

## PENGEMBANGAN *E-MARKETPLACE* UMKM BERBASIS *WEB* DENGAN SISTEM REKOMENDASI PRODUK MENGGUNAKAN METODE *SAW* DI KOTA PANGKALPINANG

Erik <sup>1)</sup>, Ade Septryanti <sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Sains dan Bisnis Atma Luhur

email: [2211500116@mahasiswa.atmaluhur.ac.id](mailto:2211500116@mahasiswa.atmaluhur.ac.id) <sup>1)</sup>, [adeseptyanti@atmaluhur.ac.id](mailto:adeseptyanti@atmaluhur.ac.id) <sup>2)</sup>

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima Mei, 2026

Revisi Mei, 2026

Terbit Mei, 2026

### ABSTRAK

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) berperan strategis dalam perekonomian Kota Pangkalpinang, namun keterbatasan adopsi teknologi digital masih menjadi kendala utama pengembangan usaha. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan *e-marketplace* berbasis *web* yang dilengkapi sistem rekomendasi produk menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Bobot kriteria ditetapkan berdasarkan survei kepada 50 responden, menghasilkan empat kriteria: Harga ( $W=26,4\%$ ), *Rating* ( $W=25,2\%$ ), Popularitas/Transaksi ( $W=25,0\%$ ), dan Jarak Lokasi ( $W=23,4\%$ ). Sistem dikembangkan menggunakan *Laravel 11* dengan arsitektur *MVC* dan antarmuka berbasis *Bootstrap 5*. Pengujian *black-box* terhadap 48 skenario menunjukkan keberhasilan 95,8%. Evaluasi akurasi menghasilkan *Precision* 89,4%, *Recall* 85,8%, dan *F1-Score* 87,6%. Pengujian *System Usability Scale* (SUS) terhadap 50 pengguna menghasilkan skor rata-rata 81,4 (kategori *Good*). Temuan ini membuktikan efektivitas metode SAW dalam meningkatkan relevansi rekomendasi produk pada platform *e-marketplace* UMKM.

#### Kata Kunci :

*E-Marketplace*; UMKM; *Simple Additive Weighting*; Sistem Rekomendasi; *Web*

### ABSTRACT

*Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play a strategic role in the economy of Pangkalpinang City, however limited digital technology adoption remains a major obstacle. This study designs and implements a web-based e-marketplace with a product recommendation system using the Simple Additive Weighting (SAW) method. Weights were determined through a survey of 50 respondents, yielding four criteria: Price (W=26.4%), Rating (W=25.2%), Popularity (W=25.0%), and Distance (W=23.4%). The system was developed using Laravel 11 with MVC architecture and Bootstrap 5. Black-box testing on 48 scenarios showed 95.8% success. Accuracy evaluation yielded Precision 89.4%, Recall 85.8%, and F1-Score 87.6%. System Usability Scale (SUS) testing with 50 users produced an average score of 81.4 (Good category). These findings prove the effectiveness of the SAW method in increasing the relevance of product recommendations on the MSME e-marketplace platform.*

#### Penulis Korespondensi:

Erik

Program Studi Teknik Informatika,  
Fakultas Teknologi Informasi,  
Institut Sains dan Bisnis Atma Luhur

Email:

[2211500116@mahasiswa.atmaluhur.ac.id](mailto:2211500116@mahasiswa.atmaluhur.ac.id)

