktu proses dan waktu keseluruhan. Sebaliknya, BS4 dikombinasikan dengan Selenium menunjukkan penggunaan memori keseluruhan yang lebih baik. Selenium Standalone menawarkan kinerja yang seimbang di berbagai metrik. Untuk tugas yang membutuhkan kinerja tinggi, terutama dengan XML kompleks,

LXML dan Selenium direkomendasikan, sementara BeautifulSoup dan Selenium disarankan untuk HTML yang lebih sederhana dan pemula.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Sumber	Input	Metode	Output	Hasil
1	Ridwan Baharudin, Septi Andryana, Sari Ningsih (2020) – Product Selection Decision Support System Insurance for Prospective Customers using AHP and TOPSIS	Data wawancara dan studi literatur tentang produk asuransi	AHP & TOPSIS	Sistem pendukung keputusan untuk pemilihan produk asuransi	Sistem mampu memberikan peringkat produk berdasarkan kriteria; produk “PruLink” menjadi peringkat tertinggi dengan nilai 98,34%
2	Rice Novita, Akhas Rahmadeyan, Vina Vamilina (2022) – Implementasi Analytical Hierarchy Process–TOPSIS dalam Penentuan Marketplace Terbaik di Indonesia	Data <i>marketplace</i> Indonesia (Shopee, Tokopedia, Lazada, Bukalapak, Blibli) dan kriteria: diskon, pelayanan, fitur, kualitas produk, metode pembayaran, ketersediaan barang	AHP & TOPSIS	Sistem pendukung keputusan untuk menentukan <i>marketplace</i> terbaik	Shopee memperoleh nilai tertinggi (0,9897), diikuti Tokopedia (0,7289); menunjukkan kombinasi AHP–TOPSIS efektif untuk pemilihan <i>marketplace</i>
3	Marlina Marlina, Retno Wanda Sari (2022) – Decision Support System to Determine the Best Online Shop College Students using the TOPSIS Method	Data hasil kuesioner mahasiswa dengan lima kriteria: kelengkapan produk, desain antarmuka, respon pelayanan, jasa pengiriman, proses transaksi	TOPSIS	Sistem pendukung keputusan untuk menentukan online shop terbaik	Shopee menjadi online shop paling diminati (0,89), diikuti Tokopedia (0,87); menunjukkan metode TOPSIS mampu menilai preferensi konsumen secara akurat
4	Dongo et al. (2021) – A Qualitative and Quantitative Comparison Between Web Scraping and API Methods for Twitter Credibility Analysis	Data Twitter diambil melalui API dan web scraping	Web Scraping vs API	Perbandingan efektivitas metode pengambilan data	Web <i>scraping</i> lebih cepat dan fleksibel tetapi rentan terhadap perubahan situs; API lebih stabil namun terbatas; keduanya menghasilkan nilai kredibilitas identik setelah normalisasi

5	Sharma & Borkar (2024) – Comparative Analysis of Dynamic Web Scraping Strategies: Evaluating Techniques for Enhanced Data Acquisition	Data dari halaman web dinamis menggunakan pustaka Beautiful Soup, LXML, dan Selenium	Web <i>Scraping</i>	Analisis performa pustaka web <i>scraping</i>	Selenium menunjukkan efisiensi tertinggi— menggunakan 90% lebih sedikit data dan mengurangi waktu pemrosesan 70%; penelitian menegaskan pentingnya pemilihan pustaka sesuai kebutuhan <i>scraping</i> dinamis
---	--	--	---------------------	---	---

Berdasarkan uraian pada Tabel 2.1, dapat disimpulkan bahwa berbagai penelitian sebelumnya telah berhasil menerapkan metode AHP maupun TOPSIS dalam sistem pendukung keputusan pada beragam bidang, mulai dari seleksi karyawan, pemilihan lokasi, hingga rekomendasi produk. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih menggunakan data statis yang diperoleh dari dataset terbatas atau survei manual. Selain itu, penelitian terdahulu jarang memanfaatkan teknik web *scraping* sebagai sarana untuk memperoleh data secara dinamis dari *e-commerce*. Padahal, *scraping* menjadi solusi penting mengingat tidak semua platform marketplace menyediakan API terbuka. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha melengkapi kekurangan tersebut dengan mengintegrasikan metode AHP–TOPSIS berbasis data dinamis hasil *scraping*, sehingga rekomendasi produk yang dihasilkan lebih relevan, adaptif, dan sesuai dengan kondisi pasar yang selalu berubah.

2.2 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah suatu konsep yang terdapat dalam ilmu komputer dimana konsep ini dapat mempermudah dalam pengambil sebuah

keputusan untuk mengatasi masalah (Lumbanraja & Naomi Elena Lumbanraja, 2024). Sistem pendukung keputusan bukan merupakan alat pengambilan keputusan, melainkan sebagai sistem yang membantu pengambil keputusan yang dilengkapi informasi dari data yang telah diolah dengan relevan dan hasil yang mempunyai ke akuratan yang tinggi (Darmawan et al., 2021).

Menurut Kumar & Pamucar, (2025) komponen utama SPK meliputi:

1. Subsistem data (*data warehouse, database*, atau sumber data eksternal),
2. Subsistem model (kumpulan model matematis/algoritmik untuk analisis),
3. Subsistem antarmuka pengguna (*user interface* untuk interaksi, *input* preferensi, visualisasi hasil).
4. Subsistem pengetahuan (*knowledge base/aturan domain*) yang dapat menambah nilai penalaran pada sistem. Komposisi dan arsitektur ini memungkinkan SPK diaplikasikan di berbagai domain, termasuk bisnis, kesehatan, pendidikan, dan *e-commerce*.

2.2.1 Metode-metode yang umum digunakan pada SPK

Menurut Megawaty & Ulfah (2020) secara umum, beberapa metode SPK yang paling sering digunakan meliputi:

1. *Simple Additive Weighting* (SAW)

Metode ini dikenal sebagai *weighted sum* model, di mana setiap alternatif dievaluasi berdasarkan penjumlahan terbobot dari nilai-nilai kriteria. SAW bersifat sederhana, efisien, dan mudah diimplementasikan ketika bobot kriteria sudah ditentukan sebelumnya.

2. *Weighted Product* (WP)

Metode ini merupakan varian dari SAW dengan menggunakan operasi perkalian. Nilai preferensi diperoleh dari hasil perkalian antara nilai kriteria yang telah dipangkatkan dengan bobotnya. WP lebih sensitif terhadap perubahan nilai ekstrem dibandingkan SAW.

3. *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

AHP merupakan metode hierarkis yang menggunakan perbandingan berpasangan antar kriteria untuk menentukan bobot prioritas. Prosesnya meliputi pembentukan matriks perbandingan, normalisasi, perhitungan bobot, dan uji konsistensi menggunakan *Consistency Ratio* (CR). AHP unggul karena menghasilkan bobot yang terukur dan mampu menilai konsistensi penilaian pengguna.

4. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)

TOPSIS memilih alternatif terbaik berdasarkan kedekatan dengan solusi ideal positif dan jarak dari solusi ideal negatif. Metode ini cocok untuk kasus multi-kriteria dengan data kuantitatif seperti harga, *rating*, dan jumlah ulasan produk *e-commerce*. TOPSIS memberikan hasil yang mudah diinterpretasikan karena menghasilkan nilai preferensi (*closeness coefficient*) untuk setiap alternatif.

5. SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*)

Metode ini menggunakan skala penilaian linear dan pembobotan subjektif untuk menghasilkan skor preferensi akhir. SMART sederhana dan sering dipakai dalam kasus dengan jumlah kriteria sedikit.

6. Fuzzy-MCDM (*Fuzzy Multiple Criteria Decision Making*)

Pendekatan ini menggabungkan konsep fuzzy logic dengan metode MCDM seperti AHP atau TOPSIS untuk menangani ketidakpastian dan subjektivitas dalam penilaian kriteria.

Dalam penelitian ini, SPK digunakan untuk memberikan rekomendasi produk *e-commerce* terbaik berdasarkan kriteria tertentu.

2.3 *E-commerce*

E-commerce adalah penyebaran penjualan, pembelian, serta pemasaran barang atau jasa yang mengandalkan sistem elektronik, seperti internet, tv, dan jaringan teknologi lainnya. Contoh platform yang sudah terkenal di Indonesia adalah Zalora, Blibli, Bukalapak, Kaskus, Lazada, Tokopedia, dan beberapa platform lainnya (Syarif et al., 2023).

Menurut Laudon & Traver (2022), *e-commerce* memiliki enam komponen utama:

- Produk digital dan fisik – barang atau layanan yang dapat ditransaksikan secara online;
- Proses transaksi elektronik – meliputi pemesanan, pembayaran, dan pengiriman;
- Infrastruktur teknologi – seperti jaringan internet, perangkat keras, dan perangkat lunak;
- Platform *e-commerce* – situs web atau aplikasi yang menjadi perantara antara penjual dan pembeli (misalnya Shopee, Tokopedia, Bukalapak, Lazada, dan Blibli);

- Sistem keamanan – mencakup enkripsi, autentikasi, dan perlindungan data pengguna;
- Strategi pemasaran digital – meliputi promosi, ulasan pelanggan, serta algoritma rekomendasi yang memengaruhi keputusan pembelian.

2.3.1 Tokopedia

Tokopedia adalah platform *e-commerce* terkemuka di Indonesia yang didirikan pada tahun 2009. Tokopedia berfungsi sebagai platform customer-to-customer yang memungkinkan siapa saja untuk membuka toko online dan memfasilitasi koneksi antara penjual dan pembeli di seluruh Indonesia (Priatna et al., 2022). Platform ini telah mencapai skala yang signifikan dengan lebih dari 90 juta pengguna aktif bulanan dan 6,4 juta penjual (Nisa et al., 2022).

2.3.2 Shopee

Shopee adalah situs *e-commerce* yang dimiliki oleh SEA Group, sebelumnya bernama Garena. Didirikan pada 2009 oleh Forrest Li (Atifi, 2018) . Berkantor pusat di Singapura dan telah meluaskan usahanya ke Malaysia, Thailand, Taiwan, Indonesia, Vietnam dan Filipina (Azzahra, 2015). Saat ini dipimpin oleh Chris Feng, mantan karyawan Rocket Internet yang pernah memimpin Zalora dan Lazada (www.sea.com). Shopee pertama kali diluncurkan di Singapura pada tahun 2015 sebagai marketplace *Consumer to Consumer* (C2C). Namun kini mereka telah beralih ke model *hybrid* C2C dan *Business to Consumer* (B2C) semenjak meluncurkan Shopee Mall yang merupakan platform toko daring untuk *brand* ternama (Asih, 2024).

2.3.3 Integrasi *E-Commerce* Dengan Nilai-Nilai Islam

Dalam pandangan Islam, e-commerce dikategorikan sebagai bagian dari muamalah (transaksi antar manusia). Pada dasarnya, segala bentuk muamalah hukumnya adalah mubah (boleh) selama tidak ada dalil yang mengharamkannya. Prinsip utama dalam transaksi jual beli, baik secara konvensional maupun elektronik, adalah adanya kerelaan dari kedua belah pihak dan ketiadaan unsur penipuan.

Landasan utama diperbolehkannya transaksi jual beli, yang juga mencakup mekanisme *e-commerce*, terdapat dalam firman Allah SWT pada Q.S. *Al-Baqarah* Ayat 275:

الَّذِينَ يَأْكُلُونَ الرِّبَا لَا يَقُولُونَ إِلَّا كَمَا يَعُومُ الَّذِي يَتَحَبَّطُهُ الشَّيْطَنُ مِنَ الْمُسْكِنِ ذَلِكَ بِأَنَّهُمْ قَاتُلُوا إِنَّمَا الْبِيْعُ مِثْلُ الرِّبَا وَأَخْلَقَ اللَّهُ الْبِيْعَ وَحْرَمَ الرِّبَا فَمَنْ جَاءَهُ مَوْعِظَةٌ مِنْ رَبِّهِ فَأَنْتَهَى فَلَهُ مَا سَلَفَ وَأَمْرُهُ إِلَى اللَّهِ وَمَنْ عَادَ فَأُولَئِكَ أَصْحَبُ النَّارِ هُمْ فِيهَا خَلِدُونَ

“Orang-orang yang memakan (bertransaksi dengan) riba tidak dapat berdiri, kecuali seperti orang yang berdiri sempoyongan karena kesurupan setan. Demikian itu terjadi karena mereka berkata bahwa jual beli itu sama dengan riba. Padahal, Allah telah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba. Siapa pun yang telah sampai kepadanya peringatan dari Tuhan (menyangkut riba), lalu dia berhenti sehingga apa yang telah diperolehnya dahulu menjadi miliknya dan urusannya (terserah) kepada Allah. Siapa yang mengulangi (transaksi riba), mereka itulah penghuni neraka. Mereka kekal di dalamnya.” (Q.S *Al-Baqarah* : 275)

Ayat ini menjadi dalil umum bahwa segala bentuk jual beli adalah halal selama terbebas dari unsur *riba*, *gharar* (ketidakjelasan), dan *maisir* (judi). Dalam penelitian ini, sistem pendukung keputusan yang dibangun justru bertujuan untuk meminimalisir unsur *gharar* (ketidakjelasan) bagi konsumen. Dengan menyediakan data yang dinamis dan transparan mengenai harga, *rating*, dan ulasan, sistem

membantu pembeli mendapatkan informasi yang jelas (*ma'lum*) sehingga transaksi yang dilakukan sesuai dengan prinsip kehati-hatian dan kejujuran dalam Islam.

2.4 Application Programming Interface (API)

Application Programming Interface (API) merupakan antarmuka perangkat lunak yang berfungsi sebagai jembatan komunikasi antar sistem atau aplikasi. Melalui API, suatu sistem dapat meminta (*request*) dan menerima (*response*) data dari server menggunakan format terstruktur seperti JSON (*JavaScript Object Notation*) atau XML (*eXtensible Markup Language*) tanpa harus mengetahui detail internal sistem tujuan (Rion & Any, 2025).

Secara teknis, proses komunikasi API biasanya menggunakan protokol HTTP/HTTPS dengan metode permintaan standar, yaitu:

- GET untuk mengambil data,
- POST untuk menambahkan data,
- PUT/PATCH untuk memperbarui data, dan
- DELETE untuk menghapus data.

Permintaan dikirim dari klien (misalnya aplikasi web) ke *endpoint* tertentu, kemudian server merespon dengan data yang relevan. Format ini memungkinkan pertukaran informasi antar platform secara *real-time*, aman, dan konsisten.

2.4.1 Arsitektur API dalam E-Commerce

Dalam konteks *e-commerce*, API biasanya digunakan untuk mengakses data produk, stok, harga, pembayaran, hingga status pengiriman secara real-time. API

memberikan kemudahan bagi pengembang dalam mengintegrasikan sistem mereka dengan platform *e-commerce* tanpa harus melakukan proses manual.

Namun, pada kenyataannya, tidak semua *e-commerce* menyediakan API publik yang dapat diakses secara bebas oleh peneliti maupun pengembang. Beberapa platform membatasi akses API hanya untuk mitra resmi atau bahkan tidak menyediakan sama sekali karena alasan keamanan data, privasi, dan kontrol bisnis. Keterbatasan inilah yang menjadi kendala dalam penelitian atau pengembangan sistem yang membutuhkan data produk *e-commerce* secara dinamis. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan alternatif untuk memperoleh data tersebut, salah satunya melalui teknik web *Scraping*.

2.4.2 Kelebihan Penggunaan API

Menurut penelitian Sutarso et al. (2025) penggunaan API dalam sistem *e-commerce* memberikan berbagai keunggulan, antara lain:

1. Akses Data Secara *Real-Time*

API memungkinkan data seperti harga, stok, dan ulasan produk diperbarui secara langsung dari server utama. Hal ini membuat informasi di aplikasi *e-commerce* selalu akurat dan terkini.

2. Kemudahan Integrasi dengan Sistem Lain

API memudahkan *e-commerce* untuk terhubung dengan berbagai layanan eksternal seperti pembayaran digital, pengiriman barang, dan sistem pelaporan bisnis tanpa perlu pengaturan manual yang rumit.

3. Struktur Data Terstandar dan Konsisten

Data yang dikirim melalui API biasanya berformat JSON atau XML, sehingga mudah dibaca dan diolah oleh berbagai bahasa pemrograman atau sistem lain.

4. Keamanan dan Pengendalian Akses

Dengan mekanisme API Key atau *OAuth* 2.0, hanya pengguna atau sistem yang memiliki izin resmi yang dapat mengakses data tertentu. Ini menjaga keamanan transaksi dan privasi pengguna.

5. Mendukung Skalabilitas Sistem

Karena setiap layanan berjalan terpisah, pengembang dapat menambah atau memperbarui fitur tanpa mengganggu keseluruhan sistem. Ini membuat *e-commerce* lebih mudah berkembang sesuai kebutuhan pengguna.

Secara keseluruhan, arsitektur dan penggunaan API membantu platform *e-commerce* menjadi lebih cepat, aman, dan mudah terhubung dengan berbagai layanan digital. Namun, tidak semua platform menyediakan API publik yang bisa diakses bebas, sehingga dalam penelitian ini digunakan web *scraping* sebagai alternatif untuk memperoleh data produk secara dinamis.

2.4.3 Perspektif Islam tentang Integrasi dan Pertukaran Informasi (API)

Secara filosofis, *Application Programming Interface* (API) berperan sebagai perantara (*wasilah*) yang memungkinkan berbagai sistem berbeda untuk saling berkomunikasi, bekerja sama, dan bertukar informasi guna memudahkan urusan pengguna. Dalam Islam, teknologi yang berfungsi sebagai sarana untuk memudahkan urusan manusia dan mempercepat penyelesaian hajat sangat dianjurkan, sejalan dengan kaidah fikih “*Al-Wasailu laha hukmul maqashid*”

(hukum sarana itu mengikuti hukum tujuannya). Jika tujuannya untuk kebaikan dan kemudahan, maka sarananya pun bernilai ibadah.

Mekanisme API juga sangat menekankan aspek keamanan dan ketepatan data. Ketika sebuah sistem meminta data (*request*) dan server memberikannya (*response*), terdapat nilai Amanah (keterpercayaan) di dalamnya. Data harus disampaikan sesuai dengan permintaan tanpa pengurangan atau manipulasi. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT dalam Q.S. *An-Nisa* Ayat 58:

وَالَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّلِحَاتِ سَنُدْخِلُهُمْ جَنَّتِ بَغْرِيْنِ مِنْ تَحْتِهَا الْأَهْمَرُ خَلِدِيْنَ فِيهَا أَبَدًا لَّهُمْ فِيهَا آزْوَاجٌ مُّطَهَّرَةٌ
وَنُدْخِلُهُمْ ظَلَّا ظَلِيلًا

“Orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan akan Kami masukkan ke dalam surga yang mengalir di bawahnya sungai-sungai. Mereka kekal di dalamnya selamanya. Di sana mereka mempunyai pasangan-pasangan yang disucikan dan Kami masukkan mereka ke tempat yang teduh lagi nyaman.” (Q.S *An-Nisa* : 58)

Oleh karena itu, penggunaan API dalam pengembangan sistem tidak hanya dimaknai sebagai kebutuhan teknis semata, tetapi juga sebagai implementasi nilai-nilai keislaman dalam menjaga amanah informasi dan memudahkan urusan sesama manusia melalui integrasi teknologi yang efisien.

2.5 Web Scrapping

Web *Scraping* atau web crawling merujuk pada proses ekstraksi data secara otomatis dari situs web menggunakan perangkat lunak (Khder, 2021). Penggunaan web *Scraping* untuk mengumpulkan data memungkinkan kita mengumpulkan informasi secara hampir *real-time* dari situs toko *e-commerce* dan memberikan detail tambahan (Khder, 2021). Data hasil *Scraping* dapat disimpan dalam format

yang lebih terstruktur seperti CSV atau *database*, sehingga mudah diolah lebih lanjut.

Menurut Sharma & Borkar (2024), web *scraping* umumnya dilakukan melalui tiga tahapan utama:

1. *Crawling*, yaitu proses penelusuran (navigasi) halaman web menggunakan program otomatis yang disebut *web crawler* atau *spider*
2. *Parsing*, yaitu tahap mengekstraksi data spesifik dari elemen HTML, seperti nama produk, harga, *rating*, dan ulasan;
3. *Data Cleaning & Storage*, yaitu tahap pembersihan data dari elemen yang tidak relevan dan penyimpanan dalam format terstruktur seperti CSV, JSON, atau *database*.

Dalam penelitian ini, web *scraping* digunakan untuk mengumpulkan data dinamis dari situs *e-commerce* (seperti Shopee dan Tokopedia) karena kedua platform tersebut tidak menyediakan API publik yang dapat diakses bebas. Proses *scraping* dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan pustaka seperti BeautifulSoup, Selenium, dan Requests, yang memungkinkan ekstraksi data baik dari halaman statis maupun dinamis berbasis JavaScript.

2.5.1 Tantangan dalam Web Scraping

Meskipun efisien, web *scraping* memiliki sejumlah tantangan teknis. Menurut Sharma & Borkar (2024), tantangan web *scraping* meliputi:

1. Perubahan struktur HTML

Situs web sering memperbarui tampilan atau struktur HTML-nya, sehingga skrip *scraping* harus disesuaikan secara berkala untuk mencegah error parsing.

2. Keterbatasan akses (*rate limit*)

Beberapa situs membatasi jumlah permintaan (*request limit*) untuk mencegah aktivitas otomatis berlebihan. Solusinya adalah dengan menambahkan *delay* atau proxy rotation agar *scraping* berjalan aman dan stabil.