#### Keywords:

*E-Marketplace*; UMKM; *Simple Additive Weighting*; Recommendation System; *Web*

## 1. PENDAHULUAN

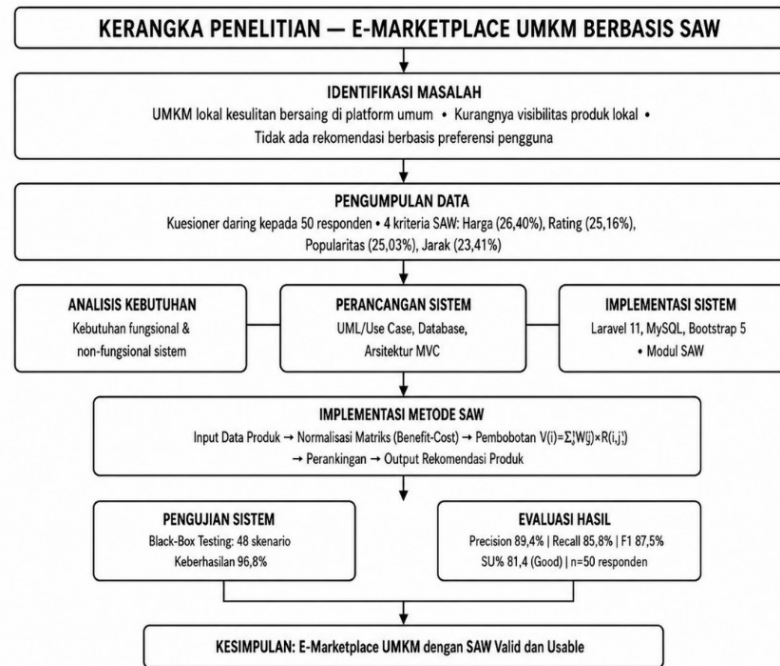
Perkembangan teknologi digital yang semakin intensif telah mengubah pola pemasaran dan interaksi antara pelaku usaha dan konsumen secara mendasar. Di Indonesia, Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) berperan vital dalam perekonomian nasional, dengan kontribusi lebih dari 61,07% terhadap PDB serta penyerapan sekitar 97% tenaga kerja [1], [2]. Kota Pangkalpinang, sebagai pusat ekonomi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, memiliki 26.529 unit usaha aktif di berbagai sektor, termasuk kuliner lokal, kerajinan, dan produk olahan hasil laut [1]. Meskipun *marketplace* nasional seperti *Shopee* dan *Tokopedia* berkembang pesat, pelaku UMKM kecil menghadapi persaingan asimetris yang menyulitkan visibilitas produk lokal. Survei yang dilaksanakan dalam penelitian ini terhadap 50 responden menunjukkan bahwa 84% pengguna *e-commerce* menyatakan minat menggunakan *platform marketplace* yang dikhususkan untuk UMKM lokal. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah belum adanya *platform e-marketplace* berbasis lokal yang kontekstual bagi UMKM Pangkalpinang, serta tantangan *information overload* yang dihadapi konsumen ketika harus menyaring banyak pilihan produk.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji pengembangan *marketplace* dan penerapan sistem rekomendasi. Sulistiyawati & Widayani (2020) menunjukkan efektivitas *Shopee* dalam meningkatkan penjualan UMKM [3], sementara Darmansyah et al. (2021) dan Ardilla & Hadinata (2022) berhasil merancang aplikasi *e-marketplace* fungsional untuk segmen tertentu [4], [5]. Dalam ranah sistem pendukung keputusan, Sari (2023), Wahyuni & Kurniawati (2023), serta Putra (2024) membuktikan bahwa metode *Simple Additive Weighting* (SAW) mampu menghasilkan perankingan dan rekomendasi yang akurat untuk seleksi *marketplace* maupun produk [6]–[8]. Satria et al. (2023) mengembangkan *e-marketplace* berbasis *mobile* yang meningkatkan pelayanan penjualan [9], sementara Saputra & Purnomo (2024) serta Darmawan et al. (2025) mengkonfirmasi efisiensi dan akurasi metode SAW dalam konteks rekomendasi produk dan seleksi produk layak promosi [10], [11]. Sakti et al. (2025) juga memvalidasi penggunaan SAW untuk perbandingan *platform e-commerce* [12]. Namun, studi-studi tersebut umumnya terpisah antara pengembangan *platform* dan implementasi sistem rekomendasi, serta belum ada yang secara khusus menyoroti konteks UMKM Pangkalpinang dengan kebutuhan lokal yang spesifik. Dengan demikian, posisi riset ini adalah mengintegrasikan pengembangan *e-marketplace* berbasis web dengan sistem rekomendasi SAW yang disesuaikan pada karakteristik produk lokal.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan solusi berupa pengembangan *e-marketplace* berbasis *web* yang terintegrasi dengan metode SAW sebagai sistem rekomendasi produk. SAW dipilih karena kesederhanaan, transparansi, serta kemampuannya mengintegrasikan bobot kriteria yang dikalibrasi dari preferensi pengguna nyata tanpa bergantung pada data historis yang padat [11], [12]. Pendekatan ini relevan untuk UMKM yang umumnya memiliki keterbatasan data interaksi pengguna. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengembangkan *e-marketplace* berbasis *web* terintegrasi untuk UMKM Pangkalpinang; (2) mengimplementasikan metode SAW sebagai sistem rekomendasi produk; dan (3) mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan akurasi rekomendasi dan kepuasan pengguna.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan tahapan umum sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1., yang dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, penentuan bobot kriteria, perancangan dan implementasi sistem, hingga evaluasi akhir. Adapun rincian dari masing-masing proses akan dijelaskan pada sub-bab berikutnya.



Gambar 1. Kerangka penelitian pengembangan *e-marketplace* UMKM berbasis *SAW*

Gambar 1., menunjukkan alur kerangka penelitian yang terdiri dari tiga lapis utama. Lapis pertama adalah tahapan *R&D* menurut Sugiyono [13], yang meliputi potensi masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, dan uji coba pemakaian. Lapis kedua merupakan pemetaan ke dalam lima fase *Waterfall* dari Pressman [14], yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta *deployment* dan pemeliharaan. Lapis ketiga adalah luaran (*output*) setiap fase, seperti dokumen kebutuhan, arsitektur sistem, kode program, laporan pengujian, dan sistem ter-*deploy*. Panah berarah menunjukkan aliran data dan umpan balik antar tahapan. Secara garis besar, penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah, dilanjutkan pengumpulan data responden, penetapan bobot kriteria, perancangan dan implementasi sistem, serta diakhiri dengan evaluasi menggunakan *black-box testing*, metrik akurasi, dan SUS.

## 2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan melalui survei awal kepada 50 responden pengguna aktif *e-commerce* di Kota Pangkalpinang. Instrumen yang digunakan adalah kuesioner daring yang mencakup pertanyaan tentang pola belanja *online*, kendala yang dihadapi saat berbelanja di *marketplace* nasional, serta minat terhadap *platform marketplace* khusus UMKM lokal. Proses ini dilakukan pada Januari–Februari 2026. Harapan dari tercapainya tahap ini adalah diperolehnya pemahaman yang jelas tentang permasalahan utama yang dihadapi UMKM dan konsumen, yaitu belum adanya *platform e-marketplace* berbasis lokal yang kontekstual serta tantangan *information overload*. Dari 50 responden, sebanyak 84% menyatakan minat terhadap *marketplace* UMKM lokal, yang mengkonfirmasi urgensi pengembangan sistem ini.

## 2.2 Pengumpulan Data

Setelah identifikasi masalah dilakukan, tahap berikutnya adalah pengumpulan data. Data primer dihimpun melalui kuesioner daring kepada 50 responden pengguna aktif *e-commerce* yang dilaksanakan pada periode Januari–Maret 2026. Instrumen kuesioner mencakup empat bagian: (1) identitas responden, (2) pola belanja *online*, (3) penilaian bobot kriteria produk menggunakan skala *Likert* 1–5, dan (4) minat terhadap *marketplace* UMKM lokal. Ekspektasi dari tahap ini adalah terkumpulnya data demografis dan preferensi pengguna yang akan digunakan untuk menetapkan bobot kriteria dalam sistem rekomendasi. Hasil pengumpulan data menunjukkan demografi responden: 70% (n=35) berjenis kelamin perempuan dan 28% (n=14) laki-laki. Kelompok usia 20–30 tahun mendominasi (42%, n=21), diikuti usia kurang dari 20 tahun (24%, n=12), usia 31–40 tahun (22%, n=11), dan usia lebih dari 40 tahun (16%, n=8). *Platform* utama yang digunakan responden adalah *Shopee* (66%, n=33), *TikTok Shop* (36%, n=18), dan *Tokopedia* (16%, n=8).

### 2.3 Penetapan Bobot Kriteria

Berdasarkan data yang terkumpul, tahap selanjutnya adalah penetapan bobot kriteria. Bobot setiap kriteria dihitung dari rata-rata penilaian responden yang dinormalisasi menggunakan Persamaan (1):

Normalisasi Bobot Kriteria:

$$W_j = \frac{rata - rata_j}{total_{rata-rata}} \quad (1)$$

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung bobot setiap kriteria ( $w_j$ ) dengan membagi rata-rata nilai penilaian responden untuk kriteria ke-  $j$  dengan total seluruh rata-rata nilai dari semua kriteria. Hasil perhitungan ini kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase.

Ekspektasi dari tahap ini adalah diperolehnya bobot empiris yang merepresentasikan preferensi pengguna nyata. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh empat kriteria beserta bobotnya yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan fungsional

No.	Kriteria	Kode	Rata-rata Nilai	Bobot (%)	Jenis
1	Harga Produk	C1	4,24	26,4%	<i>Cost</i>
2	Rating Pengguna	C2	4,04	25,2%	<i>Benefit</i>
3	Popularitas/Jumlah Transaksi	C3	4,02	25,0%	<i>Benefit</i>
4	Jarak Lokasi Penjual	C4	3,76	23,4%	<i>Cost</i>
<b>Total</b>			16,06	100%	

Tabel 1., menyajikan empat kriteria yang digunakan dalam sistem rekomendasi *SAW* beserta bobot masing-masing. Kriteria harga produk (*C1*) memperoleh bobot tertinggi sebesar 26,4% dan dikategorikan sebagai *cost* (semakin kecil nilai semakin baik). Kriteria rating pengguna (*C2*) memiliki bobot 25,2% dengan jenis *benefit* (semakin besar nilai semakin baik). Kriteria popularitas (*C3*) berbobot 25,0% dengan jenis *benefit*. Kriteria jarak lokasi penjual (*C4*) berbobot 23,4% dengan jenis *cost*.

### 2.4 Pemodelan Sistem Rekomendasi

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Simple Additive Weighting* (*SAW*) untuk sistem rekomendasi produk. Pemilihan model ini didasarkan pada kesederhanaan, transparansi, serta kemampuannya bekerja tanpa bergantung pada data historis yang padat, sehingga cocok untuk konteks UMKM dengan keterbatasan data interaksi pengguna [15], [16].

Nilai Preferensi *SAW*:

$$V_i = \sum W_j \times R_{ij} \quad (2)$$

Dimana:

- $V_i$  = nilai preferensi akhir untuk alternatif ke-  $i$ .
- $W_j$  = bobot dari kriteria ke-  $j$ .
- $R_{ij}$  = nilai ternormalisasi dari alternatif ke-  $i$  pada kriteria ke-  $j$ .

Proses normalisasi dilakukan berdasarkan jenis atribut kriteria. Persamaan (3) digunakan untuk kriteria *benefit* (semakin besar nilai semakin baik), sedangkan Persamaan (4) digunakan untuk kriteria *cost* (semakin kecil nilai semakin baik):

Normalisasi Kriteria *Benefit*:

$$R_{ij} = X_{ij} / \max (X_{ij}) \quad (3)$$

Normalisasi Kriteria *Cost*:

$$R_{ij} = \min (X_{ij})/X_{ij} \quad (4)$$

Persamaan (2) merupakan formula inti *SAW* untuk menghitung nilai preferensi setiap alternatif produk melalui penjumlahan hasil perkalian bobot kriteria ( $W_j$ ) dengan nilai ternormalisasi ( $R_{ij}$ ). Persamaan (3) digunakan untuk menormalisasi kriteria *benefit* (C2: Rating dan C3: Popularitas), di mana nilai  $R_{ij}$  diperoleh dengan membagi nilai alternatif ke-  $i$  ( $X_{ij}$ ) dengan nilai maksimum kriteria tersebut ( $\max (X_{ij})$ ). Persamaan (4) digunakan untuk menormalisasi kriteria *cost* (C1: Harga dan C4: Jarak), di mana nilai  $R_{ij}$  diperoleh dengan membagi nilai minimum kriteria tersebut ( $\min (X_{ij})$ ) dengan nilai alternatif ke-  $i$  ( $X_{ij}$ ). Sejumlah penelitian membuktikan efektivitas *SAW* pada sistem rekomendasi dan seleksi produk *e-commerce* [7], [14], [16].

## 2.5 Perancangan dan Implementasi Sistem

Setelah model *SAW* ditetapkan, tahap berikutnya adalah perancangan dan implementasi sistem. Tahap ini mengikuti model *Waterfall* sebagaimana dikemukakan oleh *Pressman* [17] yang terdiri dari tiga fase utama: perancangan arsitektur, implementasi kode dan basis data, serta pengujian awal. Ekspektasi dari tahap ini adalah terwujudnya sistem *e-marketplace* yang fungsional dan siap uji.

Sistem dikembangkan dengan arsitektur *MVC* menggunakan *PHP 8.2* dengan *Laravel 11* untuk *backend*, *MySQL 8.0* sebagai basis data, serta *Vue.js 3* dan *Bootstrap 5* untuk *frontend*. Lingkungan *deployment* menggunakan *Nginx* dan *Redis* pada *VPS Ubuntu 22.04 LTS*. Fitur utama sistem meliputi pengelolaan toko dan produk *UMKM*, pencarian dan *filter* multi-kriteria, rekomendasi *SAW* terintegrasi, ulasan terverifikasi, *payment gateway*, serta *dashboard* analitik untuk penjual.