3. Data tidak seragam dan tidak lengkap

Setiap halaman dapat menampilkan format data berbeda (misalnya ada produk tanpa *rating* atau ulasan), sehingga perlu dilakukan proses normalisasi data sebelum digunakan dalam analisis SPK.

4. Kinerja dan waktu eksekusi

Scraping dalam skala besar membutuhkan pengaturan efisiensi, karena waktu pemrosesan akan meningkat seiring jumlah halaman yang diambil. Menurut Sharma & Borkar (2024), penggunaan Selenium dikombinasikan dengan LXML terbukti dapat mengurangi waktu pemrosesan hingga 70% dibandingkan metode konvensional.

2.5.2 Aspek Legalitas dan Etika Web Scraping

Dari sisi legalitas, praktik web *scraping* berada pada wilayah abu-abu (*gray area*) dalam hukum digital. Menurut Dongo et al. (2021), *scraping* diperbolehkan selama:

1. Data yang diambil bersifat publik dan tidak melanggar privasi pengguna;
2. Aktivitas *scraping* tidak menimbulkan beban berlebih pada server (*server overload*);
3. Data digunakan untuk tujuan akademik, penelitian, atau analisis non-komersial.

Penelitian ini mengikuti prinsip etika tersebut dengan hanya mengambil data publik seperti nama produk, harga, *rating*, jumlah ulasan, dan jumlah terjual tanpa menyimpan data pribadi pengguna atau penjual. Selain itu, *scraping* dilakukan secara terbatas dan terjadwal agar tidak mengganggu performa situs *e-commerce*.

2.5.3 Tinjauan Islam terhadap Privasi dan Pengambilan Data (Web Scraping)

Secara hukum Islam, status web *scraping* berada pada wilayah yang perlu diperinci (*tafshil*), mengingat aktivitas ini memiliki dua sisi mata uang. Di satu sisi, ia adalah metode pengumpulan informasi, namun di sisi lain, ia berpotensi melanggar privasi. Islam mengatur batasan tegas mengenai hal ini melalui larangan *Tajassus* (memata-matai/mencari-cari kesalahan). Sebagaimana yang dijelaskan pada Q.S. *Al-Hujurat* Ayat 12:

يَأَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اجْتَنِبُوا كَثِيرًا مِّنِ الظُّنُنِ إِنَّ بَعْضَ الظُّنُنِ إِلَّمْ وَلَا يَعْلَمُونَ وَلَا يَغْتَبُ بَعْضُكُمْ بَعْضًا إِلَّمْ أَحَدُكُمْ أَنْ يَأْكُلَ حَلْمَ أَخِيهِ مَوْتِيَّا فَكَرِهُتُمُوهُ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ تَوَابُ رَحِيمٌ

“Wahai orang-orang yang beriman, jauhilah banyak prasangka! Sesungguhnya sebagian prasangka itu dosa. Janganlah mencari-cari kesalahan orang lain dan janganlah ada di antara kamu yang menggunjing sebagian yang lain. Apakah ada di antara kamu yang suka memakan daging saudaranya yang sudah mati? Tentu kamu merasa jijik. Bertakwalah kepada Allah! Sesungguhnya Allah Maha Penerima Tobat lagi Maha Penyayang.” (Q.S *Al-Hujurat* : 12)

Selama *scraping* terbatas pada data publik untuk tujuan analisis keputusan (SPK) dan tidak merugikan pemilik situs, maka ia keluar dari zona "abu-abu" menuju zona *mubah* (boleh). Namun, jika melanggar privasi, ia kembali masuk ke

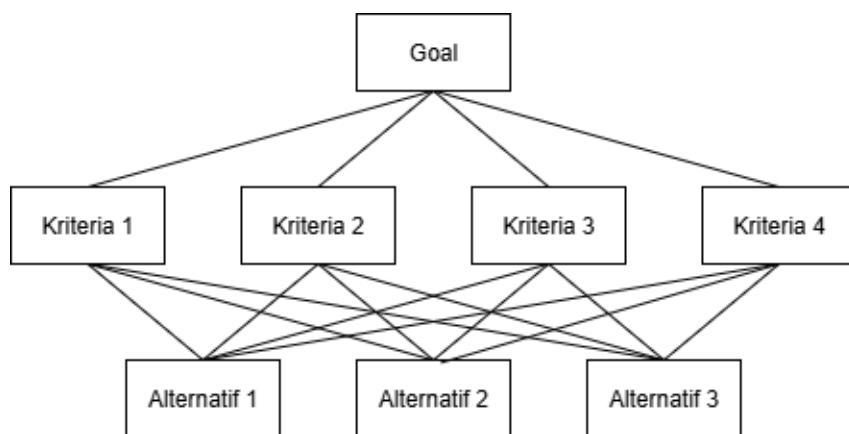
zona haram. Penelitian ini memegang teguh batasan tersebut dengan hanya mengakses data publik yang tersedia secara terbuka.

2.6 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang melakukan perhitungan struktur hierarki, dengan tingkat teratas mewakili tujuan, tingkat tengah berisi kriteria, dan tingkat terendah menampilkan alternatif (Hanim & Rahmadoni, 2020).

Berikut adalah tahapan AHP:

1. Menentukan tujuan utama, kriteria, dan alternatif yang akan dievaluasi.
2. Menyusun hierarki keputusan terdiri dari tiga level utama: tujuan (*goal*) di level teratas, kriteria/subkriteria di level tengah, dan alternatif di level terbawah sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 2.1 Struktur Hierarki

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan. Setiap kriteria dibandingkan secara berpasangan menggunakan skala Saaty 1–9. Contoh skala perbandingan dapat dilihat pada table 2.2

Tabel 2.2 Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	K1	K2	K3	Kn
K1	K11	K12	K13	K1n
K2	K21	K22	K23	K2n
K3	K31	K32	K33	K1n
Kn	Kn1	Kn2	Kn3	Kn

dan untuk skala penilaian dapat dilihat pada table 2.3

Tabel 2.3 Skala Perbandingan Penilaian Berpasangan

Nilai Skala	Keterangan	Penjelasan
1	Sama penting	Kedua elemen sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting	Satu elemen sedikit lebih penting dari elemen lain
5	Lebih penting	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen lain
7	Sangat penting	Satu elemen sangat dominan penting dibanding yang lain
9	Mutlak penting	Satu elemen mutlak lebih penting dari yang lain
2,4,6,8	Nilai antara	Kompromi antara dua tingkat kepentingan yang berdekatan

4. Normalisasi matriks. Setiap elemen pada kolom matriks dibagi dengan total kolomnya untuk memperoleh matriks normalisasi. Rumus normalisasi dapat dilihat pada rumus nomor 2.1.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2.1)$$

dengan a_{ij} adalah nilai perbandingan kriteria ke-i terhadap ke-j dan n_{ij} nilai normalisasi.

5. Menghitung bobot prioritas (*eigen vector*). Bobot kriteria diperoleh dari hasil normalisasi matriks perbandingan berpasangan dengan persamaan yang dapat dilihat pada nomor 2.2 di bawah

$$w_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n n_{ij}}{n} \quad (2.2)$$

dengan w_{ij} adalah bobot kriteria ke- I dan n sebagai jumlah kriteria.

6. Mengukur konsistensi hierarki untuk menilai apakah penilaian responden logis dan tidak asal menilai dapat diuji sebagai berikut
- Hitung nilai eigen maksimum λ_{max}

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n (Aw)_{ij}}{n \cdot w_{ij}} \quad (2.3)$$

- Hitung *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.4)$$

- Hitung *Consistency Ratio* (RI)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.5)$$

- Nilai *Random Index* (RI) tergantung pada jumlah kriteria (n). Tabel RI bisa dilihat pada table nomor 2.

Tabel 2.4 Random Index Menurut Saaty

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

- Jika $CI \leq 0.1$ maka konsistensi dapat diterima.
- $CI \ 0.1 > 0.1$ maka penilaian dianggap tidak konsisten, sehingga perlu perbaikan pada matriks perbandingan.

2.7 Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS (Teknik Urutan Preferensi berdasarkan Kesamaan dengan Solusi Ideal) adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981 (Saputra & Gunawan, 2020). Prinsip dasar TOPSIS adalah bahwa alternatif yang paling disukai harus paling dekat dengan solusi ideal positif dan paling jauh dari solusi ideal negatif (Uzun dkk., 2021). Langkah-langkah dari metode TOPSIS adalah sebagai berikut:

1. Menyusun Matriks Keputusan. Matriks keputusan disusun berdasarkan alternatif dan kriteria yang sudah ditentukan.
2. Normalisasi Matriks Keputusan. Matriks dinormalisasi agar semua data memiliki skala yang sama. Rumus normalisasi dapat dilihat pada persamaan nomor 2.6

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

r_{ij} = matriks ternormalisasi $[i][j]$

x_{ij} = matriks keputusan $[i][j]$

m = jumlah matriks $[j]$ dalam matriks $[i]$

3. Membentuk Matriks Normalisasi Terbobot. Setiap nilai normalisasi dikalikan dengan bobot kriteria w_j hasil perhitungan AHP.

$$y_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (2.7)$$

Keterangan:

y_{ij} = matriks ternormalisasi terbobot [i][j]

w_j = bobot [j]

r_{ij} = matriks ternormalisasi [i][j]

4. Menentukan Matriks Ideal positif dan ideal negative.

Persamaan untuk menentukan jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal positif dapat dilihat pada nomor 2.8.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2} \quad (2.8)$$

Keterangan:

D_i^+ = jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal positif.

y_{ij} = nilai kriteria j untuk alternatif i setelah terbobot.

y_j^+ = nilai solusi ideal positif untuk kriteria j

n = jumlah kriteria

dan persamaan untuk menentukan jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal negatif dapat dilihat pada nomor 2.9.

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad (2.9)$$

Keterangan:

D_i^- = jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal negatif

y_{ij} = nilai kriteria j untuk alternatif i setelah terbobot

y_j^- = nilai solusi ideal negatif untuk kriteria j

n = jumlah kriteria

5. Menghitung Nilai Preferensi (*Closeness Coefficient*). Rumus dapat dilihat pada nomor 2.10.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (2.10)$$

Keterangan:

C_i = nilai preferensi (closeness coefficient) untuk alternatif i
 D_i^- = jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal negatif
 D_i^+ = jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal positif.

6. Mengurutkan Ci dari nilai yang tertinggi ke nilai yang terendah.

2.8 Data Dinamis

Data dinamis merupakan jenis data yang nilainya dapat berubah dari waktu ke waktu, baik secara real-time maupun periodik. Berbeda dengan data statis yang bersifat tetap setelah dicatat, data dinamis menuntut sistem informasi untuk memiliki mekanisme pembaruan (*updating*) secara berkesinambungan agar informasi yang disajikan selalu relevan dan sesuai kondisi terbaru. Menurut Hu et al. (2023), data dinamis sangat penting dalam proses pengambilan keputusan karena mencerminkan kondisi lingkungan yang selalu berubah, sehingga keputusan yang dihasilkan lebih adaptif dan kontekstual.

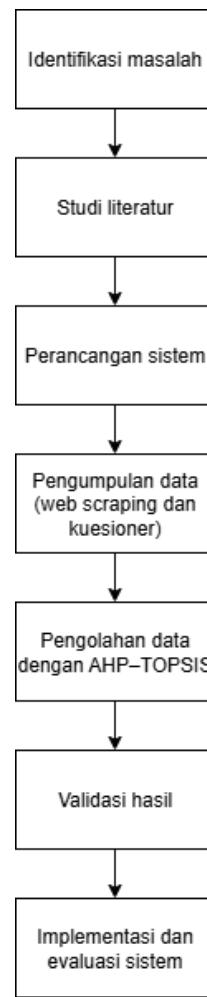
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis *Research and Development* (R&D) dalam bidang Sistem Pendukung Keputusan. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif-deskriptif dengan menerapkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Paradigma penelitian mengacu pada *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang berbasis data dinamis, di mana data produk diambil secara real-time melalui web *scraping*.

Desain penelitian merupakan rancangan alur kerja yang menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini. Pada penelitian ini, desain penelitian disusun secara sistematis untuk menggambarkan proses mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, hingga pengambilan keputusan dengan metode AHP–TOPSIS. Secara umum, alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 Desain Penelitian, yang menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian agar lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Uraian Tahapan Penelitian:

1. Identifikasi Masalah. Menentukan permasalahan utama, yaitu kesulitan konsumen dalam memilih produk terbaik di *e-commerce* karena banyaknya pilihan dan informasi yang tidak terstruktur.
2. Studi Literatur. Melakukan telaah penelitian terdahulu, teori AHP-TOPSIS, teknik web *scraping*, serta konsep Sistem Pendukung Keputusan untuk mendukung kerangka penelitian.

3. Perancangan Sistem. Menentukan alternatif produk, kriteria penilaian, serta rancangan model perhitungan AHP–TOPSIS. Pada tahap ini juga ditentukan kebutuhan perangkat lunak dan rancangan alur sistem.
4. Pengumpulan Data. Data dikumpulkan melalui dua cara:
 - a) Web *Scraping* untuk memperoleh data produk (harga, *rating*, jumlah terjual, jumlah ulasan).
 - b) Kuesioner AHP untuk memperoleh bobot preferensi kriteria dari responden.
5. Pengolahan Data dengan AHP–TOPSIS
 - a) Menghitung bobot kriteria dengan metode AHP.
 - b) Melakukan normalisasi matriks keputusan produk.
 - c) Menghitung kedekatan relatif tiap alternatif dengan solusi ideal menggunakan TOPSIS.
6. Validasi Hasil. Mengevaluasi hasil perhitungan sistem dengan membandingkan rekomendasi sistem terhadap preferensi pengguna/responden untuk menguji kesesuaian.
7. Implementasi dan Evaluasi Sistem. Membangun prototipe sistem pendukung keputusan berbasis web. Sistem kemudian diuji fungsionalitas dan efektivitasnya dalam memberikan rekomendasi produk.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

3.2.1 Data Primer

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat dinamis dan diperoleh dari marketplace (misalnya Tokopedia atau Shopee). Karena *e-commerce* tidak

menyediakan API publik, maka digunakan teknik web *scraping* untuk mengekstraksi data produk.

Adapun data item data produk yang dikumpulkan ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.1 Data Item Dari Proses Scraping

No	Atribut Data	Jenis Data	Satuan/Format	Keterangan
1	Nama Produk	Teks	String	Nama lengkap produk sesuai <i>e-commerce</i>
2	Harga	Numerik	Rupiah (Rp)	Harga jual produk yang ditampilkan
3	Rating	Numerik	Skala 1–5	Nilai rata-rata ulasan pengguna
4	Diskon	Numerik	1-100	Potongan Harga
5	Jumlah Terjual	Numerik	Unit	Total produk yang sudah terjual
6	Jumlah Ulasan	Numerik	Unit	Jumlah pengguna yang memberikan ulasan
7	Jumlah Diskusi	Numerik	Unit	Banyaknya diskusi/pertanyaan pada produk
8	Lokasi Toko	Teks	String	Lokasi penjual (kota)
9	Jenis Toko	Teks	String	Mall / Powes Shop / Normal
10	Link Produk	Teks	URL	Link produk pada situs <i>e-commerce</i>
11	Link Gambar	Teks	URL	URL gambar di halaman utama

Karakteristik data yaitu:

1. Data scraping yang digunakan untuk pengujian fungsionalitas berjumlah 15.
2. Data yang diambil dari proses *scraping* dan digunakan untuk pengujian parameter berjumlah 30 data. Alasan data yang diambil berjumlah 30 dari proses scraping akan dibahas pada bab 4.
3. Produk yang dieksperimenkan untuk di uji karakteristik datanya pada bab 4 adalah produk dari kategori “Komputer”, “Pakaian”, dan “Smartphone”.

Selain data produk, penelitian ini juga memerlukan data kuesioner responden *Usability* dari sistem yang telah dibangun. Responden dalam penelitian ini berjumlah minimal 10–20 orang, yang terdiri dari pengguna aktif *e-commerce* maupun pakar di bidang teknologi informasi atau bisnis digital.

3.2.2 Data Skunder

Selain data primer, penelitian ini juga menggunakan data sekunder berupa hasil studi literatur dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Sistem Pendukung Keputusan, AHP, TOPSIS, serta teknik web *scraping*. Data sekunder ini berfungsi untuk memperkuat landasan teori, membandingkan hasil penelitian, serta mendukung analisis yang dilakukan.

3.3 Alternatif

Alternatif dalam penelitian ini adalah produk-produk yang tersedia pada platform *e-commerce* yang menjadi objek penelitian. Produk tersebut diperoleh melalui proses web *scraping* sehingga data yang digunakan bersifat dinamis dan selalu diperbarui sesuai kondisi terkini di *e-commerce*. Alternatif yang dipilih dapat berupa produk dari kategori tertentu, misalnya produk elektronik (handphone, laptop, dan aksesoris), produk *fashion*, maupun kebutuhan rumah tangga. Setiap alternatif nantinya akan dievaluasi berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditentukan sehingga diperoleh rekomendasi produk terbaik.

3.4 Kriteria

Kriteria merupakan faktor penentu dalam proses pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini, kriteria diperoleh melalui studi literatur serta validasi dengan responden (pakar/ahli maupun konsumen yang berpengalaman). Adapun kriteria yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.2 Kriteria

No	Kriteria	Keterangan
1	Harga	Menunjukkan tingkat keterjangkauan produk sesuai daya beli konsumen.
2	Rating	Nilai kepuasan konsumen yang diberikan pada produk oleh pengguna lain.
3	Jumlah Terjual	Banyaknya produk yang telah dibeli konsumen sebagai indikator popularitas.
4	Jumlah Ulasan	Banyaknya review konsumen yang mencerminkan popularitas dan kepercayaan.
5	Diskon	Persentasi diskon pada produk.
6	Jenis Toko	Jenis toko yang menjual produk meliputi toko normal, mall, dan power shop
7	Jumlah Diskusi	Banyaknya diskusi konsumen yang ada di halaman detail produk.

3.5 Analisis Metode

3.5.1 Perhitungan AHP

Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan bobot kriteria yang akan dipakai dalam perhitungan TOPSIS. Kriteria yang digunakan meliputi Harga (C1), Rating (C2), Jumlah Terjual (C3), dan Jumlah Ulasan (C4). Tahapan utama AHP meliputi:

1. Menyusun Hierarki
2. Menyusun Matriks Perbandingan Berpasangan. Penilaian dilakukan dengan skala Saaty 1–9. Bentuk umum matriks perbandingan adalah:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \frac{1}{a_{13}} & \frac{1}{a_{23}} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \frac{1}{a_{3n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Tabel 3.2 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan antara kriteria.

Tabel 3.3 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria

Kriteria	C1 (Harga)	C2 (Rating)	C3 (Terjual)	C4 (Ulasan)
C1	1.000	3.000	0.200	0.333
C2	0.333	1.000	0.143	0.200
C3	5.000	7.000	1.000	3.000
C4	3.000	5.000	0.333	1.000

3. Normalisasi Matriks menggunakan persamaan nomor 3.2.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.2)$$

Hasil normalisasi ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.4 Matriks Normalisasi

Kriteria	C1	C2	C3	C4
C1	0.107143	0.187500	0.119318	0.073529
C2	0.035714	0.062500	0.085227	0.044118
C3	0.535714	0.437500	0.596591	0.661765
C4	0.321429	0.312500	0.198864	0.220588

4. Menghitung Vektor Prioritas (Bobot Kriteria). Rumus yang digunakan adalah:

$$w_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n n_{ij}}{n} \quad (3.3)$$

Berdasarkan perhitungan dengan metode *eigenvector*, diperoleh bobot sebagai berikut:

$$w = \begin{bmatrix} w_{Harga} \\ w_{Rating} \\ w_{Terjual} \\ w_{Ulasan} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1175 \\ 0.0553 \\ 0.5650 \\ 0.2622 \end{bmatrix}$$

5. Uji Konsistensi dilakukan untuk memastikan penilaian yang diberikan konsisten. Nilai λ_{maks} dihitung melalui perhitungan *eigen* dan diperoleh sebesar 4.1169. Selanjutnya dihitung indeks konsistensi (CI) dan rasio konsistensi (CR) menggunakan rumus

$$CI = \frac{\lambda_{\text{max}} - n}{n - 1}, CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.4)$$

Dengan $n = 4$ dan nilai RI = 0.90, diperoleh:

$$CI = \frac{4.1169 - 4}{0.90} = 0.0389$$

$$CR = \frac{0.0389}{90} = 0.0433$$

Karena nilai CR ≤ 0.1 , maka matriks perbandingan berpasangan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, bobot kriteria yang diperoleh adalah:

- Harga: 0.1175
- *Rating*: 0.0553
- Jumlah Terjual: 0.5650
- Jumlah Ulasan: 0.2622

3.5.2 Perhitungan TOPSIS

Untuk mengilustrasikan penggunaan metode TOPSIS dalam penelitian ini, berikut disajikan contoh perhitungan sederhana dengan tiga alternatif produk (A, B, dan C) serta empat kriteria, yaitu Harga (*cost*), *Rating* (benefit), Jumlah Terjual

(benefit), dan Jumlah Ulasan (benefit). Data produk hasil *scraping* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.5 Contoh Data Produk

Produk	Harga (Rp)	Rating	Jumlah Terjual	Jumlah Ulasan
A	2.800.000	4,7	1500	1250
B	3.200.000	4,6	1200	980
C	2.400.000	4,5	900	670

Dan Sebagai contoh bobot kriteria diperoleh dari metode AHP sebagai berikut

$$w = [w_{harga}, w_{rating}, w_{terjual}, w_{ulasan}]$$

$$w = [0,117504; 0,055285; 0,565009; 0,262201]$$

1. Normalisasi Matriks Keputusan, Normalisasi dilakukan menggunakan rumus:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3.5)$$

Hasil normalisasi ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.6 Matriks Normalisasi (R)

Produk	r_Harga	r_Rating	r_Terjual	r_Ulasan
A	0,573857	0,589866	0,707107	0,724987
B	0,655345	0,577305	0,565685	0,568550
C	0,491428	0,564829	0,424264	0,388163

2. Matriks Normalisasi Terbobot menggunakan persamaan nomor 3.6.

$$y_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (3.6)$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.7 Matriks Normalisasi Terbobot (Y)

Produk	y_Harga	y_Rating	y_Terjual	y_Ulasan
A	0,067384	0,032608	0,399522	0,190123
B	0,077010	0,031914	0,319617	0,149056
C	0,057758	0,031220	0,239713	0,101906

3. Menentukan Solusi Ideal Positif dan Negatif menggunakan rumus nomor 3.7 sebagai berikut:

$$A^+ = \{y_1^-, y_2^+, y_3^+, y_4^+\}$$

$$A^- = \{y_1^+, y_2^-, y_3^-, y_4^-\} \quad (3.7)$$

(Harga bersifat *cost*, sedangkan kriteria lain bersifat *benefit*).