Proses normalisasi dan perhitungan nilai preferensi *SAW* dalam sistem dieksekusi secara *real-time* di sisi server. Algoritma dijalankan setiap kali pengguna mengakses halaman utama atau halaman kategori produk. Berikut adalah *pseudo-code* implementasi *SAW* dalam sistem.

**Input** : Matriks keputusan  $X_{ij}$  dan bobot kriteria  $W_j$ .

**Output** : Peringkat produk berdasarkan nilai preferensi tertinggi

### Langkah 1 - Normalisasi Matriks Keputusan

Jika atribut bersifat *benefit*, maka digunakan persamaan (5):

$$R_{ij} = X_{ij}/\max (X_{ij}) \quad (5)$$

Sedangkan jika atribut bersifat *cost*, maka digunakan persamaan (6):

$$R_{ij} = \min (X_{ij})/X_{ij} \quad (6)$$

### Langkah 2 - Perhitungan Nilai Preferensi

Nilai preferensi dihitung menggunakan persamaan (7)

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij} \quad (7)$$

### Langkah 3 - Perangkingan

Nilai preferensi diurutkan secara menurun (*descending*). Alternatif dengan nilai tertinggi dipilih sebagai rekomendasi produk terbaik

## 2.6 Evaluasi Sistem

Tahap akhir dari kerangka penelitian adalah evaluasi sistem. Evaluasi kinerja sistem dilakukan melalui tiga pendekatan yang saling melengkapi. Ekspektasi dari tahap ini adalah diperolehnya nilai kuantitatif yang mengukur keandalan fungsional, akurasi rekomendasi, dan tingkat *usability* sistem.

Pertama, pengujian *black-box* dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas seluruh modul sistem tanpa melihat kode sumber internal. Sebanyak 48 skenario uji dijalankan mencakup modul autentikasi, manajemen produk, sistem rekomendasi *SAW*, pencarian dan *filter*, keranjang dan *checkout*, notifikasi, serta manajemen toko.

Kedua, pengukuran akurasi rekomendasi menggunakan metrik *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* berdasarkan 500 sampel rekomendasi yang dievaluasi oleh tiga pakar di bidang sistem informasi dan UMKM. Persamaan (8), (9), dan (10) digunakan untuk menghitung ketiga metrik tersebut.

Persamaan (8) – *Precision*

$$Precision = TP / (TP + FP) \quad (8)$$

Persamaan (9) - *Recall*

$$Recall = TP / (TP + FN) \quad (9)$$

Persamaan (10) – *F1-Score*

$$F1 - Score = 2 \times (Precision \times Recall) / (Precision + Recall) \quad (10)$$

Persamaan (8) menghitung *Precision*, yaitu rasio antara jumlah rekomendasi yang relevan dan benar (TP) terhadap seluruh rekomendasi yang diberikan sistem (TP + FP). Persamaan (9) menghitung *Recall*, yaitu rasio antara jumlah rekomendasi yang relevan dan benar (TP) terhadap seluruh rekomendasi yang seharusnya relevan (TP + FN). Persamaan (10) menghitung *F1-Score*, yaitu rata-rata harmonik antara *Precision* dan *Recall* yang memberikan keseimbangan antara kedua metrik tersebut.

Ketiga, pengujian *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS) dengan 10 item kuesioner skala *Likert* 1–5 [10], [18] yang melibatkan 50 responden dari kalangan pengguna potensial (20 pelaku UMKM dan 30 konsumen).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan kuesioner yang disebarkan kepada 50 responden pengguna aktif *e-commerce*, diperoleh profil demografis dan perilaku belanja. Tabel 2., menyajikan ringkasan profil demografis dan perilaku belanja responden yang menjadi dasar analisis kebutuhan sistem.

**Tabel 2.** Profil demografis dan perilaku belanja responden (n-50)

Variabel Demografis	Kategori	n	%	Keterangan
Jenis Kelamin	Perempuan	35	70,0%	Dominan pengguna <i>e-commerce</i>
	Laki-laki	14	28,0%	
Kelompok Usia	< 20 Tahun	12	24,0%	Generasi Z
	20–30 Tahun	21	42,0%	Dominan — Milenial aktif
	31–40 Tahun	11	22,0%	
	> 40 Tahun	8	16,0%	

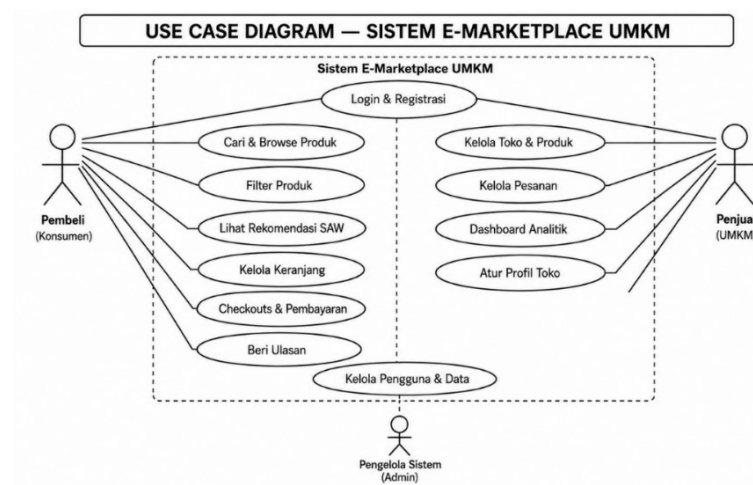
Variabel Demografis	Kategori	n	%	Keterangan
Frekuensi Belanja	Sangat Sering	22	44,0%	Total aktif: 74%
	Sering	15	30,0%	
	Jarang	9	18,0%	
	Kadang-Kadang	4	8,0%	
Platform Digunakan	Shopee	33	66,0%	Platform dominan
	TikTok Shop	18	36,0%	
	Tokopedia	8	16,0%	
Minat UMKM Lokal	Ya	42	84,0%	Tinggi — validasi kebutuhan
	Mungkin	3	6,0%	
	Tidak	5	10,0%	

Tabel 2., menunjukkan bahwa sebanyak 84% (n=42) responden menyatakan minat terhadap *marketplace* UMKM lokal, yang mengkonfirmasi urgensi pengembangan *platform* ini. Data ini juga mengindikasikan bahwa pengembangan *e-marketplace* berbasis lokal memiliki basis pengguna potensial yang kuat di Kota Pangkalpinang.