- Solusi ideal positif (A^+) = [0,057758; 0,032608; 0,399522; 0,190123]
- Solusi ideal negatif (A^-) = [0,077010; 0,031220; 0,239713; 0,101906]

4. Menghitung Jarak terhadap Solusi Ideal

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad (3.8)$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2} \quad (3.9)$$

Hasil perhitungan jarak:

- Produk A $\rightarrow D^+ = 0,009626, D^- = 0,182799$
 - Produk B $\rightarrow D^+ = 0,091882, D^- = 0,092781$
 - Produk C $\rightarrow D^+ = 0,182546, D^- = 0,019253$
5. Menghitung *Closeness Coefficient* (C_i) menggunakan persamaan nomor 3.10 sebagai berikut

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (3.10)$$

Hasil perhitungan jarak:

- Produk A $\rightarrow C_a = 0,949974$
- Produk B $\rightarrow C_b = 0,502435$
- Produk C $\rightarrow C_c = 0,095405$

Berdasarkan nilai C_i yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa produk A adalah pilihan terbaik sesuai dengan bobot kriteria yang diperoleh dari metode AHP dan dihitung dengan TOPSIS.

3.6 Perangkat dan Lingkungan Penelitian

Dalam penelitian ini, perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perangkat keras (*Hardware*)

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.8 Spesifikasi Perangkat Keras

Komponen	Spesifikasi
Prosesor	Intel® Pentium® G4560 @ 3.50 GHz (4 CPU)
Memori	8 GB RAM
Penyimpanan	SSD 256 GB

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Software yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.9 Spesifikasi Perangkat Lunak

Komponen	Versi / Keterangan
Sistem Operasi	Windows 10 64-bit
Framework Backend	Laravel + Livewire
Bahasa Pemrograman	Python (untuk web <i>scraping</i>)
Basis Data	MySQL
Editor/IDE	Visual Studio Code
Browser	Google Chrome (untuk uji <i>scraping</i>)

3.7 Etika Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti memperhatikan aspek etika terutama yang berkaitan dengan proses pengumpulan data melalui web *scraping*. Sebagaimana dijelaskan pada Bab 2, web *scraping* masih berada pada area abu-abu secara legalitas, karena beberapa platform *e-commerce* tidak secara eksplisit menyediakan API terbuka untuk diakses publik. Oleh karena itu, *scraping* dilakukan secara hati-hati dengan mempertimbangkan ketentuan yang berlaku serta tidak digunakan untuk tujuan komersial.

Scraping yang dilakukan hanya sebatas mengambil data terbuka yang memang dapat diakses secara publik oleh pengguna internet, seperti nama produk, harga, *rating*, jumlah terjual, dan ulasan. Penelitian ini tidak mengakses atau menyimpan data pribadi, transaksi, maupun informasi sensitif lainnya yang dapat

menimbulkan pelanggaran privasi. Dengan demikian, tidak ada pihak ketiga yang dirugikan.

Selain itu, kegiatan *scraping* ini semata-mata dilakukan untuk tujuan akademik dan pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Sistem Pendukung Keputusan berbasis data dinamis. Data yang diperoleh hanya digunakan dalam lingkup penelitian dan tidak dipublikasikan secara komersial. Dengan cara ini, penelitian diharapkan tetap menjaga prinsip integritas akademik, menghormati privasi pengguna, serta sesuai dengan kaidah etika penelitian yang berlaku.

3.8 Desain Eksperimen

Desain eksperimen pada penelitian ini bertujuan untuk menguji dan memvalidasi sistem pendukung keputusan yang telah dibangun. Pengujian ini tidak hanya berfokus pada fungsionalitas perangkat lunak, tetapi juga pada kemampuan model AHP-TOPSIS dalam mengolah data dinamis dan sensitivitasnya terhadap perubahan parameter.

Eksperimen akan dibagi menjadi tiga tahapan utama yaitu (1) Pengujian fungsionalitas untuk memastikan sistem berjalan sesuai rancangan, (2) Pengujian parameter untuk memahami sensitivitas model, dan (3) Pengujian karakteristik data untuk membuktikan urgensi penggunaan data dinamis.

3.8.1 Pengujian Fungsionalitas

Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa semua komponen sistem dapat berfungsi dengan benar (validasi fungsional). Pengujian ini akan mencakup tiga modul utama: Web *Scraper*, Kalkulator AHP, dan Kalkulator TOPSIS.

Metode pengujian yang akan digunakan adalah kombinasi *Black-Box Testing* (menguji *input* dan *output*) dan *White-Box Testing* (memverifikasi logika internal). Scenario pengujian meliputi pengujian modul berikut:

1. Modul *Web Scraper*

- Skenario: Menjalankan program *scraper* dengan kata kunci target (misal: "meja komputer").
- Ekspektasi: Sistem berhasil mengambil 30 data produk dari Tokopedia. Data yang diekstrak (Nama, Harga, *Rating*, Terjual, Ulasan) harus berhasil disimpan ke database dan sesuai dengan yang tampil di *e-commerce*.

2. Modul AHP (Konsistensi)

- Skenario: Menginputkan menggunakan preferensi pribadi dan melakukan perhitungan AHP sesuai yang dijelaskan pada bab 3.5.1.
- Ekspektasi: Sistem harus (a) menghitung bobot prioritas yang sama dengan perhitungan manual (seperti pada bagian 3.5.1, misal Harga: 0.1175, Terjual: 0.5650), dan (b) menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR). Jika $CR > 0.1$, sistem harus memberikan peringatan "tidak konsisten" dan manyamakan hasil perhitungan sistem dengan perhitungan manual.

3. Modul TOPSIS (Perankingan)

- Skenario: Menggunakan data hasil scrape dan bobot AHP yang telah divalidasi lalu menggunakan sistem untuk melakukan proses perangkingan.

- Ekspetasi: Sistem berhasil menghasilkan nilai preferensi C_i untuk setiap alternatif dan mengurutkannya dari yang tertinggi ke terendah. Hasil peringkat harus sesuai dengan perhitungan manual (seperti pada contoh Tabel 3.4 - 3.6).

Untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai rancangan, disusunlah instrumen pengujian berupa tabel checklist skenario yang dapat dilihat pada tabel nomor 3.10.

Tabel 3.10 Rancangan *Checklist* Pengujian Fungsionalitas

No	Modul / Fitur	Skenario Pengujian (Input)	Hasil yang Diharapkan (Output)	Status (Berhasil/Gagal)
1 Web Scraper				
1.a	Input Kata Kunci	Memasukkan kata kunci produk (misal: "Meja Komputer") pada kolom pencarian.	Sistem dapat membaca input kata kunci dan memulai proses <i>request</i> ke <i>website</i> target.	
1.b	Ekstraksi Data	Menjalankan proses <i>scraping</i> pada halaman pencarian Tokopedia.	Sistem berhasil mengambil atribut data (Nama, Harga, Rating, Terjual, Ulasan) dari 30 produk teratas.	
1.c	Penyimpanan Data	Menyimpan hasil <i>scraping</i> ke dalam sistem.	Data yang diambil tersimpan di <i>database</i> dan tampil pada halaman daftar produk sesuai dengan data asli di <i>website</i> .	
2 Kalkulator AHP				
2.a	Input Perbandingan	Memasukkan nilai perbandingan berpasangan antar kriteria (Skala Saaty 1-9).	Sistem menerima input nilai matriks perbandingan berpasangan.	
2.b	Perhitungan Bobot	Melakukan proses perhitungan AHP secara otomatis.	Sistem menghasilkan nilai bobot prioritas (Vektor Eigen) untuk setiap kriteria.	
2.c	Validasi Konsistensi	Mengecek nilai <i>Consistency Ratio</i> (CR).	Sistem menampilkan status "Konsisten" jika $CR < 0.1$, atau memberikan peringatan jika $CR > 0.1$.	
3 Kalkulator TOPSIS				
3.a	Normalisasi Matriks	Melakukan normalisasi data produk hasil <i>scraping</i> .	Sistem mengubah nilai asli menjadi matriks ternormalisasi sesuai rumus TOPSIS.	

3.b	Perankingan	Menggabungkan bobot AHP dengan data produk untuk menghitung nilai preferensi (CI).	Sistem menghasilkan nilai preferensi untuk setiap alternatif produk.	
3.c	Hasil Rekomendasi	Menampilkan hasil akhir perhitungan.	Sistem menampilkan daftar produk yang telah diurutkan (<i>ranking</i>) dari nilai tertinggi ke terendah.	

3.8.2 Pengujian Parameter

Pengujian parameter pada penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi dan relevansi rekomendasi produk yang dihasilkan oleh metode AHP-TOPSIS berdasarkan sudut pandang pengguna. Berbeda dengan pengujian fungsionalitas yang menguji error sistem, pengujian ini berfokus pada kualitas *output* keputusan (rekomendasi).

a) Skenario Pengujian

Skenario pengujian parameter dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Responden diminta memasukkan kata kunci produk yang ingin dicari pada sistem dihalaman dashboard.
2. Responden melakukan pembobotan kriteria (Harga, *Rating*, Jumlah Terjual, dsb.) sesuai dengan preferensi pribadi mereka saat itu.
3. Responden mengamati 10 produk teratas dari 30 hasil perangkingan yang direkomendasikan sistem, kemudian mengisi instrumen kuesioner parameter.
4. Hasil responden dianalisis oleh peneliti dengan melakukan pencarian yang dilakukan responden dengan bobot AHP dan kata kunci yang sama dan

membandingkan dengan pencarian yang ada di website *e-commerce* Tokopedia.

b) Instrumen Pengujian

Instrumen yang digunakan adalah kuesioner isian singkat untuk menilai relevansi hasil perankingan. Daftar pertanyaan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut

Tabel 3.11 Pertanyaan Kuesioner Untuk Pengujian Parameter

No	Pertanyaan	Tipe Jawaban	Keterangan
1	Kata kunci apa yang Anda cari?	Teks Singkat	Untuk mengetahui konteks pencarian produk.
2	Rentang Harga	Teks	Filter rentang harga produk pada pencarian
3	Dari hasil ranking 1 hingga 10, berapa jumlah produk yang menurut Anda sesuai?	Skala Angka (0-10)	Indikator akurasi rekomendasi sistem.
4	Keterangan / Alasan (Jika ada yang tidak sesuai)	Teks Deskriptif	Penjelasan kualitatif (misal: "Ranking 1 tidak sesuai karena iklan", "Harga terlalu mahal").
5	Berapa nilai kepuasan Anda pada sistem AHP-TOPSIS ini?	Skala Likert (1-5)	1 (Sangat Tidak Puas) s.d. 5 (Sangat Puas).

c) Analisis Data

Data yang diperoleh dari poin nomor 2 akan dihitung menggunakan rumus persentase akurasi (ketepatan rekomendasi) pada rumus nomor 3.11 dan dianalisis secara deskriptif

$$Akurasi = \frac{\sum \text{Produk Sesuai}}{\text{Total sampel} \times 10} \times 100 \quad (3.11)$$

Semakin tinggi nilai rata-rata akurasi dari seluruh responden, maka parameter bobot dan metode perankingan dianggap semakin valid dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.8.3 Pengujian Karakteristik Data

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis dan memvalidasi bagaimana karakteristik dan batasan data yang telah ditetapkan pada sub-bab 3.2.1 mempengaruhi proses, sensitivitas, dan hasil akhir dari rekomendasi sistem.

a) Skenario Pengujian

Skenario pengujian disusun dengan membagi objek pencarian ke dalam tiga kategori produk utama, yaitu: (1) Komputer/Aksesoris, (2) Fashion, dan (3) Smartphone. Setiap kategori akan diuji dengan dua variabel pembeda:

1. Variasi Kata Kunci (Keyword Specificity), Sistem akan diuji dengan membandingkan kata kunci yang bersifat Umum (General) (contoh: "Keyboard", "Sepatu", "HP Android") melawan kata kunci yang bersifat Spesifik (Specific) (contoh: "SSD WD Blue", "Sepatu Adidas", "Iphone 14"). Hal ini dilakukan untuk melihat kemampuan sistem dalam menangani noise (data tidak relevan) pada pencarian yang luas dibandingkan pencarian yang detail.
2. Variasi Rentang Harga (Price Sensitivity): Setiap kata kunci akan diuji pada tiga tingkatan rentang harga (Bawah, Menengah, Atas) untuk menguji apakah algoritma scraping dan filter sistem mampu mengambil data yang relevan dan mematuhi batasan harga yang diinputkan pengguna, meskipun terdapat produk iklan (promoted) di e-commerce.

Rancangan skenario pengujian karakteristik data dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.12 Rancangan Skenario Uji Karakteristik Data

Kategori Produk	Jenis Kata Kunci	Contoh Kata Kunci (Keyword)	Variabel Rentang Harga (Rp)	Tujuan Pengujian
Komputer & Aksesoris	Umum	"Keyboard", "Monitor", "SSD"	1. 100.000 - 250.000 2. 250.000 - 500.000 3. 1.000.000 - 2.000.000	Menguji konsistensi spesifikasi teknis pada rentang harga berbeda.
	Spesifik	"RAM Kingston", "SSD WD Blue"		
Fashion	Umum	"Jaket", "Sepatu", "Celana Unisex"	1. 50.000 - 100.000 2. 150.000 - 250.000 3. 250.000 - 500.000	Menguji akurasi brand pada kata kunci spesifik vs umum.
	Spesifik	"Sepatu Adidas", "Jersey Sepak Bola"		
Smartphone	Umum	"HP Android RAM 8GB", "HP Samsung"	1. 500.000 - 1.500.000 2. 3.000.000 - 5.000.000 3. 5.000.000 - 10.000.000	Menguji relevansi seri/tipe HP pada rentang harga tinggi.
	Spesifik	"Iphone 14", "HP Xiaomi 5G"		

b) Prosedur Analisis

Data yang diperoleh dari skenario di atas tidak akan dihitung menggunakan rumus akurasi, melainkan dianalisis secara deskriptif komparatif. Analisis dilakukan dengan mengamati:

1. Apakah hasil scraping pada kata kunci umum mengandung banyak data noise (misal: aksesoris yang muncul saat mencari HP utama)?
2. Apakah sistem berhasil memfilter produk sesuai rentang harga, atau masih terdapat produk iklan yang lolos?
3. Bagaimana pengambilan 30 data dengan spesifikasi kata kunci berpengaruh terhadap kualitas peringkat 1-10 di metode TOPSIS.

3.9 Pengujian Kegunaan Sistem (*Usability Testing*)

Selain pengujian fungsionalitas untuk memastikan sistem bekerja sesuai rancangan dan pengujian parameter untuk memvalidasi sensitivitas model, diperlukan juga pengujian kegunaan (*usability*). Pengujian ini berfokus pada evaluasi subjektif pengguna akhir untuk mengukur seberapa mudah, efektif, dan memuaskan sistem ini saat digunakan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *System Usability Scale* (SUS). SUS merupakan standar industri yang teruji validitasnya, terdiri dari 10 butir kuesioner untuk mengukur persepsi kegunaan sebuah sistem secara cepat dan kuantitatif.

3.9.1 Instrumen Penelitian (Kuesioner SUS)

Instrumen penelitian berupa kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pertanyaan. Responden akan memberikan penilaian menggunakan skala Likert 1-5, dengan keterangan sebagai berikut:

- 1 = Sangat Tidak Setuju
- 2 = Tidak Setuju
- 3 = Netral
- 4 = Setuju
- 5 = Sangat Setuju

Ke-10 butir pertanyaan tersebut (diterjemahkan dan disesuaikan dengan konteks SPK) disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.13 Petanyaan Kuesioner SUS

No.	Pernyataan Kuesioner
1.	Saya berpikir akan menggunakan sistem SPK ini lagi sesering mungkin.
2.	Saya merasa sistem SPK ini terlalu rumit untuk digunakan.
3.	Saya merasa sistem SPK ini mudah digunakan.
4.	Saya merasa membutuhkan bantuan dari orang teknis (ahli) untuk dapat menggunakan sistem ini.
5.	Saya merasa fitur-fitur dalam sistem ini berjalan dengan semestinya (terintegrasi dengan baik).
6.	Saya merasa banyak hal yang tidak konsisten (berubah-ubah/tidak serasi) dalam sistem ini.
7.	Saya merasa orang lain akan sangat cepat memahami cara menggunakan sistem ini.
8.	Saya merasa sistem ini sangat membingungkan (merepotkan) saat digunakan.
9.	Saya merasa sangat percaya diri saat menggunakan sistem ini.
10.	Saya perlu belajar banyak hal terlebih dahulu sebelum saya bisa menggunakan sistem ini.

3.9.2 Prosedur Pengukuran

Pengukuran kegunaan sistem akan dilakukan melalui langkah-langkah prosedural sebagai berikut:

1. Responden akan dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, terdiri dari 10-15 pengguna aktif *e-commerce* yang sesuai dengan target pengguna sistem.
2. Pelaksanaan Uji: Responden akan diminta untuk berinteraksi dengan prototipe sistem SPK yang telah dibangun. Responden akan diberikan skenario tugas, contohnya:
 - Mencari produk ("meja komputer") menggunakan *web scraper*.
 - Memberikan bobot kriteria preferensi pribadi menggunakan modul AHP.
 - Melihat dan memahami hasil perankingan akhir dari modul TOPSIS
3. Setelah responden selesai menggunakan sistem dan menjalankan skenario tugas, mereka akan diminta untuk mengisi 10 butir kuesioner SUS (Tabel 3.9) pada *Google Form* yang disediakan.
4. Data yang terkumpul akan dihitung untuk mendapatkan skor SUS akhir (skala 0-100). Prosedur perhitungannya adalah:

- Untuk butir Ganjil (Positif: 1, 3, 5, 7, 9) skor dikonversi dengan rumus

$$Skor = (Nilai\ Jawaban - 1).$$

- Untuk butir Genap (Negatif: 2, 4, 6, 8, 10), skor dikonversi dengan rumus $Skor = (5 - Nilai\ Jawaban)$.
- Seluruh skor yang telah dikonversi (dari 10 butir) dijumlahkan, kemudian dikalikan dengan **2.5**.

5. Skor akhir SUS (0-100) yang diperoleh akan diinterpretasikan. Skor rata-rata SUS secara global adalah 68. Skor di atas 68 akan dianggap "di atas rata-rata" dan masuk dalam kategori *Acceptable* (Dapat Diterima), sementara skor di atas 80.3 dianggap *Excellent* (Sangat Baik).

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Implementasi Sistem dan Pengujian Fungsionalitas Sistem

Sub-bab ini menjelaskan hasil implementasi komponen-komponen utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pemilihan Produk *E-commerce*, meliputi modul pengambilan data dinamis (*web scraper*), kalkulator Analytical Hierarchy Process (AHP), dan kalkulator Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Pengujian fungsionalitas bertujuan untuk memverifikasi bahwa setiap modul bekerja sesuai dengan desain sistem yang diuraikan pada Bab III.

4.1.1 Implementasi Modul *Scraping*

Pengujian modul *Web Scraper* dilakukan untuk memastikan sistem mampu mengekstrak data produk secara dinamis dan akurat dari platform *e-commerce* Tokopedia, mengingat tidak tersedianya API resmi yang dapat diakses bebas. Proses *web scraping* memanfaatkan bahasa pemrograman *Python* dan pustaka "*Tokopedia*" untuk menangani halaman web dinamis.