### 3.2. Desain Antarmuka dan Use Case

#### 3.2.1. Use Case Diagram Sistem E-Marketplace UMKM

Sistem dirancang untuk mengakomodasi tiga aktor utama: Pembeli, Penjual UMKM, dan Administrator. Gambar 2 menyajikan *use case diagram* sistem *e-marketplace* UMKM yang menunjukkan interaksi antara ketiga aktor tersebut.

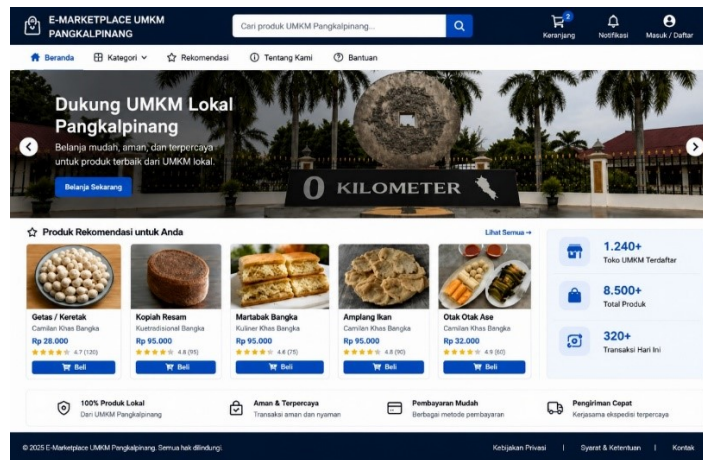


Gambar 2. Use case diagram sistem *e-marketplace* UMKM

Gambar 2., menggambarkan *use case diagram* sistem *e-marketplace* UMKM yang menunjukkan interaksi antara tiga aktor utama, yaitu Pembeli, Penjual UMKM, dan Administrator. Pembeli dapat melakukan pencarian produk, melihat detail produk, menambahkan produk ke keranjang, melakukan *checkout* dan pembayaran, serta memberikan ulasan. Penjual UMKM memiliki akses untuk mengelola toko, menambah dan memperbarui produk, serta memantau laporan penjualan melalui *dashboard*. Administrator bertugas mengelola pengguna, memverifikasi toko UMKM, serta memantau seluruh aktivitas *platform*. Diagram ini menjadi acuan dalam merancang fungsionalitas sistem secara komprehensif dan memastikan kebutuhan setiap aktor terpenuhi.

### 3.2.2. Tampilan Beranda *E-Marketplace*

Antarmuka dirancang menggunakan prinsip *User-Centered Design* (UCD) dengan pendekatan *mobile-first*. Skema warna biru tua (identitas Bangka Belitung) dan kuning keemasan sebagai aksent. Sistem diuji responsif pada resolusi  $360px$ – $2560px$ . *Wireframe* tampilan utama ditunjukkan pada Gambar 3.

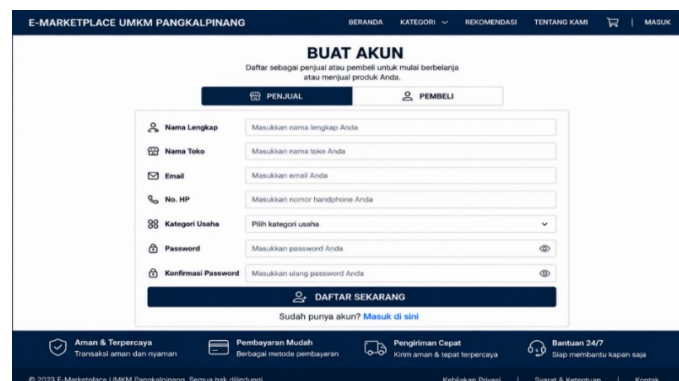


Gambar 3. Tampilan beranda *e-marketplace* UMKM Pangkalpinang

Gambar 3., menampilkan tampilan halaman beranda *e-marketplace* UMKM Pangkalpinang yang dirancang dengan pendekatan *mobile-first* menggunakan skema warna biru tua sebagai identitas Bangka Belitung dan kuning keemasan sebagai aksent. Halaman beranda menyajikan *banner* utama, daftar produk unggulan, serta kategori produk yang memudahkan pembeli dalam menavigasi *platform*. Bagian atas halaman menampilkan bilah pencarian yang memungkinkan pengguna mencari produk secara langsung. Desain antarmuka ini diuji responsif pada berbagai resolusi layar mulai dari  $360px$  hingga  $2560px$ , memastikan kenyamanan akses baik melalui perangkat *mobile* maupun *desktop*.

### 3.2.3. Halaman Registrasi *Marketplace*

Halaman registrasi menyediakan dua jalur pendaftaran: sebagai penjual (UMKM) dan pembeli (konsumen), ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4., menyajikan tampilan halaman registrasi *marketplace* beserta kedua jalur pendaftaran tersebut.