4.1.2 Pengujian Modul *Scraping*

Sistem diuji dengan target kategori produk fashion, yaitu "sepatu". Sesuai batasan masalah, data yang diambil sesuai dengan karakteristik data pada bab 3.2.1. Hasil sekenario pengujian dapat di lihat pada table 4.1

Tabel 4.1 Skenario Pengujian Modul *Scraper*

No.	Modul / Fitur	Skenario Pengujian (Input)	Hasil yang Diharapkan (Output)	Status
1	Input Kata Kunci	Memasukkan kata kunci produk (misal: "Meja Komputer") pada kolom pencarian.	Sistem dapat membaca input kata kunci dan memulai proses <i>request</i> ke <i>website</i> target.	Valid
2	Ekstraksi Data	Menjalankan proses <i>scraping</i> pada halaman pencarian Tokopedia.	Sistem berhasil mengambil atribut data (Nama, Harga, Rating, Terjual, Ulasan) dari 30 produk teratas.	Valid
3	Penyimpanan Data	Menyimpan hasil <i>scraping</i> ke dalam sistem.	Data yang diambil tersimpan di <i>database</i> dan tampil pada halaman daftar produk sesuai dengan data asli di <i>website</i> .	Valid

Data dari proses *scraping* dapat dilihat pada table 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Data Uji Hasil Dari Proses *Scraping*

Alternatif	Harga (cost)	Rating (benefit)	Jumlah terjual (benefit)	Jumlah ulasan (benefit)	Diskon (benefit)	Jenis toko (benefit)	Jumlah diskusi (benefit)
A1	134000	4.5	5534	1281	57	3	0
A2	139000	4.5	5126	1053	53	1	0
A3	128500	4.4	322	95	65	2	0
A4	150000	4.8	487	271	0	1	0
A5	197900	0	2	0	50	1	0
A6	319000	4.8	5613	1183	22	1	0
A7	464000	4.8	642	122	64	3	0
A8	318000	3.3	34	14	50	3	0
A9	127000	4.2	9318	1288	54	2	0
A10	187425	0	1	0	24	1	0
A11	269100	4.9	818	379	10	1	0
A12	224100	4.9	161	74	10	1	0
A13	365800	4.8	411	86	55	1	0
A14	167900	2	3	1	50	1	0
A15	199000	5	14	4	0	1	0

Berdasarkan data pada Tabel 4.2, terlihat bahwa atribut 'Jumlah Diskusi' memiliki nilai 0 pada seluruh sampel data. Kondisi ini terjadi akibat adanya perubahan struktur antarmuka (*User Interface*) pada platform Tokopedia di tengah proses

penelitian. Meskipun elemen navigasi (*menu tab*) 'Diskusi' masih tersedia secara visual pada halaman produk, bagian konten (*content section*) yang memuat data angka diskusi tidak lagi dimuat dalam struktur DOM (*Document Object Model*) HTML saat inisialisasi halaman awal. Akibatnya, algoritma scraper tidak dapat menemukan elemen target (*element not found*) dan sistem menangani pengecualian ini dengan memberikan nilai default 0 untuk menjaga keberlangsungan proses ekstraksi data lainnya.

4.1.3 Implementasi AHP

Berdasarkan langkah-langkah yang dijelaskan pada bab (3.9.1), maka dilakukan penentuan mana yang lebih penting dan dilakukan perhitungan. Hasil penentuan dapat dilihat pada gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 di bawah

Pasangan Kriteria	Mana yang Lebih Penting?	Seberapa Lebih Penting? (Skala 1-9)
Harga vs Rating	<input type="radio"/> Harga <input checked="" type="radio"/> Rating	<input type="button" value="1"/> <input checked="" type="button" value="2"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="5"/> <input type="button" value="6"/> <input type="button" value="7"/> <input type="button" value="8"/> <input type="button" value="9"/>
Harga vs Jumlah Terjual	<input type="radio"/> Harga <input checked="" type="radio"/> Jumlah Terjual	<input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input checked="" type="button" value="3"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="5"/> <input type="button" value="6"/> <input type="button" value="7"/> <input type="button" value="8"/> <input type="button" value="9"/>
Harga vs Jumlah Ulasan	<input checked="" type="radio"/> Harga <input type="radio"/> Jumlah Ulasan	<input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="5"/> <input checked="" type="button" value="6"/> <input type="button" value="7"/> <input type="button" value="8"/> <input type="button" value="9"/>
Harga vs Diskon	<input checked="" type="radio"/> Harga <input type="radio"/> Diskon	<input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="5"/> <input type="button" value="6"/> <input type="button" value="7"/> <input checked="" type="button" value="8"/> <input type="button" value="9"/>
Harga vs Jenis Toko	<input checked="" type="radio"/> Harga <input type="radio"/> Jenis Toko	<input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="5"/> <input type="button" value="6"/> <input type="button" value="7"/> <input checked="" type="button" value="8"/> <input type="button" value="9"/>

Gambar 4.1 Penentuan Skala Kepentingan I

Harga vs Jumlah Diskusi	<input checked="" type="radio"/> Harga <input type="radio"/> Jumlah Diskusi	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input checked="" type="radio"/> 9
Rating vs Jumlah Terjual	<input type="radio"/> Rating <input checked="" type="radio"/> Jumlah Terjual	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Rating vs Jumlah Ulasan	<input checked="" type="radio"/> Rating <input type="radio"/> Jumlah Ulasan	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Rating vs Diskon	<input checked="" type="radio"/> Rating <input type="radio"/> Diskon	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Rating vs Jenis Toko	<input checked="" type="radio"/> Rating <input type="radio"/> Jenis Toko	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Rating vs Jumlah Diskusi	<input checked="" type="radio"/> Rating <input type="radio"/> Jumlah Diskusi	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Jumlah Terjual vs Jumlah Ulasan	<input type="radio"/> Jumlah Terjual <input checked="" type="radio"/> Jumlah Ulasan	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

Gambar 4.2 Penentuan Skala Kepentingan II

Jumlah Terjual vs Diskon	<input checked="" type="radio"/> Jumlah Terjual <input type="radio"/> Diskon	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Jumlah Terjual vs Jenis Toko	<input checked="" type="radio"/> Jumlah Terjual <input type="radio"/> Jenis Toko	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
Jumlah Terjual vs Jumlah Diskusi	<input checked="" type="radio"/> Jumlah Terjual <input type="radio"/> Jumlah Diskusi	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input checked="" type="radio"/> 9
Jumlah Ulasan vs Diskon	<input checked="" type="radio"/> Jumlah Ulasan <input type="radio"/> Diskon	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

Gambar 4.3 Penentuan Skala Kepentingan III

Jumlah Ulasan
vs
Jenis Toko

Jumlah Ulasan
vs
Jumlah Diskusi

Diskon
vs
Jenis Toko

Diskon
vs
Jumlah Diskusi

Jenis Toko
vs
Jumlah Diskusi

Hitung CI/CR

Gambar 4.4 Penentuan Skala Kepentingan IV

Selanjutnya skala tersebut dihitung oleh sistem. Implementasi sistem ini dibangun untuk menjalankan lima tahapan utama AHP secara otomatis, sebagaimana telah dirancang pada sub-bab 3.5.1.

Tahap pertama yaitu input matriks perbandingan berpasangan dibuat berdasarkan input perbandingan yang dilakukan sebelumnya seperti pada gambar 4.1 hingga 4.4. Matriks perbandingan tersebut dapat dilihat pada table 4.3 dibawah

Tabel 4.3 Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Harga	Rating	Jumlah terjual	Jumlah ulasan	Diskon	Jenis toko	Jumlah diskusi
Harga	1.000	0.500	0.333	6.000	8.000	8.000	9.000
Rating	2.000	1.000	0.500	5.000	3.000	5.000	4.000
Jumlah Terjual	3.000	2.000	1.000	4.000	4.000	3.000	9.000
Jumlah Ulasan	0.167	0.200	0.250	1.000	2.000	1.000	2.000
Diskon	0.125	0.333	0.250	0.500	1.000	1.000	3.000
Jenis Toko	0.125	0.200	0.333	1.000	1.000	1.000	5.000
Jumlah Diskusi	0.111	0.250	0.111	0.500	0.333	0.200	1.000

Selanjutnya normalisasi diimplementasikan dengan mengacu pada Rumus 3.2. Hasil dari proses ini adalah sebuah matriks normalisasi baru yang siap dihitung vektor prioritasnya dapat dilihat pada table 4.4.

Tabel 4.4 Normalisasi Matriks

Kriteria	Harga	Rating	Jumlah terjual	Jumlah ulasan	Diskon	Jenis toko	Jumlah diskusi
Harga	0.1532	0.1115	0.1200	0.3333	0.4138	0.4167	0.2727
Rating	0.3064	0.2230	0.1800	0.2778	0.1552	0.2604	0.1212
Jumlah Terjual	0.4596	0.4461	0.3600	0.2222	0.2069	0.1563	0.2727
Jumlah Ulasan	0.0255	0.0446	0.0900	0.0556	0.1034	0.0521	0.0606
Diskon	0.0191	0.0743	0.0900	0.0278	0.0517	0.0521	0.0909
Jenis Toko	0.0191	0.0446	0.1200	0.0556	0.0517	0.0521	0.1515
Jumlah Diskusi	0.0170	0.0558	0.0400	0.0278	0.0172	0.0104	0.0303

Setelah matriks normalisasi terbentuk, modul AHP mengimplementasikan fungsi untuk menghitung vektor prioritas (bobot kriteria) pada table 4.5.

Tabel 4.5 Vektor Prioritas (Bobot)

KRITERIA	VEKTOR PRIORITAS (BOBOT)	PERSENTASE
Harga	0.2602	26.02 %
Rating	0.2177	21.77 %
Jumlah Terjual	0.3034	30.34 %
Jumlah Ulasan	0.0617	6.17 %
Diskon	0.0580	5.80 %
Jenis Toko	0.0707	7.07 %
Jumlah Diskusi	0.0284	2.84 %
Total	1.0	100 %

Setelah didapatkan nilai bobot maka langkah berikutnya adalah menghitung Nilai *Eigenvalue* Maksimum (λ_{max}) dan hasil yang didapatkan adalah **7.7518**.

Langkah selanjutnya yang merupakan langkah terakhir dari proses perhitungan AHP adalah menghitung konsistensi dan menghitung rasio konsistensi. Perhitungan dilakukan sesuai dengan yang dijelaskan pada bab 2.7 dengan

- Jumlah kriteria (n) = 7
- Random index (RI) untuk $n=7$ adalah 1,32

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{7.7518 - 7}{7 - 1} = 0.1253$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.1253}{1.32} = 0.0949$$

Berdasarkan perhitungan, CI yang didapat adalah **0.1253** sehingga rasio konsistensi (CR) yang didapat adalah **0,0949** dan berdasarkan hasil tersebut jika $CR < 0.1$ maka matriks dianggap konsisten. Berdasarkan hasil perhitungan sistem juga menunjukkan konsisten dapat dilihat pada gambar 4.

Hasil Perhitungan

Consistency Ratio (CR): **0.0949**

Perbandingan Anda Konsisten!
Nilai CR kurang dari 0.10. Anda dapat menyimpan bobot ini.

Bobot Kriteria yang Dihasilkan (Terurut):

- Jumlah Terjual: 0.3034
- Harga: 0.2602
- Rating: 0.2177
- Jenis Toko: 0.0707
- Jumlah Ulasan: 0.0617
- Diskon: 0.0580
- Jumlah Diskusi: 0.0284

Simpan Bobot

Gambar 4.5 Hasil Perhitungan AHP Oleh Sistem

4.1.4 Pengujian Modul AHP

Pengujian ini dilakukan dengan skenario *Black-Box Testing* di mana sistem diuji menggunakan data *input* yang telah didefinisikan dalam desain penelitian (Bab 3) dan *output*-nya divalidasi dengan membandingkannya terhadap hasil perhitungan manual. Hasil pengujian fungsionalitas modul AHP dirangkum pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Skenario Pengujian Modul AHP

No.	Modul / Fitur	Skenario Pengujian (Input)	Hasil yang Diharapkan (Output)	Status
1	Validasi Akurasi Bobot Prioritas	Sistem menghasilkan 7 bobot kriteria:	Sistem berhasil menghitung bobot:	Valid
2	Validasi Uji Konsistensi (Data Konsisten)	Sistem menghitung CI/CR	Sistem berhasil menghitung dan menampilkan "Konsisten".	Valid
3	Validasi Uji Konsistensi (Data Tidak Konsisten)	Sistem menghitung CI/CR dan memberikan peringatan "tidak konsisten".	Sistem berhasil menghitung CI/CR dan memberikan peringatan "tidak konsisten".	Valid

4.1.5 Implementasi TOPSIS

TOPSIS diimplementasikan sebagai mesin kalkulasi akhir dalam sistem. Modul ini bertanggung jawab untuk mengolah data produk yang objektif (hasil *scraping*) dengan data bobot kriteria yang subjektif (hasil modul AHP) untuk menghasilkan peringkat produk final. Langkah pertama adalah menentukan normalisasi matriks pada data yang didapat pada bab 4.1.1 pada tabel 4.2 dan hasil dari normalisasi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Matriks Keputusan Ternormalisasi (R)

Alternatif	Harga	Rating	Jumlah terjual	Jumlah ulasan	Diskon	Jenis toko	Jumlah diskusi
A1	0.1405	0.2804	0.4161	0.5203	0.3343	0.4472	0.0000
A2	0.1458	0.2804	0.3855	0.4277	0.3108	0.1491	0.0000

A3	0.1358	0.2742	0.0242	0.0386	0.3812	0.2981	0.0000
A4	0.1573	0.2991	0.0366	0.1101	0.0000	0.1491	0.0000
A5	0.2075	0.0000	0.0002	0.0000	0.2932	0.1491	0.0000
A6	0.3345	0.2991	0.4221	0.4805	0.1290	0.1491	0.0000
A7	0.4866	0.2991	0.0483	0.0495	0.3753	0.4472	0.0000
A8	0.3335	0.2056	0.0026	0.0057	0.2932	0.4472	0.0000
A9	0.1332	0.2617	0.7007	0.5231	0.3167	0.2981	0.0000
A10	0.1965	0.0000	0.0001	0.0000	0.1407	0.1491	0.0000
A11	0.2822	0.3053	0.0615	0.1539	0.0586	0.1491	0.0000
A12	0.2350	0.3053	0.0121	0.0301	0.0586	0.1491	0.0000
A13	0.3836	0.2991	0.0309	0.0349	0.3225	0.1491	0.0000
A14	0.1761	0.1246	0.0002	0.0004	0.2932	0.1491	0.0000
A15	0.2087	0.3115	0.0011	0.0016	0.0000	0.1491	0.0000

Selanjutnya dilakukan perhitungan matriks ternormalisasi terbobot (Y) dimana Setiap elemen r_{ij} dikalikan dengan bobot w_j dari AHP. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Matriks Ternormalisasi Terbobot

Alternatif	Harga	Rating	Jumlah terjual	Jumlah ulasan	Diskon	Jenis toko	Jumlah diskusi
A1	0.0366	0.0610	0.1263	0.0321	0.0194	0.0316	0.0000
A2	0.0379	0.0610	0.1169	0.0264	0.0180	0.0105	0.0000
A3	0.0353	0.0597	0.0073	0.0024	0.0221	0.0211	0.0000
A4	0.0409	0.0651	0.0111	0.0068	0.0000	0.0105	0.0000
A5	0.0540	0.0000	0.0000	0.0000	0.0170	0.0105	0.0000
A6	0.0870	0.0651	0.1281	0.0296	0.0075	0.0105	0.0000
A7	0.1266	0.0651	0.0146	0.0031	0.0218	0.0316	0.0000
A8	0.0868	0.0448	0.0008	0.0004	0.0170	0.0316	0.0000
A9	0.0346	0.0570	0.2126	0.0323	0.0184	0.0211	0.0000
A10	0.0511	0.0000	0.0000	0.0000	0.0082	0.0105	0.0000
A11	0.0734	0.0665	0.0187	0.0095	0.0034	0.0105	0.0000
A12	0.0611	0.0665	0.0037	0.0019	0.0034	0.0105	0.0000
A13	0.0998	0.0651	0.0094	0.0022	0.0187	0.0105	0.0000
A14	0.0458	0.0271	0.0001	0.0000	0.0170	0.0105	0.0000
A15	0.0543	0.0678	0.0003	0.0001	0.0000	0.0105	0.0000

Langkah berikutnya menghitung Solusi Ideal Positif (A^+) dan Solusi Ideal Negatif (A^-), lalu menghitung jarak (S_i^+ dan S_i^-) setiap alternative ke solusi ideal tersebut.

Tabel 4.9 Solusi Ideal dan Jarak

Alternatif	Jarak ke ideal positif (S_i^+)	Jarak ke ideal negatif (S_i^-)
Solusi Ideal Positif (A^+)	[0.0346, 0.0678, 0.2126, 0.0323, 0.0221, 0.0316, 0.0000]	
Solusi Ideal Negatif (A^-)	[0.1266, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0105, 0.0000]	
A1	0.0867	0.1721
A2	0.0985	0.1621
A3	0.2078	0.1120
A4	0.2055	0.1084
A5	0.2273	0.0746
A6	0.1028	0.1521
A7	0.2202	0.0734
A8	0.2217	0.0658
A9	0.0156	0.2416
A10	0.2275	0.0759
A11	0.2011	0.0877
A12	0.2146	0.0934
A13	0.2166	0.0735
A14	0.2201	0.0869
A15	0.2177	0.0991

Selanjutnya dihitung Nilai Preferensi (Skor) dan dilakukan perangkingan dengan dilakukan pengurutan dari yang tertinggi (terbaik).

Tabel 4.10 Nilai Preferensi (Skor) dan Perangkingan

Peringkat	Alternatif	Skor (ci) (preferensi)
1	A9	0.93942
2	A1	0.66509
3	A2	0.62209
4	A6	0.59677
5	A3	0.35025
6	A4	0.34534
7	A15	0.31286
8	A11	0.30377
9	A12	0.30331
10	A14	0.28304
11	A13	0.25334
12	A10	0.25020
13	A7	0.24987
14	A5	0.24703
15	A8	0.22876

4.1.6 Pengujian Modul TOPSIS

Setelah implementasi perhitungan TOPSIS selesai, dilakukan pengujian fungsionalitas untuk memastikan bahwa sistem mampu memproses data sesuai dengan alur logika metode TOPSIS. Pengujian ini dilakukan dengan metode Black Box Testing, di mana input data produk dan bobot AHP dimasukkan ke dalam sistem, kemudian output-nya divalidasi apakah sesuai dengan tahapan perhitungan yang seharusnya (Normalisasi, Preferensi, dan Perankingan).

Tabel 4.11 Skenario Pengujian Sistem Perangkingan TOPSIS

No.	Modul / Fitur	Skenario Pengujian (Input)	Hasil yang Diharapkan (Output)	Status
1	Normalisasi Matriks	Melakukan normalisasi data produk hasil <i>scraping</i> .	Sistem mengubah nilai asli menjadi matriks ternormalisasi sesuai rumus TOPSIS.	Valid
2	Perankingan	Menggabungkan bobot AHP dengan data produk untuk menghitung nilai preferensi (CI).	Sistem menghasilkan nilai preferensi untuk setiap alternatif produk.	Valid
3	Hasil Rekomendasi	Menampilkan hasil akhir perhitungan.	Sistem menampilkan daftar produk yang telah diurutkan (<i>ranking</i>) dari nilai tertinggi ke terendah.	Valid

4.2 Pengujian Parameter

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui validitas dan akurasi sistem dalam memberikan rekomendasi produk yang sesuai dengan preferensi subjektif pengguna. Pengujian ini melibatkan 16 responden yang melakukan simulasi pencarian produk nyata menggunakan sistem, melakukan pembobotan AHP sesuai keinginan mereka, dan kemudian menilai relevansi 10 rekomendasi produk teratas dari 30 produk yang dihasilkan. Data hasil pengujian yang mencakup

bobot kriteria, parameter pencarian, tingkat akurasi, dan skor kepuasan disajikan secara lengkap pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan AHP dan Responden Parameter

No	Nama Responden	Bobot Preferensi AHP (W)	Kata Kunci & Rentang Harga	Total Hasil Sesuai	Kepuasan (1-5)	Keterangan Responden
1	Ahmad Rifaldi	Harga: 0.332 <i>Rating</i> : 0.175 Terjual: 0.218 Ulasan: 0.106 Diskon: 0.068 Toko: 0.074 Diskusi: 0.024	Cooler HP (Rp 50rb - 100rb)	8 / 10	4	Cari yang murah tapi bagus, nomor 6 dan 8 tidak sesuai rentang harga.
2	Adin Azarin	Harga: 0.252 <i>Rating</i> : 0.213 Terjual: 0.056 Ulasan: 0.102 Diskon: 0.081 Toko: 0.242 Diskusi: 0.051	Mosturizer (Rp 40rb - 80rb)	9 / 10	5	Semua hasilnya sudah benar yaitu MALL, tapi no 2 tidak sesuai rentang harga.
3	Irfan Tri	Harga: 0.218 <i>Rating</i> : 0.210 Terjual: 0.135 Ulasan: 0.114 Diskon: 0.055 Toko: 0.169 Diskusi: 0.095	Mouse gaming gamen (Rp 80rb - 100rb)	6 / 10	3	Ada 6 yang hasil tidak sesuai rentang harga tapi nomor 1 dan 2 menurut saya pas walaupun harganya di atas rentang harga.
4	Muhammad Zakiy	Harga: 0.210 <i>Rating</i> : 0.172 Terjual: 0.194 Ulasan: 0.130 Diskon: 0.083 Toko: 0.133 Diskusi: 0.075	Baju batik lengan pendek Rp 75rb - 120rb	10 / 10	5	Hasilnya bagus cuma ada 1 yang tokonya bukan Power Shop.
5	Hasan Al Faridzi	Harga: 0.259 <i>Rating</i> : 0.175 Terjual: 0.162 Ulasan: 0.084 Diskon: 0.110 Toko: 0.138 Diskusi: 0.068	Joran pancing Rp 0 - 50rb	10 / 10	5	-
6	Ninik Setya	Harga: 0.291 <i>Rating</i> : 0.183 Terjual: 0.136 Ulasan: 0.081 Diskon: 0.096 Toko: 0.107 Diskusi: 0.103	Pot Dinding Putih Rp 0 - 30rb	10 / 10	5	Sesuai.