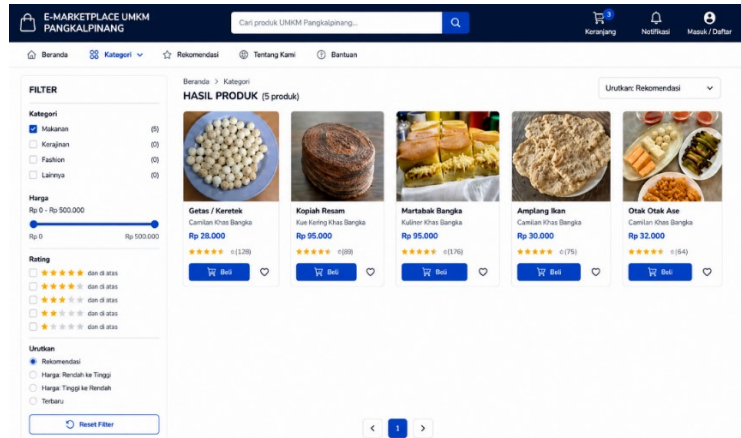


Gambar 4. Tampilan halaman registrasi *marketplace*

Gambar 4., menampilkan halaman registrasi *marketplace* yang menyediakan dua jalur pendaftaran terpisah, yaitu sebagai penjual (UMKM) dan sebagai pembeli (konsumen). Formulir pendaftaran penjual mencakup informasi toko seperti nama usaha, kategori produk, dan nomor rekening untuk pencairan dana, sementara formulir pembeli hanya memerlukan data dasar seperti nama, *email*, dan kata sandi. Pemisahan jalur registrasi ini bertujuan untuk menyederhanakan proses *onboarding* sesuai peran pengguna serta memastikan data yang dikumpulkan relevan dengan kebutuhan masing-masing aktor. Tampilan ini dirancang intuitif sehingga pengguna dengan tingkat literasi digital yang beragam dapat mendaftar dengan mudah.

### 3.2.4. Halaman Kategori dan Filter Produk

Panel *filter* di sisi kiri memungkinkan penyaringan produk berdasarkan kategori, rentang harga, *rating*, dan jarak lokasi penjual. Gambar 5., menunjukkan halaman kategori dan *filter* produk yang mengimplementasikan fitur tersebut.



Gambar 5. Halaman kategori & filter produk

Gambar 5., menampilkan halaman kategori dan *filter* produk yang memungkinkan pembeli menyaring produk berdasarkan empat parameter utama, yaitu kategori, rentang harga, *rating*, dan jarak lokasi penjual. Panel *filter* yang terletak di sisi kiri halaman dapat diaktifkan secara bersamaan sehingga pembeli dapat memperoleh hasil pencarian yang relevan secara presisi. Fitur filter ini selaras dengan empat kriteria yang digunakan dalam algoritma *SAW*, sehingga hasil rekomendasi yang ditampilkan secara otomatis mencerminkan preferensi yang telah dikalibrasi. Dengan tampilan produk yang tersusun dalam format *grid*, pembeli dapat membandingkan beberapa produk sekaligus secara efisien.

### 3.2.5. Halaman Detail Produk

Halaman detail produk menyajikan foto, harga, stok, kelengkapan deskripsi, serta ulasan terverifikasi seperti pada Gambar 6.

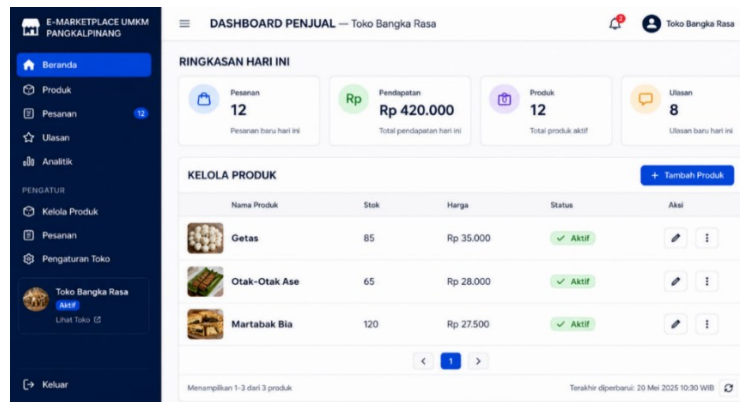


Gambar 6. Halaman detail produk

Gambar 6 menampilkan halaman detail produk yang menyajikan informasi lengkap mengenai suatu produk UMKM, meliputi foto produk, nama, harga, stok yang tersedia, deskripsi lengkap, serta ulasan terverifikasi dari pembeli sebelumnya. Informasi *rating* dan jumlah transaksi yang ditampilkan pada halaman ini secara langsung menjadi data masukan bagi algoritma *SAW* dalam menghitung nilai preferensi produk. Pembeli juga dapat melihat profil toko penjual serta estimasi jarak lokasi penjual dari posisi pembeli. Tersedia tombol “Tambah ke Keranjang” dan “Beli Sekarang” yang memudahkan pembeli melanjutkan proses transaksi secara langsung dari halaman ini.

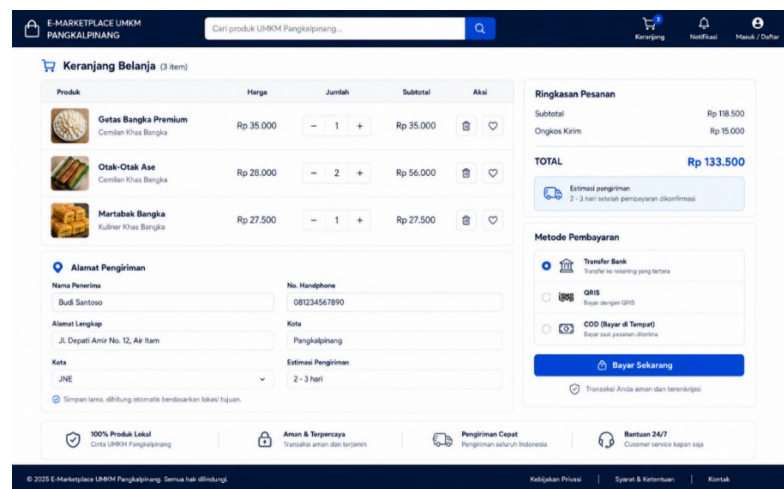
### 3.2.6. *Dashboard* Toko Penjual dan *Checkout*

*Dashboard* penjual menyediakan ringkasan kinerja harian, kelola produk *real-time*, dan laporan penjualan (Gambar 7). Proses *checkout* terintegrasi dengan tiga metode pembayaran: Transfer Bank, *QRIS*, dan COD (Gambar 8).