7	Fadhil Arya Y.	Harga: 0.338 <i>Rating:</i> 0.159 Terjual: 0.193 Ulasan: 0.110 Diskon: 0.071 Toko: 0.083 Diskusi: 0.042	Handgrip vario 125 <i>Rp 5rb - 40r)</i>	10 / 10	5	-
8	Warung Lalapan Barokah 10	Ulasan: 0.238 Harga: 0.222 Diskon: 0.212 Toko: 0.129 Rating: 0.092 Terjual: 0.073 Diskusi: 0.033	Pupuk anggur <i>25rb - 100rb</i>	10/10	5	-
9	Soetrisno	Diskon: 0.235 Harga: 0.215 Terjual: 0.144 <i>Rating:</i> 0.132 Ulasan: 0.130 Diskusi: 0.075 Toko: 0.069	Jam tangan Casio <i>250rb - 300rb</i>	0 / 10	2	harganya beda sama filter semuanya dibawah 250rb tapi urutan hampir sesuai
10	Reza Store Hosting	Harga: 0.462 Terjual: 0.136 <i>Rating:</i> 0.110 Diskon: 0.100 Ulasan: 0.087 Toko: 0.055 Diskusi 0.050	Ram Hyperx Fury 8gb <i>500k - 700k</i>	10 / 10	5	Buset nomor 1 700k nomor lain lebih murah tapi sepi pembeli
11	VY Hosting	Harga: 0.281 Terjual: 0.200 Toko: 0.153 <i>Rating:</i> 0.119 Diskon 0.089 Ulasan 0.086 Diskusi 0.072	minecraft java bedrock <i>150k - 170k</i>	10 / 10	5	Akhirnya nemu produk yang murah tapi terjual banyak ratingnya tinggi
12	Daniel Nikolas	Harga: 0.275 <i>Rating:</i> 0.187 Ulasan: 0.140 Toko: 0.129 Terjual: 0.120 Diskon: 0.098 Diskusi 0.052	Headset wireless <i>50rb – 75rb</i>	10 / 10	4	-
13	Zaxture Store	Terjual: 0.311 <i>Rating:</i> 0.187 Harga: 0.133 Toko: 0.111 Ulasan: 0.094 Diskusi: 0.088 Diskon: 0.076	Headset <i>40k - 50k</i>	6 / 10	4	kok ada 5 yang harganya mahal bet yak
14	Zeno Hosting	Harga: 0.261 Toko: 0.196 Terjual: 0.192 <i>Rating:</i> 0.103 Diskon: 0.102	mouse rexus <i>80-100k</i>	0 / 10	2	cm ada nama sama gambar sama harga

		Ulasan: 0.087 Diskusi: 0.059				
15	Ler Wakanda	Terjual: 0.285 Harga: 0.173 <i>Rating:</i> 0.160 Toko: 0.152 Diskusi: 0.092 Diskon: 0.076 Ulasan: 0.061	Mousepad Panjang 75k - 100k	0 / 10	2	Eror ada tulisan Terjadi Kesalahan Tidak dapat terhubung ke server API Python. Pastikan server sudah berjalan di http://127.0.0.1:5000 dan URL sudah benar
16	Elruumi19	Terjual: 0.285 Harga: 0.173 <i>Rating:</i> 0.160 Toko: 0.152 Diskusi: 0.092 Diskon: 0.076 Ulasan: 0.061	lanyard one piece 20k-30k	0 / 10	1	Terjadi Kesalahan Tidak dapat terhubung ke server API Python. Pastikan server sudah berjalan di http://127.0.0.1:5000 dan URL sudah benar.
Rata-Rata Hasil Sesuai					6,8125	
Rata-Rata Tingkat Kepuasan					3,875	

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap 16 responden dengan berbagai preferensi bobot AHP, diperoleh data kuantitatif dan kualitatif mengenai kinerja sistem pencarian. Berikut adalah analisis mendalam mengenai rata-rata kesesuaian, kepuasan pengguna, serta temuan teknis selama proses pengujian.

4.2.1 Perhitungan Rata-Rata Kesesuaian dan Kepuasan

Dari 16 skenario pengujian yang dijalankan, dilakukan perhitungan rata-rata performa sistem yang mencakup seluruh percobaan, termasuk skenario di mana sistem mengalami kendala teknis. Berdasarkan rekapitulasi data, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Rata-Rata hasil sesuai adalah 6,81

Nilai ini dipengaruhi oleh adanya beberapa percobaan yang menghasilkan 0 data akibat kendala koneksi API (anti-scraping) pada responden terakhir. Jika mengabaikan responden yang mengalami error sistem, tingkat relevansi sebenarnya jauh lebih tinggi.

2. Rata-Rata Tingkat Kepuasan: 3,88 (Skala 1-5)

Nilai rata-rata kepuasan sebesar 3,875 masuk dalam kategori "Cukup Puas" mendekati "Puas". Penurunan dari nilai sempurna (5) disebabkan oleh adanya responden yang memberikan nilai rendah atau tidak memberikan nilai akibat kegagalan sistem dalam mengambil data produk pada pengujian tahap akhir.

4.2.2 Analisis Temuan dan Kendala Teknis

Meskipun tingkat kepuasan tinggi, terdapat beberapa anomali dan temuan penting selama pengujian berlangsung:

1. Kebocoran Data Akibat Iklan dan Produk Serupa

Ditemukan adanya ketidaksesuaian pada beberapa hasil pencarian yang disebabkan oleh mekanisme internal e-commerce (Tokopedia). Sistem e-commerce cenderung menyisipkan produk berlabel "Iklan" atau rekomendasi "Produk Serupa" yang sering kali mengabaikan filter harga yang telah ditetapkan pengguna

2. Deviasi Filter Harga pada Kategori Tertentu

Kasus spesifik terjadi pada responden ke-9 (Soetrisno), di mana hasil pencarian menampilkan produk di luar rentang harga yang diminta. Hal ini terjadi karena produk yang benar-benar sesuai dengan filter harga dan kata kunci jumlahnya

sedikit, sehingga algoritma Tokopedia secara otomatis mengisi kekosongan daftar hasil dengan produk serupa di luar rentang harga tersebut (intervensi algoritma rekomendasi native)

3. Ambiguitas pada Kategori Elektronik

Berdasarkan pola pencarian, ditemukan bahwa kebingungan sistem atau hasil yang kurang presisi lebih sering terjadi pada kategori elektronik, khususnya pada pencarian aksesoris (seperti cooler HP, Headset, dan mouse gaming) dibandingkan kategori non-elektronik. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh banyaknya variasi spesifikasi dan penamaan produk yang tidak standar dalam kategori aksesoris

4. Perubahan dan Pembaruan Keamanan pada Website Tokopedia

- Pada responden ke-14 (Zeno Hosting), terjadi kegagalan pengambilan data parsial yang mengindikasikan adanya pembaruan awal pada sistem anti-scraping Tokopedia.
- Indikasi ini semakin kuat pada responden ke-15 (Ler) dan ke-16 (Elruumi19), di mana sistem mengalami error total ("Terjadi Kesalahan Tidak dapat terhubung ke server API Python"). Hal ini menunjukkan bahwa e-commerce target telah menerapkan mekanisme proteksi yang lebih canggih untuk memblokir akses otomatis (bot) yang digunakan dalam metode scraping ini.

4.2.3 Kesimpulan Parameter Bobot Terbaik

Berdasarkan analisis preferensi dari 16 responden, terutama dari responden yang memberikan nilai kepuasan sempurna (5) dan memiliki hasil kesesuaian tinggi

(seperti responden VY Hosting dan Adin), dapat disimpulkan kombinasi parameter terbaik.

Parameter yang paling efektif dalam menghasilkan rekomendasi yang memuaskan adalah kombinasi dominan pada kriteria Harga (Price) dengan bobot rata-rata berkisar 0.250 - 0.290, yang diikuti secara seimbang oleh kriteria Terjual (Sold) dan Rating.

Untuk mendapatkan hasil pencarian yang paling optimal (keseimbangan antara harga murah dan kredibilitas toko), disarankan menggunakan rentang bobot sebagai berikut:

- Harga (Price): 0.250 – 0.290 (Prioritas Utama)
- Terjual (Sold): 0.150 – 0.200 (Prioritas Kedua)
- Toko/Rating: 0.120 – 0.150 (Prioritas Ketiga)

Kombinasi ini terbukti paling efektif karena bobot Harga yang tinggi memastikan produk masuk dalam anggaran, sementara bobot Terjual yang signifikan berfungsi sebagai filter kualitas alami—memastikan produk murah tersebut bukan penipuan karena sudah dibeli oleh banyak orang.

4.3 Pengujian Karakteristik Data

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis dan memvalidasi bagaimana karakteristik dan batasan data yang telah ditetapkan pada sub-bab 3.2.1 mempengaruhi proses, sensitivitas, dan hasil akhir dari SPK AHP-TOPSIS.

4.3.1 Uji Karakteristik Pengambilan Data Berdasarkan Kata kunci

Pengujian ini dilakukan secara mandiri oleh peneliti melalui metode observasi langsung terhadap hasil scraping menggunakan parameter yang ditentukan pada pengujian sebelumnya, dengan tujuan untuk menganalisis bagaimana variasi spesifikasi kata kunci dan rentang harga mempengaruhi kualitas, relevansi, dan karakteristik data yang diperoleh sistem. Adapun hasil observasi mendalam mengenai pengaruh variasi input tersebut dirangkum secara berturut-turut berdasarkan kategori produk yang diuji, yaitu temuan karakteristik data pada kategori Komputer dapat dilihat pada Tabel 4.13, kategori Pakaian pada Tabel 4.14, dan kategori Smartphone pada Tabel 4.15.

Tabel 4.13 Skenario Pengujian kategori Komputer

Kata Kunci	Bobot	Temuan Data	Analisis Temuan
Rentang Harga 100,000 - 250,000			
Keyboard	Harga: 0.271 Terjual: 0.217 Rating: 0.166 Toko: 0.113	Hanya ada 4 data di peringkat paling akhir yang rating, jumlah terjual, dan ulasan 0	Menunjukkan sistem masih stabil dan dapat menangani produk iklan
RAM Kingston	Diskon: 0.091 Ulasan: 0.080 Diskusi: 0.062	4 Peringkat teratas menampilkan produk dari toko yang sama namun spesifikasi dan ukuran yang berbeda-beda	Merek yang spesifik dengan rentang harga yang luas pada rentang murah menyebabkan perbedaan spesifikasi sehingga produk bisa dibilang tidak sebanding
SSD		Hanya tampil 28 data Hampir spesifikasi produk yaitu 128gb	Sesuai dengan rentang harga yang diinputkan
SSD WD Blue 256gb		Dari 29 data yang tampil tidak satupun hasil sesuai dengan kata kunci, Terdapat hasil wd blue tapi bukan ssd	Data hasil pencarian kosong sehingga sistem Tokopedia menampilkan produk dengan mengabaikan kata “SSD” dan “256 GB” terbukti dari beberapa produk adalah wd blue namun bukan ssd
Rentang Harga 250,000 - 500,000			
Keyboard	Harga: 0.271 Terjual: 0.217 Rating: 0.166 Toko: 0.113	Sistem masih stabil namun terdapat perbedaan merk	-
RAM Kingston	Diskon: 0.091 Ulasan: 0.080	Mulai ada kemiripan pada sebagian besar	Dengan rentang harga lebih tinggi hasil mulai menunjukkan kesamaan spesifikasi.

	Diskusi: 0.062	sepesifikasi produk misalnya DDR4 4gb	
SSD		Tampil 29 Data	Beberapa produk di rentang harga sebelumnya muncul, setelah dilakukan analisis hasilnya adalah produk tersebut memiliki variasi
SSD WD Blue 256gb		Tidak seperti pada rentang sebelumnya kali ini produk lebih banyak muncul namun peringkat teratas bukan produk yang sesuai kata kunci	Kebanyakan produk yang muncul memiliki harga tinggi sedangkan popularitas rendah
Rentang Harga 1000,000 - 2,000,000			
Keyboard	Harga: 0.271 Terjual: 0.217 Rating: 0.166 Toko: 0.113 Diskon: 0.091	Sistem masih stabil, lebih banyak kemiripan, beberapa yang tidak sesuai dengan rentang harga	Hanya merek-merek tertentu yang produknya pada rentang harga ini sehingga lebih banyak kemiripan misalnya, Logitech dan Steel Series
RAM Kingston	Ulasan: 0.080 Diskusi: 0.062	Lebih banyak kemiripan secara spesifikasi dan ukuran dari rentang harga sebelumnya yaitu 16gb ddr4 3200mhz dan 2666mhz	-
SSD		Masih Terdapat perbedaan jenis dan spesifikasi	Hal ini terjadi karena kata kunci tidak lengkap sedangkan produk pada rentang harga ini sangat beragam
SSD WD Blue 256gb		tidak satupun hasil sesuai dengan kata kunci, Terdapat hasil wd blue tapi spesifikasi tidak sama	Kata kunci yang detail ini hanya sesuai pada rentang harga tertentu

Tabel 4.14 Skenario Pengujian Kategori Pakaian

Kata Kunci	Bobot	Temuan Data	Analisis Temuan
Rentang Harga 50,000 - 100,000			
Jaket	Harga: 0.271 Terjual: 0.217 Rating: 0.166 Toko: 0.113 Diskon: 0.091	Secara rangking sesuai namun spesifikasi produk sebagian tidak sama	Kata kunci kurang spesifik sedangkan produk fashion memiliki kebaragaman tertinggi
Sepatu	Ulasan: 0.080 Diskusi: 0.062	Secara rangking sesuai namun spesifikasi produk sebagian tidak sama	Kata kunci kurang spesifik sedangkan produk fashion memiliki kebaragaman tertinggi
Sepatu adidas		Hanya tampil 27 dan dari 3 peringkat terakhir produk menampilkan harga diluar rentang harga dengan perbedaan yang sangat besar	Produk ini merupakan iklan dan sistemahp-topsis dapat menangani dengan baik terlihat dari hasil peringkat

Celana unisex		Secara rangking sesuai namun spesifikasi produk sebagian tidak sama	-
Jersey sepak bola li-ning		Hasil stabil tidak ada perbedaan merk dan data yang 0	Masalah model hanyalah masalah selera
Rentang Harga 150,000 - 250,000			
Jaket	Harga: 0.271 Terjual: 0.217 Rating: 0.166 Toko: 0.113 Diskon: 0.091 Sepatu Sepatu adidas Celana unisex Jersey sepak bola li-ning	Secara rangking sesuai namun spesifikasi produk sebagian tidak sama dan rata-rata dari jenis power shop	Bobot toko walaupun di posisi 4 namun sangat berpengaruh terhadap hasil perangkingan
Sepatu		Secara rangking sesuai namun Sebagian hasil menampilkan merk yang sama walaupun model berbeda	Dari 30 data terdapat 13 produk menampilkan merk aerostreet. Produk ini sedang tren dan laris sehingga mendominasi rentang harga ini walaupun kata kunci tidak spesifik
Sepatu adidas		Lebih menghasilkan kemiripan antar produk	
Celana unisex		Merk berbeda-berbeda namun jenis sebagian besar sama yaitu baggy	-
Jersey sepak bola li-ning		Beberapa terdapat tidak kesusaian dengan kata kunci yaitu terdapat jersey badminton walaupun	Hasil tidak sampai 30 data maka tokopedia menyisipkan produk serupa sehingga terjadi perbedaan jenis walaupun merk sama
Rentang Harga 250,000 - 500,000			
Jaket	Harga: 0.281 Terjual: 0.200 Toko: 0.153 Rating: 0.119 Diskon: 0.089 Sepatu Sepatu adidas Celana unisex Jersey sepak bola li-ning	Secara rangking sesuai namun spesifikasi produk sebagian tidak sama dan rata-rata dari jenis power shop	-
Sepatu		Hasil kembali menunjukkan perbedaan merk yang begitu signifikan	Hasil dari keberagaman merk sepatu pada rentang harga ini
Sepatu adidas		Hasil Stabil	-
Celana unisex		Merk berbeda-berbeda namun jenis sebagian besar sama yaitu baggy	-
Jersey sepak bola li-ning		Ada sedikit perbedaan merk dan jenis yaitu jenis badminton namun sebagian besar menampilkan jersey li-ning timnas	Jersey sepak bola merk li-ning model timnas mendominasi pada rentang harga ini namun hasilnya tidak sampai 30 produk sehingga sisanya diisi dengan produk iklan dan produk serupa

Tabel 4.15 Skenario Pengujian Kategori Smartphone

Kata Kunci	Bobot	Temuan Data	Analisis Temuan
Rentang Harga 500,000 - 1,500,000			
HP android RAM 8gb	Harga: 0.281 Terjual: 0.200 Toko: 0.153 Rating: 0.119 Diskon: 0.089 Ulasan: 0.086 Diskusi: 0.072	Ada beberapa yang tidak sesuai spesifikasi dan harganya tidak masuk akal namun ketika di amati dengan akses produk tersebut pada halaman e-commerce produk tersebut memiliki variasi	Spesifikasi 8gb namun tidak memaparkan merk menyebabkan keberagaman merk namun merk REALME mendominasi pada rentang harga ini, beberapa merk tidak menampilkan spesifikasi yang sesuai tapi ketika di amati dari halama tokopedia ternyata produk tersebut memiliki variasi sehingga data yang terscrap mungkin data dari variasi tersebut
HP Samsung		Peringkat sesuai dan produk memiliki kesamaan yaitu Samsung seri galaxy A06, A07 mulai peringkat ke 15 hingga 30 menampilkan produk dengan merk galaxy namun bukan samsung	Walaupun hanya menginputkan Samsung tanpa spesifikasi produk ini menyesuaikan rentang harga sehingga hasil scrap stabil dan perangkingan namun pada peringkat 15 hingga 30 menampilkan produk yang mencurigakan yaitu merk galaxy namun tidak menyertakan Samsung. Setelah di amati dengan mengakses halaman asli ternyata ini merupakan produk hp palsu atau illegal. Posisinya berada di bawah karena popularitasnya (jumlah terjual, jumlah ulasan dan rating) rendah bahkan kosong
Iphone		Sebagian besar ada adalah iphone 6 dan 7 second sebagianya produk mencurigakan	Iphone 7 dan 6 second mendominasi rentang harga ini dan sisanya adlah produk yang kasusnya sama seperti pada samsung
Iphone 14		Semua hasilnya adalah produk palsu	Produk yang kasusnya sama seperti Samsung tapi kali ini semua dari 30 produk yang tercrap
HP Xiaomi 5g		Hasil stabil menampilkan produk xiaomi redmi seri c dari c10 hingga c15 dengan harga tidak ada yang di bawah satu juta	Xiaomi seri C mendominasi rentang harga ini
Rentang Harga 3,000,000 - 5,000,000			
HP android RAM 8gb	Harga: 0.281 Terjual: 0.200 Toko: 0.153	Hasil peringkat stabil namun merk berbeda-beda	

HP Samsung	<p>Rating: 0.119 Diskon: 0.089 Ulasan: 0.086 Diskusi: 0.072</p>	Hasil peringkat stabil menampilkan produk Samsung seri A17, A26, A36	Produk Samsung seri A17, A26, A36 mendominasi rentang harga ini
Iphone		Hasil peringkat stabil menampilkan produk iphone bekas seri XR dan Iphone 11	Iphone XR dan 11 bekas mendominasi rentang harga ini
Iphone 14		Semua hasilnya adalah produk palsu namun peringkat sesuai	Produk yang kasusnya sama seperti Samsung tapi kali ini semua dari 30 produk yang tercrap
HP Xiaomi 5g		Hasil peringkat stabil menampilkan produk xiaomi seri Note 14 dan Poco X7	Xiaomi Note 14 dan Poco X7 mendominasi rentang harga ini
Rentang Harga 5,000,000 - 10,000,000			
HP android RAM 8gb	<p>Harga: 0.281 Terjual: 0.200 Toko: 0.153 Rating: 0.119 Diskon: 0.089 Ulasan: 0.086 Diskusi: 0.072</p>	Peringkat 1 bukan ram 8gb tapi sebagian besar produk adalah Samsung seri A56 dan merk lain	Ada beberapa iklan tapi menguntungkan dengan menyajikan rekomendasi HP yang ramnya bahkan lebih dari 8 Gb pada peringkat pertama namun sistem meminta ram 8Gb
HP Samsung		Hasil peringkat stabil menampilkan produk Samsung seri S25 dan A56 peringkat teratas diisi dengan seri A56	-
Iphone		Hasil peringkat stabil menampilkan produk iphone 13 stabil pada rentang harga 7 dan 8 juta	Iphone 19 mendominasi rentang harga ini
Iphone 14		Hasil peringkat dan scraping sangat stabil menampilkan produk iphone 14 second	-
HP Xiaomi 5g		Hasil peringkat dan scraping sangat stabil menampilkan produk Poco F7 dan Redmi 14 Pro+	-

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik data pada kategori Komputer dan Aksesoris yang tertera pada Tabel 4.13, ditemukan bahwa spesifikasi kata kunci sangat mempengaruhi relevansi data yang diperoleh, terutama pada rentang harga rendah. Pada pencarian dengan kata kunci umum seperti "Keyboard" di rentang

harga murah, sistem menunjukkan stabilitas yang baik dalam menangani produk iklan, namun penggunaan kata kunci yang terlalu spesifik seperti "SSD WD Blue 256gb" pada rentang harga yang tidak realistik (terlalu murah) menyebabkan kegagalan pencarian yang presisi. Dalam kasus tersebut, algoritma e-commerce secara otomatis mengabaikan sebagian kata kunci untuk tetap menampilkan hasil, sehingga muncul produk harddisk (bukan SSD) atau kapasitas yang berbeda, yang menunjukkan bahwa filter harga yang terlalu ketat dapat mendistorsi akurasi spesifikasi teknis produk yang diambil oleh scraper.