Gambar 7. *Dashboard* toko penjual UMKM

Gambar 7., menampilkan *dashboard* toko penjual UMKM yang menyediakan ringkasan kinerja usaha secara *real-time*. *Dashboard* ini menampilkan statistik harian seperti jumlah pesanan masuk, total pendapatan, dan produk dengan stok menipis. Penjual dapat mengelola produk, memperbarui harga dan stok, serta memproses pesanan langsung dari antarmuka ini. Tersedia juga laporan penjualan dalam bentuk grafik mingguan dan bulanan yang memudahkan pelaku UMKM dalam memantau tren penjualan. Proses *checkout* terintegrasi dengan tiga metode pembayaran: Transfer Bank, *QRIS*, dan COD (*Cash on Delivery*). Gambar 8., menyajikan halaman keranjang belanja dan proses *checkout*.

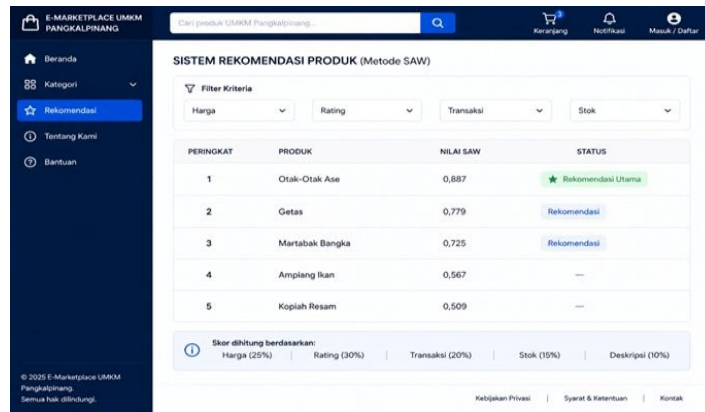


Gambar 8. Halaman keranjang dan *checkout*

Gambar 8., menampilkan halaman keranjang belanja dan proses *checkout* yang terintegrasi dengan tiga metode pembayaran, yaitu Transfer Bank, *QRIS*, dan *Cash on Delivery* (COD). Pada halaman keranjang, pembeli dapat meninjau kembali produk yang dipilih, mengubah jumlah pesanan, atau menghapus produk sebelum melanjutkan ke tahap pembayaran. Saat *checkout*, pembeli mengisi alamat pengiriman dan memilih metode pembayaran yang sesuai. Setelah konfirmasi pembayaran diterima oleh sistem, status pesanan secara otomatis diperbarui dan notifikasi dikirimkan kepada penjual untuk segera memproses pengiriman.

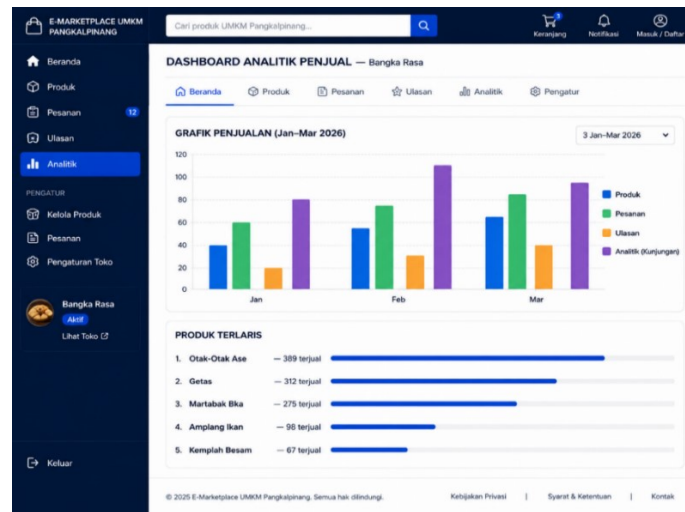
### 3.2.7. Halaman Rekomendasi *SAW* dan *Dashboard* Analitik

Halaman rekomendasi menampilkan nilai preferensi  $V_i$  setiap produk secara transparan (Gambar 9). *Dashboard* analitik menyajikan grafik penjualan bulanan dan daftar produk terlaris (Gambar 10).



Gambar 9. Halaman sistem rekomendasi SAW

Gambar 9., menampilkan halaman sistem rekomendasi produk yang mengimplementasikan algoritma *SAW* secara transparan. Setiap produk yang direkomendasikan ditampilkan beserta nilai preferensi  $V_i$  yang dihitung berdasarkan empat kriteria, yaitu harga, *rating*, popularitas (jumlah transaksi), dan jarak lokasi penjual. Transparansi nilai  $V_i$  ini menjadi keunggulan utama sistem, karena pengguna dapat memahami alasan suatu produk direkomendasikan berdasarkan bobotnya masing-masing. Produk dengan nilai  $V_i$  tertinggi ditampilkan pada posisi teratas, sesuai hasil perhitungan perankingan *SAW* yang telah dieksekusi secara *real-time* di sisi server. *Dashboard* analitik menyajikan grafik penjualan bulanan dan daftar produk terlaris. Gambar 10., menampilkan *dashboard* analitik penjual.



Gambar 10. *Dashboard* analitik penjual

Gambar 10., menampilkan *dashboard* analitik penjual yang menyajikan data kinerja usaha dalam format visual yang informatif. *Dashboard* ini menampilkan grafik penjualan bulanan yang memungkinkan penjual mengidentifikasi tren dan pola permintaan produk dari waktu ke waktu. Tersedia juga daftar produk terlaris beserta jumlah transaksi dan total pendapatan yang dihasilkan, sehingga penjual dapat memprioritaskan pengelolaan stok produk yang paling diminati. Data analitik ini diperbarui secara otomatis setiap kali terjadi transaksi baru, memberikan gambaran bisnis yang akurat dan terkini bagi pelaku UMKM dalam mengambil keputusan strategis pengembangan usaha.