Berlanjut pada analisis kategori Pakaian di Tabel 4.14, temuan utama menunjukkan bahwa kategori ini memiliki tingkat keberagaman data tertinggi, di mana kata kunci umum seperti "Jaket" atau "Sepatu" menghasilkan variasi spesifikasi dan model yang sangat luas meskipun peringkat yang dihasilkan sistem sudah sesuai secara matematis. Fenomena menarik ditemukan ketika hasil pencarian kurang dari 30 data (misalnya pada kata kunci "Jersey sepak bola li-ning"), sistem e-commerce secara otomatis menyisipkan produk serupa ("similar products") seperti jersey badminton untuk memenuhi kuota tampilan, yang berpotensi menjadi noise dalam rekomendasi. Selain itu, ditemukan bahwa pada rentang harga menengah, produk dari toko berjenis "Power Shop" dan merek yang sedang tren (seperti Aerostreet) cenderung mendominasi hasil pencarian meskipun kata kunci yang dimasukkan bersifat umum.

Analisis pada kategori Smartphone di Tabel 4.15 mengungkapkan kerentanan terhadap produk anomali ketika filter harga tidak sesuai dengan standar pasar. Pada pencarian merek premium (Samsung atau iPhone) dengan rentang

harga rendah (500 ribu - 1,5 juta), hasil scraping didominasi oleh produk tiruan, refurbished, atau barang ilegal yang menggunakan nama merek tersebut namun dengan spesifikasi yang mencurigakan. Meskipun demikian, sistem AHP-TOPSIS berhasil menempatkan produk-produk mencurigakan ini di peringkat bawah karena umumnya produk tersebut memiliki popularitas, ulasan, dan rating yang rendah atau kosong. Sebaliknya, pada rentang harga tinggi, sistem mampu memberikan rekomendasi yang sangat relevan bahkan melebihi spesifikasi minimum yang diminta, seperti menampilkan varian RAM yang lebih besar dari kata kunci pencarian.

4.4 Pengujian Usability Sistem (*System Usability Scale*)

Sesuai dengan metodologi yang telah diuraikan pada sub-bab 3.10, pengujian kegunaan (*usability*) sistem dilakukan untuk mengukur persepsi pengguna akhir terhadap kemudahan penggunaan prototipe SPK. Pengujian ini menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk mendapatkan skor kuantitatif.

4.4.1 Data Responden dan Hasil Kuesioner

Pengujian dilakukan dengan meminta 13 responden untuk mencoba prototipe sistem (menjalankan skenario *scraping*, AHP, dan TOPSIS), kemudian mengisi 10 butir kuesioner SUS. Hasil lengkap dari jawaban responden, proses normalisasi skor (sesuai aturan perhitungan Ganjil/Genap pada sub-bab 3.10.2), dan perolehan skor SUS individual disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.16 Perolehan Nilai dan Skor SUS Responden

Nama Responden	Jawaban (Likert)	Nilai Total	Skor SUS
Hasan Al Faridzi	[4, 2, 4, 3, 5, 3, 3, 2, 5, 3]	28	70.0
Ahmad ripaldi	[5, 3, 4, 3, 4, 2, 4, 3, 4, 4]	26	65.0
Muhammad Zakiy	[4, 2, 4, 3, 5, 2, 5, 2, 5, 3]	31	77.5
Aghata Hafis Mahardika	[5, 2, 5, 1, 4, 4, 3, 5, 5, 4]	30	75.0
Adin	[3, 3, 3, 5, 4, 3, 3, 3, 4, 4]	17	42.5
Veren	[4, 2, 4, 4, 4, 3, 5, 2, 4, 4]	26	65.0
irfantri	[4, 1, 4, 2, 5, 1, 4, 2, 4, 1]	34	85.0
Fadhil Arya Yogapratama	[3, 2, 3, 2, 4, 2, 3, 3, 4, 4]	24	60.0
Ninik	[5, 1, 5, 3, 5, 1, 5, 1, 5, 5]	34	85.0
Kurnia Rafi Darajad	[1, 2, 4, 2, 5, 2, 4, 1, 5, 3]	29	72.5
Rasyid	[3, 2, 4, 3, 4, 3, 4, 2, 5, 5]	25	62.5
Muhammad Arjuna	[4, 3, 5, 4, 5, 3, 4, 2, 4, 4]	26	65.0
Ivan Nur Rasyid	[5, 1, 5, 1, 4, 2, 5, 1, 5, 1]	38	95.0

4.4.2 Analisis dan Perhitungan Skor SUS

Perhitungan skor SUS dilakukan sesuai prosedur pada sub-bab 3.10.2.

Untuk mendapatkan skor kegunaan sistem secara keseluruhan, skor SUS dari ke-13 responden (kolom 'Skor SUS' pada Tabel 4.15) dijumlahkan dan dicari nilai rata-ratanya.

Perhitungan Rata-rata Skor SUS:

- Total Skor: $70.0 + 65.0 + 77.5 + 75.0 + 42.5 + 65.0 + 85.0 + 60.0 + 85.0 + 72.5 + 62.5 + 65.0 + 95.0 = 920.0$
- Jumlah Responden: 13
- Skor SUS Rata-rata: 70,77

4.4.3 Interpretasi Hasil

Berdasarkan perhitungan, diperoleh skor rata-rata SUS sebesar 70.77.

Untuk menginterpretasikan skor ini, digunakan panduan Adjective *Rating* dan *Acceptability Ranges* dari Bangor et al. (2008). Skor SUS rata-rata global (rata-rata dari ribuan studi) adalah 68.

- Skor 70.77 yang diperoleh berada di atas rata-rata industri (68).
- Skor ini telah melampaui ambang batas 70, sehingga masuk dalam kategori "*Acceptable*" (Dapat Diterima). Ini merupakan peningkatan dari "*Marginal*".
- Skor 70.77 berada di antara 70.0 dan 73.9, yang menempatkannya dalam kategori "*Good*" (Bagus).
- Skor ini setara dengan Grade C.

Hasil pengujian SUS dengan skor rata-rata 70.77 menunjukkan bahwa sistem SPK yang dibangun memiliki tingkat kegunaan (*usability*) yang "Bagus" (*Good*) dan "Dapat Diterima" (*Acceptable*). Skor ini berhasil melampaui rata-rata industri (68), yang mengindikasikan bahwa sistem ini dapat digunakan dengan baik oleh sebagian besar pengguna. Data dari Tabel 4.15 menunjukkan pengalaman pengguna yang cukup terpolarisasi: meskipun ada satu responden yang mengalami kesulitan (skor 42.5), terdapat tiga responden yang menilai sistem ini "Luar Biasa" (skor 85.0, 85.0, dan 95.0), yang secara signifikan menaikkan skor rata-rata keseluruhan ke tingkat yang baik.

4.5 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian fungsionalitas pada sub-bab 4.1 menunjukkan bahwa sistem telah berhasil mengintegrasikan modul Web Scraping, AHP, dan TOPSIS ke dalam satu alur kerja yang utuh, meskipun terdapat kendala teknis pada pengambilan atribut "Jumlah Diskusi" akibat perubahan struktur antarmuka situs target. Secara fungsional, modul scraper terbukti mampu menyediakan data dinamis secara real-time, yang kemudian diolah oleh modul AHP dengan hasil pembobotan yang teruji konsisten dengan nilai Consistency

Ratio (CR) sebesar 0,0949. Validitas sistem semakin diperkuat dengan keberhasilan modul TOPSIS dalam memproses matriks keputusan dan menghasilkan perankingan produk yang akurat sesuai perhitungan manual, sehingga mengonfirmasi bahwa logika sistem telah berjalan sesuai rancangan meskipun memerlukan penyesuaian pada penanganan data yang hilang perubahan struktur website Toko pedia.

Berdasarkan analisis hasil pengujian parameter pada sub-bab 4.2, ditemukan tantangan teknis signifikan berupa munculnya data noise yang berasal dari intervensi algoritma native e-commerce melalui penyisipan produk iklan (sponsored content) dan rekomendasi "Produk Serupa" yang seringkali mengabaikan batasan filter harga pengguna. Fenomena kebocoran filter (filter leakage) ini teridentifikasi secara empiris pada data Tabel 4.12, di mana produk di luar rentang harga yang ditetapkan tetap masuk ke dalam daftar rekomendasi sistem. Sebagai bukti konkret, responden Ahmad Rifaldi yang melakukan pencarian dengan kata kunci "Cooler HP" pada rentang harga Rp 50.000 – Rp 100.000 menemukan bahwa produk pada peringkat 6 dan 8 tidak sesuai dengan batasan harga tersebut. Pola serupa dialami oleh responden Adin Azarin pada pencarian "Moisturizer" (Rp 40.000 – Rp 80.000) yang mendapati anomali harga pada peringkat 2, serta responden Irfan Tri dengan kata kunci "Mouse gaming gamen" (Rp 80.000 – Rp 100.000) yang melaporkan adanya 6 produk hasil scraping yang berada di luar rentang harga yang diinginkan. Deviasi algoritma yang paling ekstrim terlihat pada responden Soetrisno saat mencari "Jam tangan Casio" pada rentang Rp 250.000 – Rp 300.000, di mana hasil pencarian justru didominasi oleh

produk dengan harga di bawah Rp 250.000. Temuan ini mengindikasikan bahwa mekanisme scraping rentan terhadap perilaku algoritma e-commerce yang secara otomatis melakukan gap-filling (pengisian kekosongan) dengan produk serupa atau iklan berbayar ketika stok produk yang sesuai filter spesifik terbatas, sehingga data yang tidak relevan ikut terambil dan mempengaruhi presisi hasil akhir.

Selain fenomena *data noise*, tantangan teknis terbesar yang teridentifikasi dalam penelitian ini adalah peningkatan mekanisme keamanan (*security hardening*) dan perlindungan anti-bot dinamis yang diterapkan oleh Tokopedia, yang secara langsung berdampak pada kegagalan ekstraksi data pada pengujian tahap akhir. Indikasi awal perubahan struktur antarmuka (UI/DOM) terdeteksi pada hasil pengujian responden ke-14 (**Zeno Hosting**), di mana sistem hanya mampu mengekstraksi atribut dasar berupa nama, gambar, dan harga, sementara atribut mendalam seperti rating dan detail diskusi gagal diambil. Hal ini menunjukkan adanya teknik *obfuscation* atau perubahan nama *class* elemen HTML yang menyebabkan *selector* pada algoritma *scraper* kehilangan targetnya secara parsial. Eskalasi keamanan yang lebih agresif kemudian terkonfirmasi pada responden ke-15 (**Ler Wakanda**) dan ke-16 (**Elruumi19**), di mana sistem mengalami kelumpuhan total dengan pesan kesalahan "*Tidak dapat terhubung ke server API*", yang mengindikasikan bahwa sistem keamanan Tokopedia sudah lebih canggih dalam mendeteksi scraping.

Guna menanggulangi kendala pemblokiran akses yang terjadi pada pengujian tahap akhir, dilakukan upaya perbaikan teknis melalui modifikasi skrip modul scraping, khususnya pada konfigurasi request headers. Manipulasi ini

bertujuan untuk menyamarkan identitas scraper agar terdeteksi sebagai permintaan valid dari peramban (browser) pengguna manusia, bukan sebagai bot otomatis. Dengan mengubah atribut User-Agent pada header permintaan menjadi string yang menyerupai browser komersial (seperti Chrome atau Mozilla), sistem berhasil mengelabui mekanisme deteksi awal firewall Tokopedia. Keberhasilan metode ini dalam memulihkan akses pengambilan data pada percobaan ulang membuktikan bahwa sistem keamanan e-commerce sangat bergantung pada deteksi pola identitas default yang biasanya dibawa oleh pustaka pemrograman Python, sehingga penyesuaian header menjadi kunci utama dalam menjaga keberlanjutan proses scraping.

Secara teknis, keberhasilan teknik bypass tersebut tidak terlepas dari peran vital HTTP Headers dan pemahaman terhadap mekanisme Cross-Origin Resource Sharing (CORS) dalam pertukaran data web. Headers berfungsi sebagai metadata atau "kartu identitas" yang menyertai setiap permintaan HTTP, memuat informasi krusial seperti jenis perangkat, sistem operasi, dan peramban yang digunakan klien. Sementara itu, CORS adalah mekanisme keamanan yang membatasi bagaimana sumber daya pada halaman web dapat diminta dari domain lain di luar domain asalnya. Dalam konteks penelitian ini, server e-commerce menerapkan validasi ketat terhadap headers (seperti Origin dan Referer) untuk mencegah akses ilegal dari skrip eksternal. Oleh karena itu, modifikasi headers yang dilakukan pada modul scraping berfungsi untuk memenuhi protokol validasi tersebut, memanipulasi server agar menganggap permintaan data berasal dari interaksi pengguna yang sah (same-origin policy) dan bukan dari skrip lintas domain yang mencurigakan.

Analisis mendalam terhadap karakteristik data pada Tabel 4.13 mengungkapkan fenomena krusial mengenai korelasi antara spesifisitas kata kunci (*keyword specificity*) dan realisme rentang harga (*price feasibility*). Temuan yang paling menonjol terjadi pada percobaan pencarian dengan kata kunci spesifik "SSD WD Blue 256gb" pada rentang harga rendah (Rp 100.000 – Rp 250.000). Meskipun sistem berhasil menarik 29 data produk, analisis konten menunjukkan bahwa tidak ada satupun hasil yang benar-benar sesuai dengan spesifikasi yang diminta. Produk yang muncul sebagian besar adalah varian "WD Blue" namun berjenis HDD (Hard Disk Drive), bukan SSD, atau memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih rendah dari 256GB. Hal ini membuktikan bahwa ketika kriteria pencarian pengguna (kata kunci spesifik + harga murah) tidak realistik atau tidak tersedia di pasar, algoritma e-commerce secara otomatis melakukan intervensi dengan menampilkan produk yang memiliki kemiripan nama (*partial match*) untuk menghindari halaman hasil kosong (*null result*). Bagi sistem SPK, kondisi ini menjadi tantangan tersendiri karena data yang masuk menjadi *noise* (gangguan) yang dapat mendistorsi rekomendasi jika tidak difilter dengan ketat.

Sebaliknya, stabilitas data yang lebih baik ditemukan pada penggunaan kata kunci umum ("General Keywords") seperti "Keyboard" dan "RAM Kingston", terutama pada rentang harga yang lebih tinggi. Pada rentang harga Rp 1.000.000 – Rp 2.000.000, pencarian "Keyboard" menghasilkan data yang sangat relevan dengan kemunculan merek-merek premium seperti Logitech dan SteelSeries yang konsisten dengan segmen harganya. Namun, pada rentang harga rendah (Rp 100.000 – Rp 250.000), pencarian "Keyboard" hanya menghasilkan 4 data produk

dengan atribut kualitas (rating, jumlah terjual, ulasan) yang bernilai 0. Temuan ini mengindikasikan bahwa data dinamis e-commerce sangat sensitif terhadap segmentasi pasar; kata kunci umum cenderung menghasilkan data yang lebih bersih (*clean data*) pada rentang harga menengah-atas, sementara pada rentang harga bawah, data cenderung langka atau berkualitas rendah.

Lebih lanjut, analisis pada Tabel 4.13 juga memperlihatkan bahwa rentang harga yang terlalu luas atau ambigu dapat menyebabkan inkonsistensi spesifikasi teknis produk. Pada kasus pencarian "RAM Kingston" dengan rentang harga Rp 250.000 – Rp 500.000, mulai terlihat adanya keseragaman spesifikasi (seperti DDR4 4GB), berbeda dengan rentang harga di bawahnya yang masih mencampurkan berbagai jenis spesifikasi yang tidak sebanding. Hal ini menegaskan bahwa dalam sistem SPK berbasis data dinamis, validasi input pengguna terkait kewajaran harga terhadap spesifikasi barang sangat menentukan akurasi hasil akhir. Sistem terbukti bekerja lebih optimal ketika pengguna memasukkan parameter yang selaras dengan kondisi pasar nyata, meminimalkan peluang algoritma e-commerce untuk menyisipkan produk substitusi atau iklan yang tidak relevan.

Berbeda dengan kategori elektronik yang memiliki spesifikasi teknis baku, analisis pada Tabel 4.14 (Kategori Pakaian) menunjukkan bahwa tantangan utama dalam data dinamis produk *fashion* adalah tingginya tingkat heterogenitas produk terhadap kata kunci umum (*generic keywords*). Pada pengujian kata kunci "Jaket" dan "Sepatu" di rentang harga Rp 50.000 – Rp 100.000, meskipun sistem berhasil melakukan perankingan berdasarkan popularitas, produk yang muncul memiliki

variasi model dan bahan yang sangat beragam dan tidak seragam. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk kategori yang mengandalkan selera visual seperti *fashion*, penggunaan kata kunci tunggal tanpa atribut spesifik (misalnya: "Jaket Jeans" atau "Sepatu Running") akan menghasilkan rekomendasi yang secara statistik valid (skor tinggi) namun mungkin kurang relevan secara preferensi gaya pengguna. Fenomena ini menegaskan bahwa dalam SPK berbasis *scraping*, spesifitas kata kunci pada kategori *fashion* jauh lebih krusial dibandingkan kategori lainnya untuk mempersempit varian produk.

Temuan menarik lainnya dari Tabel 4.14 adalah terdeteksinya pengaruh tren pasar (*market trend*) terhadap hasil pencarian data dinamis. Hal ini terlihat jelas pada pencarian "Sepatu" di rentang harga Rp 150.000 – Rp 250.000, di mana dari 30 data yang diambil, 13 di antaranya didominasi oleh satu merek tertentu yaitu "Aerostreet". Dominasi ini terjadi bukan karena intervensi iklan, melainkan karena algoritma *native e-commerce* secara alami memprioritaskan produk yang sedang tren dan memiliki volume penjualan tinggi (laris). Dalam konteks ini, SPK AHP-TOPSIS bekerja efektif dengan menangkap fenomena tersebut, di mana kriteria "Jumlah Terjual" dan "Rating" yang tinggi pada produk viral tersebut menempatkannya di posisi rekomendasi teratas. Ini membuktikan keunggulan penggunaan data dinamis dibandingkan data statis, di mana sistem mampu menyajikan rekomendasi yang adaptif terhadap tren merek yang sedang naik daun di pasar saat itu juga.

Selain itu, analisis Tabel 4.14 juga memperlihatkan kemampuan metode TOPSIS dalam menyaring *noise* berupa produk iklan yang menyusup ke dalam

hasil pencarian. Pada kasus pencarian "Sepatu Adidas" di rentang harga rendah (Rp 50.000 – Rp 100.000), ditemukan adanya produk iklan yang memiliki harga jauh di luar rentang yang ditetapkan. Namun, hasil perankingan sistem menunjukkan bahwa produk-produk anomali tersebut terlempar ke 3 peringkat terakhir. Hal ini terjadi karena produk iklan tersebut memiliki jarak solusi ideal negatif yang besar (harga terlalu mahal dibandingkan *dataset* lainnya) atau nilai preferensi yang rendah pada kriteria lain. Di sisi lain, keterbatasan ketersediaan data juga teridentifikasi pada pencarian "Jersey sepak bola li-ning" di rentang harga Rp 250.000 – Rp 500.000, di mana hasil pencarian tidak mencapai 30 data. Akibatnya, sistem Tokopedia melakukan mekanisme *gap-filling* dengan menyisipkan produk serupa (seperti jersey badminton) atau produk iklan untuk memenuhi kuota tampilan. Temuan ini menyarankan perlunya fitur validasi jumlah data minimum dalam pengembangan sistem selanjutnya untuk memastikan kecukupan sampel sebelum proses perankingan dilakukan.

Analisis pada Tabel 4.15 (Kategori Smartphone) menyingkap fenomena paling krusial dalam ekosistem e-commerce, yaitu prevalensi produk tiruan atau barang ilegal (HDC/KW) yang menyusup ke dalam hasil pencarian, terutama ketika terdapat disparitas ekstrem antara kata kunci spesifik dan rentang harga. Temuan ini sangat mencolok pada pengujian kata kunci "HP Samsung" dan "Iphone 14" di rentang harga rendah (Rp 500.000 – Rp 1.500.000), di mana sistem mendeteksi kemunculan produk dengan penamaan ambigu seperti "Galaxy A06" atau "Galaxy A07" tanpa menyertakan merek Samsung, serta "Iphone 14" yang ternyata merupakan produk palsu. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma pencarian e-

commerce memiliki celah validasi konten, di mana produk dengan harga yang tidak masuk akal tetap ditampilkan karena relevansi kata kunci. Namun, sistem SPK AHP-TOPSIS menunjukkan mekanisme pertahanan alaminya; produk-produk mencurigakan tersebut mayoritas terlempar ke peringkat bawah (posisi 15 hingga 30) karena memiliki popularitas rendah (jumlah terjual dan ulasan minim atau kosong), membuktikan bahwa bobot kriteria "Jumlah Terjual" dan "Rating" sangat efektif dalam memitigasi risiko penipuan produk.

Selain isu produk palsu, analisis data kategori *smartphone* juga menyoroti dominasi pasar sekunder (*second-hand*) pada pencarian merek premium dengan anggaran terbatas. Pada kata kunci "Iphone" di rentang harga Rp 500.000 – Rp 1.500.000 dan Rp 3.000.000 – Rp 5.000.000, hasil *scraping* didominasi oleh seri lawas seperti iPhone 6, 7, XR, dan 11 bekas. Temuan ini memberikan wawasan bahwa data dinamis e-commerce sangat reflektif terhadap realitas pasar; "iPhone murah" secara otomatis diterjemahkan oleh pasar sebagai "iPhone bekas".

Evaluasi aspek *usability* yang dilakukan menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) terhadap 13 responden menghasilkan skor rata-rata sebesar 70,77, yang secara kualitatif menempatkan sistem SPK ini dalam kategori *Acceptable* (Dapat Diterima) dengan predikat *Good* (Bagus) dan *Grade C*. Pencapaian skor ini memiliki signifikansi penting karena berhasil melampaui ambang batas rata-rata industri global (*global benchmark*) sebesar 68, yang mengindikasikan bahwa secara umum antarmuka dan alur sistem dinilai cukup intuitif dan mudah dioperasikan oleh pengguna akhir. Meskipun demikian, analisis distribusi skor responden pada Tabel 4.16 menyingkap adanya polarisasi

pengalaman pengguna yang cukup tajam; di satu sisi terdapat anomali skor rendah (42,5) yang berkorelasi dengan kendala teknis *scraping* yang dialami responden tertentu, namun di sisi lain, validitas kenyamanan penggunaan sistem terkonfirmasi oleh tiga responden yang memberikan penilaian kategori *Excellent* dengan skor 85,0 hingga 95,0, sehingga secara agregat sistem dinyatakan layak diimplementasikan sebagai alat bantu pengambilan keputusan

4.6 Integrasi Nilai-Nilai Islam

Pembangunan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) ini tidak hanya berlandaskan pada penyelesaian masalah teknis *decision fatigue* di *e-commerce*, tetapi juga didasari oleh prinsip-prinsip Islam yang relevan dalam pengambilan keputusan (*muamalah*). Sistem ini dirancang sebagai sarana (instrumen) untuk membantu konsumen mengamalkan nilai-nilai Islam dalam aktivitas jual beli mereka.

Integrasi ini dapat dijabarkan melalui beberapa dalil dan prinsip berikut:

1. Prinsip Ilmu dan Kejelasan (*Tabayyun*) dalam Bertindak

Latar belakang masalah penelitian ini adalah kebingungan konsumen akibat banyaknya variasi produk dan informasi yang kompleks. Hal ini dapat menjerumuskan konsumen pada pengambilan keputusan yang gegabah atau "mengikuti sesuatu tanpa pengetahuan". Islam secara tegas melarang hal ini, sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. *Al-Isra'* Ayat 36:

وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادُ كُلُّهُ أُولَئِكَ كَانُوا عَنْهُ مَسْتُرُّونَ

"Dan janganlah kamu mengikuti sesuatu yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggungjawabannya." (Q.S Al-Isra' : 36)

Tafsir Ibnu Katsir dan Tafsir al-Maraghi menjelaskan ayat ini sebagai penekanan pentingnya menggunakan akal dan panca indra untuk menimbang perkara dengan adil dan bijak, serta tidak mengambil keputusan atas sesuatu "tanpa landasan ilmu yang jelas".

Dalam konteks penelitian ini, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dibangun berfungsi sebagai sarana untuk memastikan konsumen memiliki "pengetahuan" (ilm) yang cukup sebelum bertransaksi. Dengan menyajikan data dinamis yang objektif—seperti harga terendah, rating asli, dan jumlah terjual—sistem membantu pengguna untuk tidak sekadar mengikuti tren atau iklan semata (taklid buta). Data yang ditampilkan sistem menjadi landasan bagi "penglihatan" dan "hati" konsumen untuk mengambil keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan, sehingga menghindarkan mereka dari kerugian (mudarat) akibat ketidaktahuan terhadap spesifikasi atau kualitas produk yang sebenarnya.

2. Prinsip Musyawarah (*Syura*) dalam Menentukan Pilihan

Islam sangat menganjurkan musyawarah (konsultasi) untuk mencapai keputusan terbaik, sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. Ali 'Imran Ayat

فِيمَا رَحْمَةٌ مِّنَ اللَّهِ لَيْسَ لَهُمْ وَلَوْ كُنْتَ فَطَّا غَلِظَ الْقُلُوبِ لَا نَفَضُّوا مِنْ حَوْلِكُ فَاعْفُ عَنْهُمْ وَاسْتَغْفِرْ لَهُمْ
وَشَارُهُمْ فِي الْأَمْرِ فَإِذَا عَرَمْتَ فَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُتَوَكِّلِينَ

"Maka, berkat rahmat Allah engkau (Nabi Muhammad) berlaku lemah lembut terhadap mereka. Seandainya engkau bersikap keras dan berhati kasar, tentulah mereka akan menjauh dari sekitarmu. Oleh karena itu, maafkanlah mereka, mohonkanlah ampunan untuk mereka, dan bermusyawarahlah dengan mereka dalam segala urusan (penting). Kemudian, apabila engkau telah membulatkan tekad, bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang bertawakal." (Q.S Ali Imran : 159)

Dalam Tafsir Ibnu Katsir, dijelaskan bahwa Rasulullah SAW diperintahkan untuk bermusyawarah dengan para sahabat dalam urusan dunia (seperti strategi perang) untuk membesarkan hati mereka dan agar umat meniru sunnah ini. Ibnu Katsir mengutip perkataan Hasan Al-Basri bahwa "Tidaklah suatu kaum bermusyawarah melainkan mereka akan ditunjuki kepada pendapat yang paling lurus." Sementara itu, Tafsir Al-Maraghi menjelaskan bahwa musyawarah adalah jalan untuk memadukan berbagai akal dan pandangan guna mencapai kemaslahatan terbaik yang mungkin tidak terjangkau jika dipikirkan oleh satu orang saja.

SPK ini dapat dipandang sebagai bentuk "musyawarah digital". Pertama, pengguna "bermusyawarah" dengan sistem itu sendiri, yang bertindak sebagai ahli imparsial. Kedua, data yang diolah sistem, khususnya *Rating* (C2), *Jumlah diskusi* (C7) dan *Jumlah Ulasan* (C4), pada hakikatnya adalah hasil "musyawarah" atau pendapat kolektif dari ribuan konsumen lain yang telah membeli produk tersebut. Sistem AHP-TOPSIS merangkum jutaan pendapat kolektif ini menjadi satu rekomendasi, sejalan dengan semangat *syura* untuk mendapatkan pandangan terbaik sebelum memutuskan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan teknik *web scraping* untuk mengekstraksi data produk secara *real-time* dari platform Tokopedia sebagai solusi atas ketiadaan API publik. Meskipun menghadapi tantangan mekanisme keamanan (*anti-scraping*) dan perubahan struktur antarmuka (DOM/UI) yang menyebabkan hilangnya atribut "Jumlah Diskusi", modifikasi teknis pada *HTTP Headers* dan manipulasi *User-Agent* terbukti efektif dalam memulihkan akses pengambilan data. Hal ini memastikan sistem tetap mampu menyajikan informasi terkini mengenai harga, rating, dan jumlah terjual kepada pengguna.

Kombinasi metode AHP dan TOPSIS terbukti efektif dalam menghasilkan rekomendasi produk yang objektif. Pembobotan AHP mengonfirmasi bahwa kriteria "Harga" dan "Jumlah Terjual" merupakan prioritas utama preferensi pengguna dalam mencari keseimbangan antara anggaran dan kredibilitas toko. Secara spesifik, algoritma TOPSIS menunjukkan kemampuan yang handal dalam memitigasi *data noise* (produk iklan, produk palsu/illegal, atau produk tidak relevan); produk-produk anomali tersebut secara otomatis terlempar ke peringkat bawah karena memiliki nilai preferensi yang rendah, sehingga pengguna terlindungi dari rekomendasi yang menyesatkan.

Akurasi rekomendasi sistem sangat dipengaruhi oleh spesifisitas kata kunci dan kewajaran rentang harga yang diinputkan pengguna. Pengujian karakteristik

data menunjukkan bahwa penggunaan kata kunci yang spesifik (misalnya: "Sepatu Adidas Running" vs "Sepatu") menghasilkan data yang jauh lebih relevan dan meminimalisir intervensi algoritma e-commerce yang cenderung melakukan gap-filling dengan produk substitusi. Selain itu, sistem terbukti mampu menangkap tren pasar secara dinamis, di mana produk yang sedang viral atau laris akan mendapatkan prioritas rekomendasi yang tinggi secara alami.

Selain itu, sistem dinilai layak digunakan dengan skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 70,77 yang masuk kategori *Acceptable*, dengan catatan bahwa kualitas rekomendasi paling optimal dicapai menggunakan sampel 30 data dan kata kunci pencarian yang spesifik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kendala yang ditemukan selama proses pengembangan serta pengujian sistem, terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan untuk penelitian selanjutnya agar Sistem Pendukung Keputusan (SPK) ini menjadi lebih handal dan komprehensif. Adapun saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Mekanisme *Scraping* untuk Penanganan *Rate Limit*

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan algoritma *scraping* yang lebih canggih dalam menangani batasan akses (*rate limit*) dari *platform* e-commerce. Hal ini dapat dilakukan dengan mengimplementasikan pengaturan jeda waktu (*delay*) yang lebih adaptif untuk menghindari *down connection* dan mencegah pemblokiran IP saat mengambil data dalam jumlah besar (lebih dari 25 data).

2. Penambahan variabel Ongkos Kirim

Disarankan untuk menambahkan kriteria ongkos kirim (biaya dan estimasi jarak) ke dalam perhitungan AHP-TOPSIS. Bisa dengan mengintegrasikan API logistik (seperti RajaOngkir) atau *scraping* lokasi kota penjual dapat meningkatkan relevansi rekomendasi sistem.

3. Pemanfaatan Layanan API Pihak Ketiga (Berbayar)

Jika terdapat dukungan anggaran, pengembangan sistem disarankan menggunakan layanan API e-commerce pihak ketiga seperti apify.com. Meskipun penyedia layanan tersebut pada dasarnya juga melakukan proses *scraping*, penggunaan layanan ini akan menjamin stabilitas format data (JSON terstruktur) dan mengurangi beban peneliti dalam memelihara kode *scraper* setiap kali terjadi perubahan antarmuka (UI) pada situs target.

4. Pengembangan Modul Penanganan Data *Noise*

Sistem perlu dikembangkan dengan menambahkan tahap *pre-processing* data yang lebih ketat untuk menangani *noise*, khususnya produk iklan (*sponsored content*) atau "produk serupa" yang sering disisipkan oleh algoritma e-commerce di sela-sela hasil pencarian. Algoritma harus mampu mendeteksi dan memisahkan data tersebut sebelum masuk ke tahap perhitungan TOPSIS agar hasil perankingan benar-benar murni berdasarkan relevansi kata kunci pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Asih, E. M. (2024). Analisis pada Shopee sebagai E-Commerce Terpopuler di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Bisnis Antartika*, 2(1), 73–79. <https://doi.org/10.70052/jeba.v2i1.299>
- Baharudin, R., Andryana, S., & Ningsih, S. (2020). *Product Selection Decision Support System Insurance For Prospective Customers using AHP and TOPSIS*. 3(4). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:231659413>
- Blackiston, M. (2025, April 29). Less is More: Why Providing Your Customers with Fewer Options Will Increase Your eCommerce Sales. *VWO*. <https://vwo.com/blog/increase-e-commerce-sales-paradox/>
- Bulu, E. S. S., Mau, S. D. I., & Ate, P. M. (2024). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KELAYAKAN PURNA BAKTI APARATUR SIPIL NEGARA. *Device*, 14(2), 218–224. <https://doi.org/10.32699/device.v14i2.8056>
- Caswito, A., Sayidah, N., & Utami Adi, S. (2024). Faktor Penggunaan E-Commerce Terhadap Pengambilan Keputusan melalui Perilaku Konsumen (Kajian Studi Literatur Review). *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i1.13451>
- Darmawan, F. R., Amalia, E. L., & Rosiani, U. D. (2021). Penerapan Metode Topsis pada Sistem Pendukung Keputusan untuk Kota yang Menerapkan Pembatasan Sosial Berskala Besar yang di Sebabkan Wabah Corona. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (Justin)*, 9(2), 250. <https://doi.org/10.26418/justin.v9i2.43896>
- Dongo, I., Cardinale, Y., Aguilera, A., Martinez, F., Quintero, Y., Robayo, G., & Cabeza, D. (2021). A qualitative and quantitative comparison between Web scraping and API methods for Twitter credibility analysis. *International Journal of Web Information Systems*, 17(6), 580–606. <https://doi.org/10.1108/IJWIS-03-2021-0037>
- Guillén-Mena, V., Quesada-Molina, F., Astudillo-Cordero, S., Lema, M., & Ortiz-Fernández, J. (2023). Lessons learned from a study based on the AHP method for the assessment of sustainability in neighborhoods. *MethodsX*, 11, 102440. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102440>
- Hanim, H., & Rahmadoni, J. (2020). Determination Of Lecturer Reception Using Analytical Hierarchy Process (AHP). *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 1(2), 136–141. <https://doi.org/10.37385/jaets.v1i2.100>
- Hu, G., Liu, Y., Liu, K., & Yang, X. (2023). Research on Data-Driven Dynamic Decision-Making Mechanism of Mega Infrastructure Project Construction. *Sustainability*, 15(12), 9219. <https://doi.org/10.3390/su15129219>
- Khder, M. (2021). Web Scraping or Web Crawling: State of Art, Techniques, Approaches and Application. *International Journal of Advances in Soft Computing and Its Applications*, 13(3), 145–168. <https://doi.org/10.15849/IJASCA.211128.11>

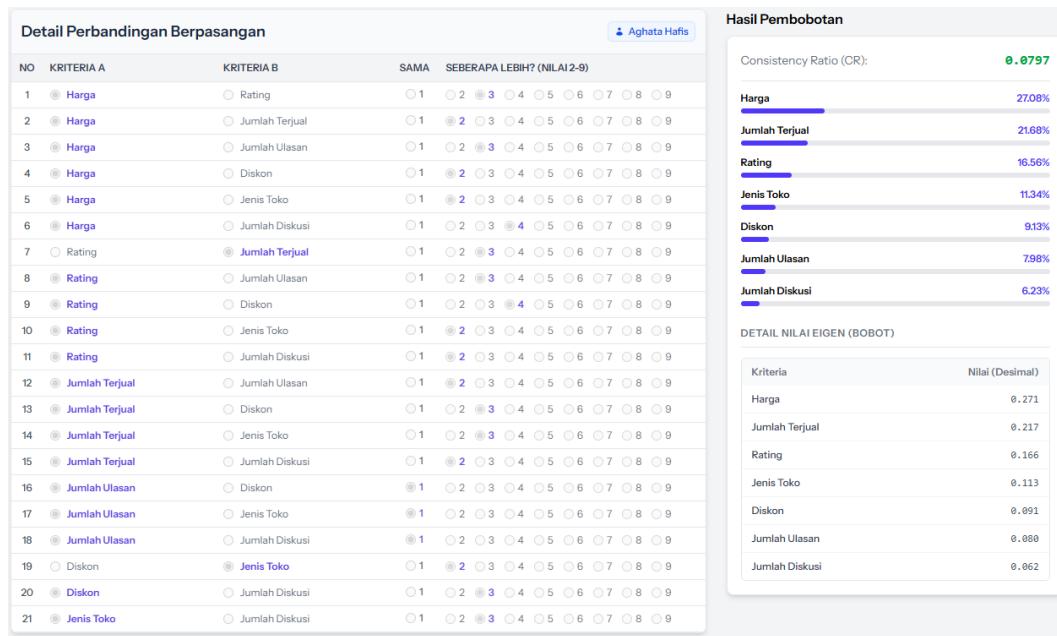
- Kumar, R., & Pamucar, D. (2025). A Comprehensive and Systematic Review of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods to Solve Decision-Making Problems: Two Decades from 2004 to 2024. *Spectrum of Decision Making and Applications*, 2(1), 178–197. <https://doi.org/10.31181/sdmap21202524>
- Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2022). *E-commerce: Business, technology, society* (Seventeenth edition, global edition). Pearson.
- Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*, 161, 113738. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113738>
- Lumbanraja, P. L. & Naomi Elena Lumbanraja. (2024). ALTERNATIF RANCANG SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK MENDUKUNG PENYELESAIAN ISU-ISU PERKEBUNAN KELAPA SAWIT. *LogicLink*, 50–62. <https://doi.org/10.28918/logiclink.v1i1.7667>
- Madanchian, M., & Taherdoost, H. (2023). A comprehensive guide to the TOPSIS method for multi-criteria decision making. *Sustainable Social Development*, 1(1). <https://doi.org/10.54517/ssd.v1i1.2220>
- Megawaty, M., & Ulfa, M. (2020). Decision Support System Methods: A Review. *Journal of Information Systems and Informatics*, 2(1), 192–201. <https://doi.org/10.33557/journalisi.v2i1.63>
- Muhammad Adhit Dwi Yuda. (2025). Implementasi Web Scraping Untuk Ekstraksi Data Penjual dan Produk Panel Surya Di E-Commerce: Indonesia. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 5(1). <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v5i1.11751>
- Nisa, T. A., Deswindi, L., & Maulidzen, A. (2022). Pengaruh Citra Merek, Promosi dan Online Customer Experience Terhadap Keputusan Pembelian Studi Pada Aplikasi Tokopedia. *Jurnal Penelitian Ekonomi Manajemen Dan Bisnis*, 1(2), 38–52. <https://doi.org/10.55606/jekombis.v1i2.607>
- Novita, R., Rahmadeyan, A., & Vamilina, V. (2022). Implementasi Analytical Hierarchy Process-Topsis Dalam Penentuan Marketplace Terbaik Di Indonesia. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(2). <https://doi.org/10.47065/bits.v4i2.2232>
- Pratiwi, N., & Fujiati, F. (2022). Penerapan Metode AHP Dan Topsis Pada Sistem Pendukung Keputusan Dalam Seleksi Penerimaan Karyawan Baru Pada Ma'had Abu Ubaidah Bin Al-Jarrah Medan. *INFOSYS (INFORMATION SYSTEM) JOURNAL*, 7(1), 81. <https://doi.org/10.22303/infosys.7.1.2022.81-91>
- Priatna, A., Yusuf, A. M., & Apriliani, C. (2022). Analisis Kualitas Layanan Tokopedia Untuk Mengetahui Kepuasan Pelanggan Menggunakan Metode Service Quality Di Karawang. *E-Bisnis : Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 15(2), 382–392. <https://doi.org/10.51903/e-bisnis.v15i2.856>
- Purnama, N. I., & Putri, L. P. (2021). *Analisis Penggunaan E-Commerce Di Masa Pandemi*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:239694917>
- Purwadi, P., Maya, W. R., & Calam, A. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pemasangan Lokasi Strategis Wifi.Id Pada Telkom (Studi Kasus Pada Pemasangan Wifi.Id Di Beberapa Lokasi Medan

- Menggunakan Metode Oreste. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 19(1), 110. <https://doi.org/10.53513/jis.v19i1.231>
- Reza Syakif Afendi, Raka Raka, Ramita Agustin, Rifki Adi Nugraha Sinurat, & Agung Rizki Putra. (2025). Paradox of Choice: Apakah Terlalu Banyak Pilihan Produk di Platform Shopee Dapat Mempengaruhi Keputusan Pembelian Konsumsi. *Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 5(1), 386–397. <https://doi.org/10.55606/jimek.v5i1.6443>
- Rion, A. H., & Any, M. M. (2025). *The Role of APIs in Modern Web Development: A Literature Review*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5380383>
- Rizquina, A. Z., & Ratnasari, C. I. (2023). Implementasi Web Scraping untuk Pengambilan Data Pada Website E-Commerce. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(4), 377–383. <https://doi.org/10.47233/jtekhis.v5i4.913>
- Setiawan, M. S. (2021). Analisis Tingkat Usabilitas Menggunakan Metode Performance Measurement dan System Usability Scale (SUS) pada Aplikasi E-commerce Indomaret dan Alfamart. *Seminar Nasional Teknik Dan Manajemen Industri*, 1(1), 299–306. <https://doi.org/10.28932/sentekmi2021.v1i1.46>
- Setiawansyah, S. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Tempat Wisata Menggunakan Metode TOPSIS. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, 1(2), 54–62. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v1i2.8>
- Sharma, K., & Borkar, G. M. (2024). Comparative Analysis of Dynamic Web Scraping Strategies: Evaluating Techniques for Enhanced Data Acquisition. In Malviya National Institute of Technology (MNIT), Jaipur, A. K. Tripathi, V. Shrivastava, & National Institute of Technology Delhi, India (Eds.), *Advancements in Communication and Systems* (pp. 241–252). Soft Computing Research Society. <https://doi.org/10.56155/978-81-955020-7-3-22>
- Sutarso, R. F., Atsari, A. R., Wiguna, Y., & Batubara, R. A. N. (2025). Enhancing E-Commerce Platforms for SMEs: Leveraging API Integration, User-Centered Design, and Incremental Development Methodologies. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, 2(2), 153–157. <https://doi.org/10.33197/justinfo.v2i2.2536>
- Syarif, M. I., Hannum, M., Wahyuni, S., & Nurbaiti. (2023). Potensi Perkembangan E-Commerce Dalam Menunjang Bisnis di Indonesia. *Journal of Computers and Digital Business*, 2(1), 11–14. <https://doi.org/10.56427/jcbd.v2i1.30>
- Verolyna, D. (2021). Integrated Marketing Communication pada Penguatan Brand E-Commerce: Telaah IMC pada Platform Shopee Indonesia. *ETTISAL : Journal of Communication*, 6(1), 147. <https://doi.org/10.21111/ejoc.v6i1.5103>
- Winsome Marketing. (2025, June 30). Decision Fatigue in E-commerce: How Many Product Options Are Too Many? *Winsome Marketing*. <https://winsomemarketing.com/winsome-marketing/decision-fatigue-in-e-commerce-how-many-product-options-are-too-many>