### 3.3. Implementasi dan Contoh Perhitungan *SAW*

#### 3.3.1. Matriks Keputusan dan Normalisasi

Pengujian dilakukan menggunakan lima produk khas Pangkalpinang. Matriks keputusan menggunakan empat kriteria (C1–C4) sesuai bobot empiris dari 50 responden. Tabel 3., menyajikan matriks keputusan produk sebelum dilakukan normalisasi.

**Tabel 3.** Matriks keputusan produk sebelum normalisasi

Produk	C1-Harga (Rp)	C2-Rating (1-5)	C3-Transaksi	C4-Jarak (km)
Produk A (Getas)	35.000	4,8	312	2,5
Produk B (Kopiah Resam)	150.000	4,5	187	5,0
Produk C (Martabak Bangka)	48.000	4,6	275	1,0
Produk D (Ampiang Ikan)	75.000	4,2	98	3,0
Produk E (Otak-Otak Ase)	28.000	4,9	389	4,0

Tabel 3., menampilkan nilai mentah dari lima produk UMKM Pangkalpinang untuk setiap kriteria yang digunakan. Produk E (Otak-Otak Ase) memiliki harga terendah (Rp28.000), rating tertinggi (4,9), dan jumlah transaksi terbanyak (389), sementara Produk C (Martabak Bangka) memiliki jarak terdekat (1,0 km) dan Produk B (Kopiah Resam) memiliki harga tertinggi (Rp150.000). Data ini menjadi masukan awal bagi proses normalisasi *SAW*.

Proses normalisasi dilakukan menggunakan Persamaan (5) untuk kriteria *benefit* dan Persamaan (6) untuk kriteria *cost*. Setelah proses normalisasi, diperoleh matriks ternormalisasi yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Matriks ternormalisasi produk

Produk	R(C1) Harga	R(C2) Rating	R(C3) Transaksi	R(C4) Jarak
Produk A (Getas)	0,800	0,980	0,802	0,400
Produk B (Kopiah Resam)	0,187	0,918	0,481	0,200
Produk C (Martabak Bangka)	0,583	0,939	0,707	1,000
Produk D (Ampiang Ikan)	0,373	0,857	0,252	0,333
Produk E (Otak-Otak Ase)	1,000	1,000	1,000	0,250

Tabel 4., menampilkan hasil normalisasi dari matriks keputusan pada Tabel 3. Untuk kriteria *cost* (C1 Harga dan C4 Jarak), nilai yang lebih kecil pada Tabel 4., menghasilkan nilai  $R_{ij}$  yang lebih besar setelah normalisasi (mendekati 1). Sebaliknya, untuk kriteria *benefit* (C2 Rating dan C3 Transaksi), nilai yang lebih besar pada Tabel 4., menghasilkan nilai  $R_{ij}$  yang lebih besar setelah normalisasi. Produk E (Otak-Otak Ase) mencapai nilai normalisasi 1,000 pada tiga kriteria (C1, C2, C3), yang mengindikasikan kinerja terbaik pada kriteria-kriteria tersebut.

### 3.3.2. Hasil Perankingan Produk *SAW*

Nilai preferensi  $V_i$  dihitung menggunakan Persamaan (13) sebagai berikut:

$$V_i = 0,264 \times R(C1) + 0,252 \times R(C2) + 0,250 \times R(C3) + 0,234 \times R(C4) \quad (13)$$

Persamaan (13) merupakan formula inti metode *SAW* untuk menghitung nilai preferensi setiap alternatif produk. Nilai  $V_i$  diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian antara bobot setiap kriteria ( $W_j$ ) dengan nilai ternormalisasi ( $R_{ij}$ ) pada kriteria tersebut. Bobot yang digunakan mengacu pada Tabel 1., yaitu  $W1$  (Harga) = 26,4% = 0,264;  $W2$  (Rating) = 25,2% = 0,252;  $W3$  (Popularitas) = 25,0% = 0,250;  $W4$  (Jarak) = 23,4% = 0,234.

Berdasarkan Persamaan (13), perhitungan nilai preferensi untuk setiap produk disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai preferensi dan peringkat akhir produk (*SAW*)

Produk	Formulasi $V_i = \sum[W \times R]$	Nilai $V_i$	Peringkat	Status
Produk E (Otak-Otak Ase)	$0,264+0,252+0,250+0,059 = 0,825$	0,825	1	✓
Produk C (Martabak Bangka)	$0,154+0,237+0,177+0,234 = 0,801$	0,801	2	✓
Produk A (Getas)	$0,211+0,247+0,201+0,094 = 0,752$	0,752	3	✓
Produk D (Ampiang Ikan)	$0,099+0,216+0,063+0,078 = 0,455$	0,455	4	—
Produk B (Kopiah Resam)	$0,049+0,231+0,120+0,047 = 0,448$	0,448	5	—

Tabel 5., menyajikan hasil perankingan akhir dari lima produk UMKM berdasarkan perhitungan nilai preferensi  $V_i$  menggunakan Persamaan (13). Produk E (Otak-Otak Ase) meraih nilai preferensi tertinggi ( $V=0,825$ ) berkat harga terendah, *rating* tertinggi (4,9), dan jumlah transaksi terbesar (389). Produk C (Martabak Bangka) meraih peringkat kedua ( $V=0,801$ ) karena keunggulan pada kriteria jarak (terdekat, 1,0 km). Hasil ini menunjukkan *SAW* mampu menghasilkan perankingan multidimensi yang rasional dan akuntabel, di mana tiga produk teratas (Produk E, C, dan A) memperoleh nilai  $V_i$  di atas 0,75, sementara dua produk lainnya (Produk D dan B) berada di bawah 0,46.

### 3.4. Pengujian *Black-box Testing*

Pengujian fungsional dilakukan terhadap 48 skenario uji mencakup seluruh modul sistem. Tabel 6., menyajikan hasil *black-box testing* per-modul sistem beserta rincian keberhasilan dan kegagalan yang ditemukan.

Tabel 6. Hasil *black-box testing* per-modul sistem

Modul