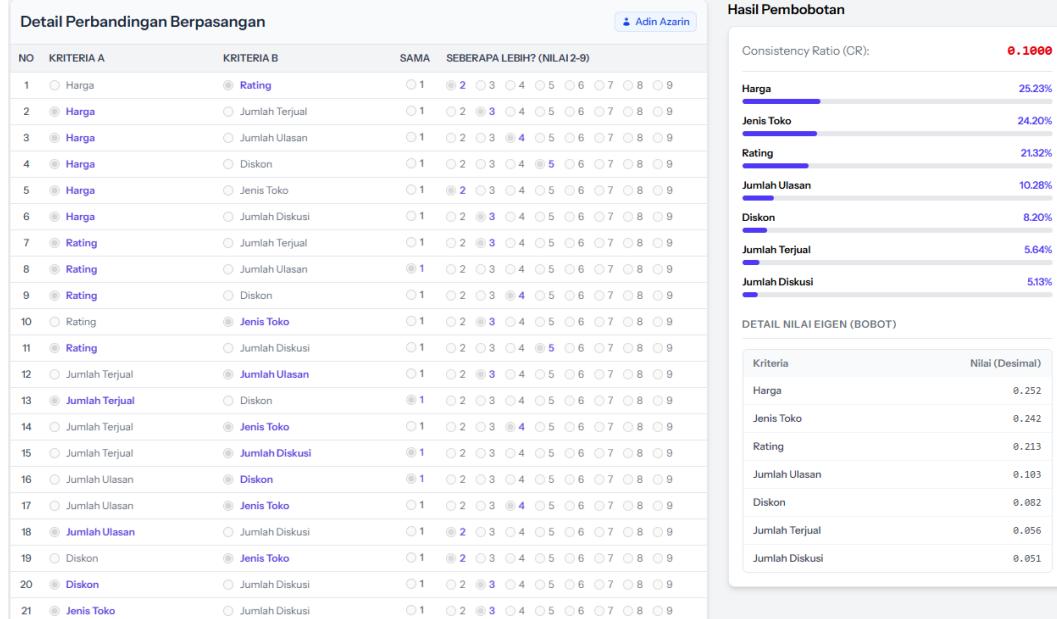
Yuyut Prayuti. (2024). Dinamika Perlindungan Hukum Konsumen di Era Digital: Analisis Hukum Terhadap Praktik E-Commerce dan Perlindungan Data Konsumen di Indonesia. *Jurnal Interpretasi Hukum*, 5(1), 903–913. <https://doi.org/10.22225/juinhum.5.1.8482.903-913>

LAMPIRAN

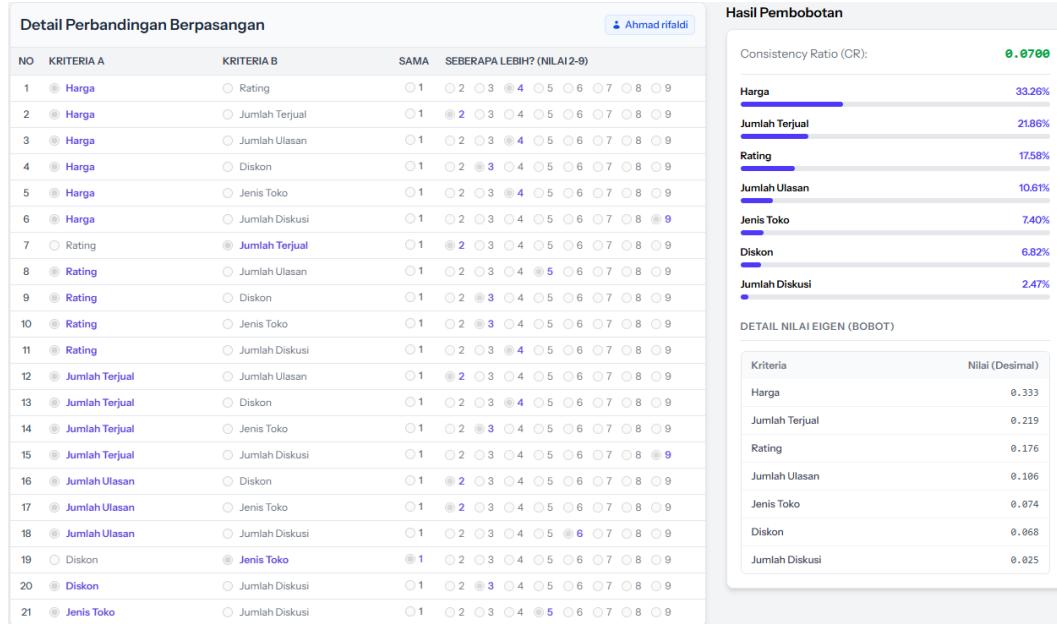
Preferensi Peneliti



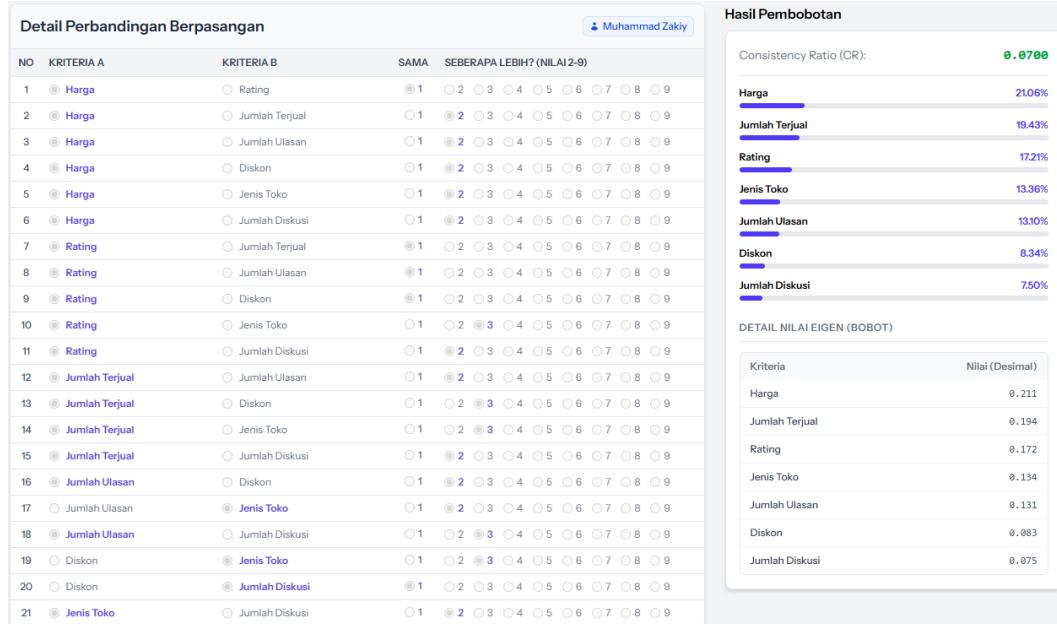
Preferensi Pengguna Adin



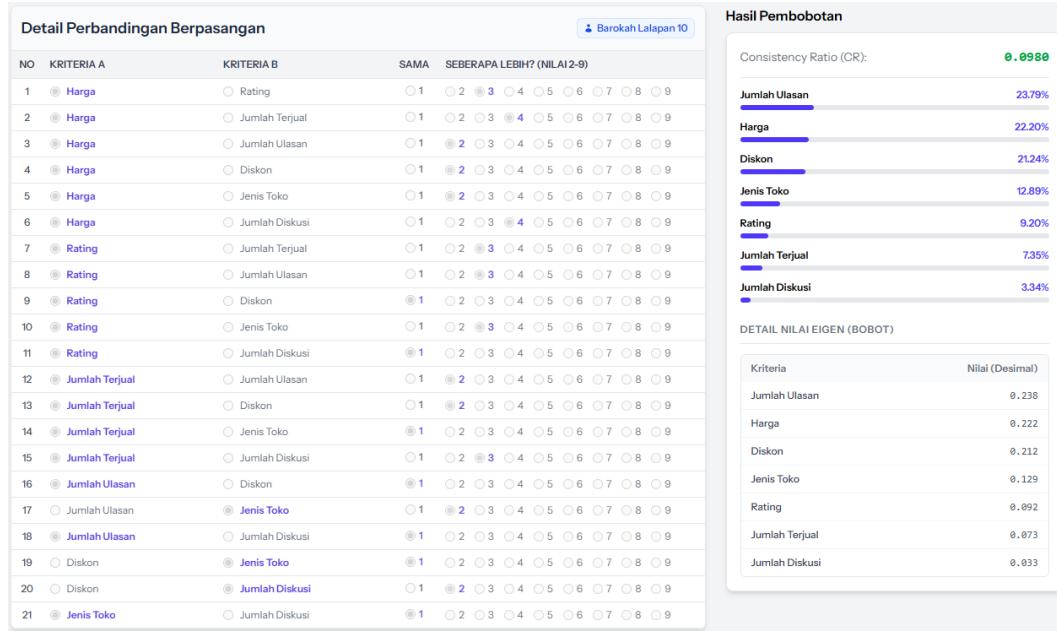
Preferensi Pengguna Rifaldi



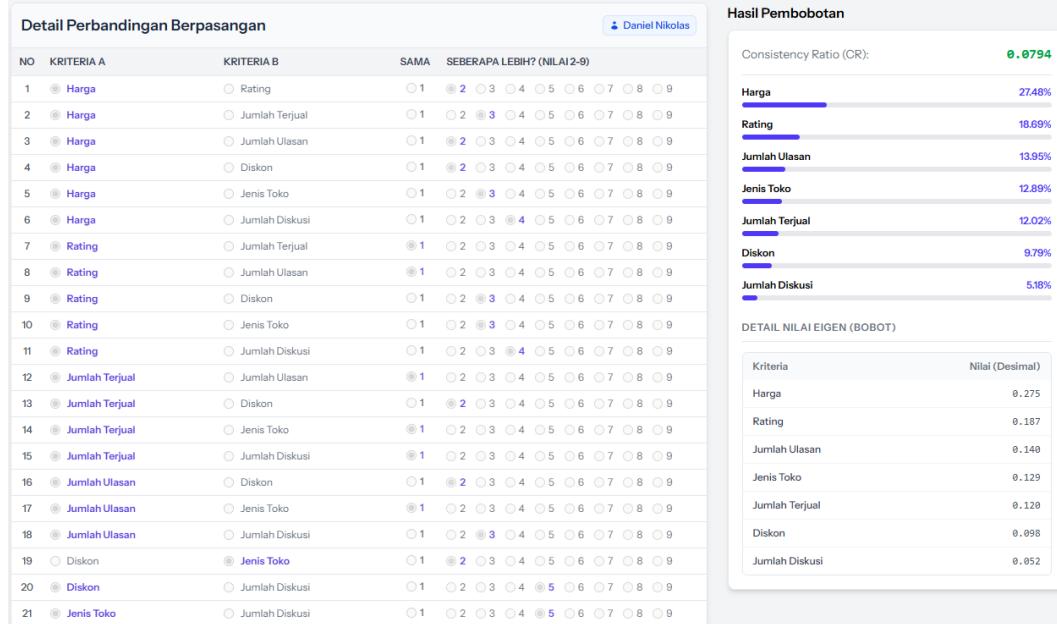
Preferensi Pengguna Zakiy



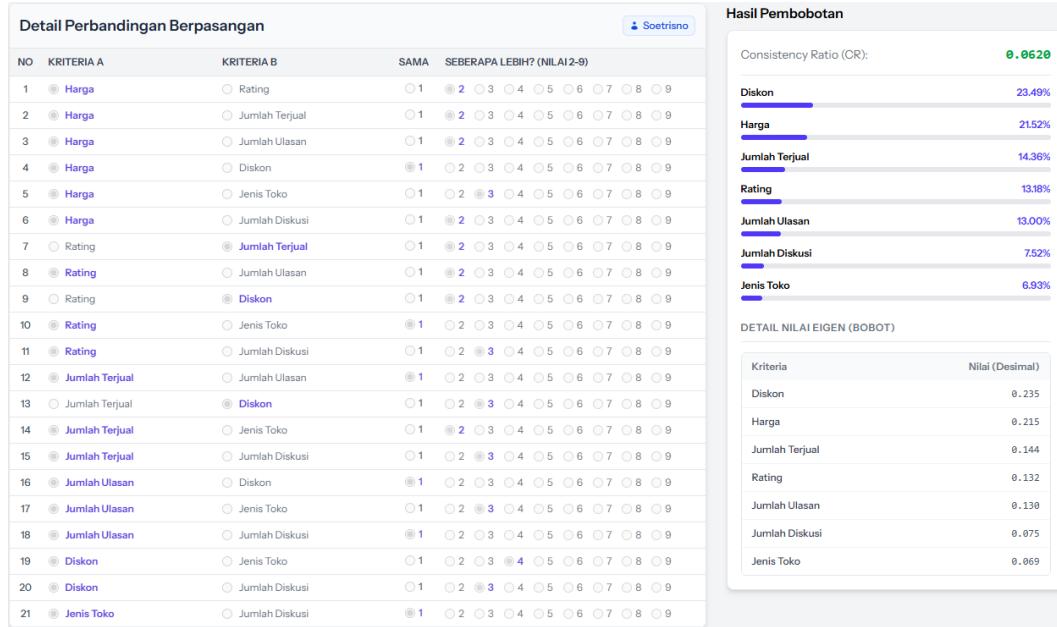
Preferensi Pengguna Barokah



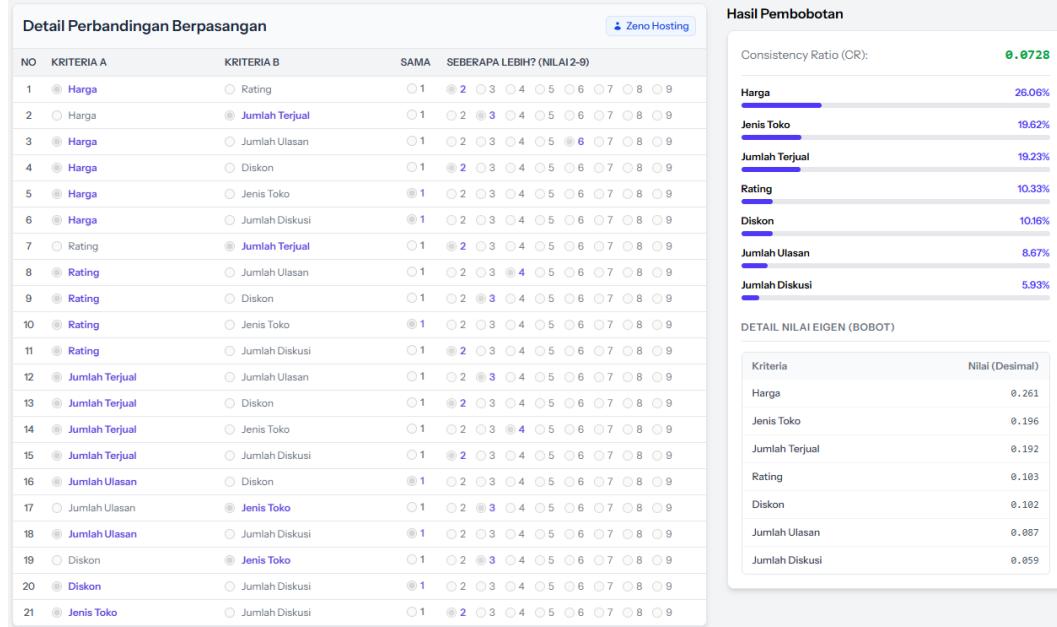
Preferensi Pengguna Daniel



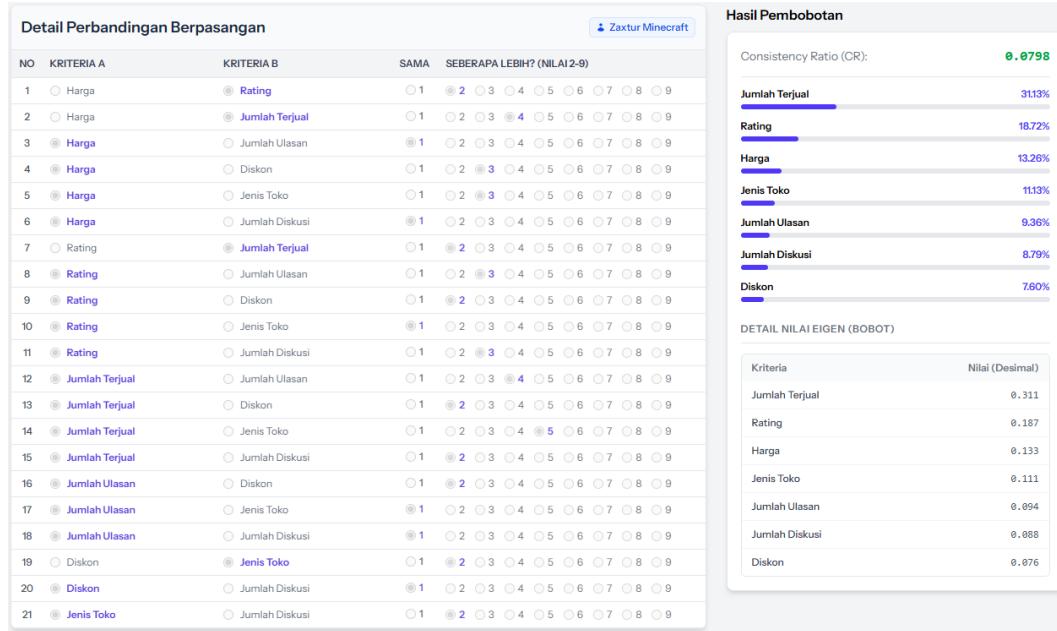
Preferensi Pengguna Soetrisno



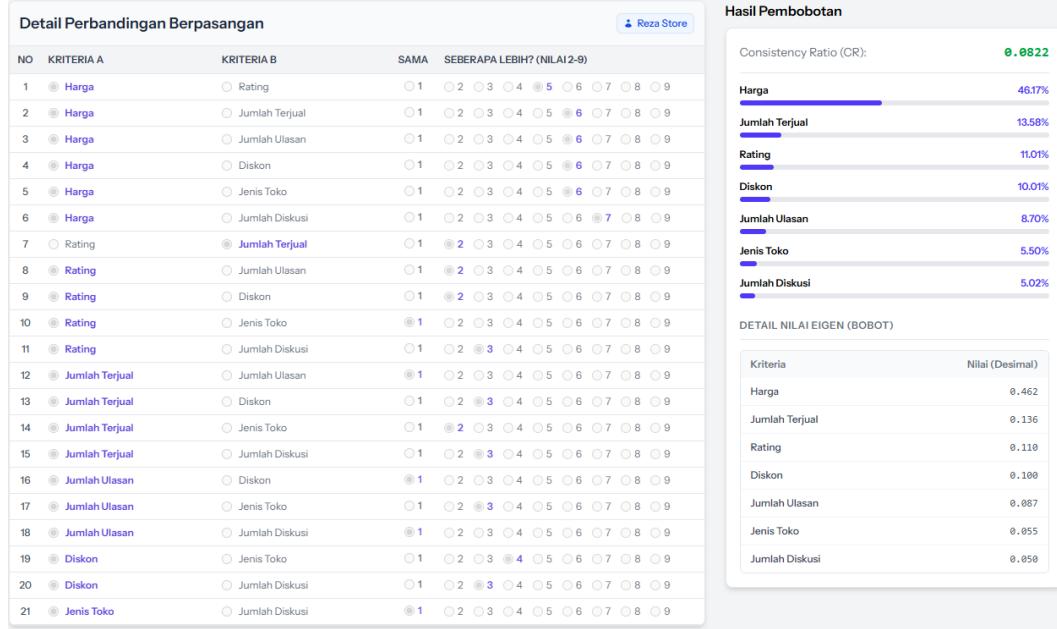
Preferensi Pengguna Zeno Hosting



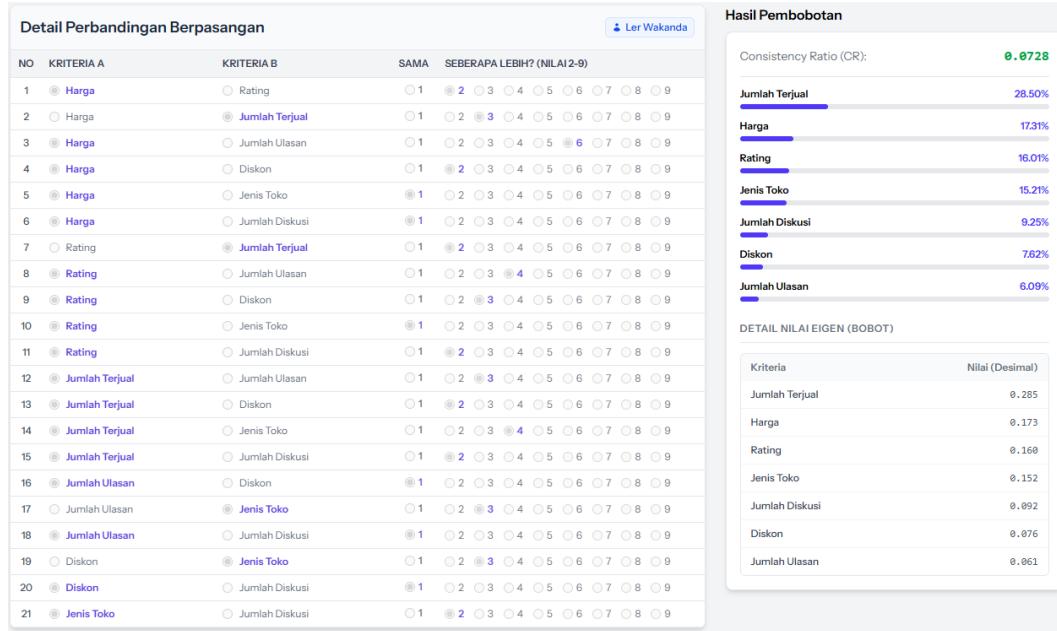
Preferensi Pengguna Zraxtur



Preferensi Pengguna Reza Store



Preferensi Pengguna Ler Wakanda



Preferensi Pengguna Elrumi19

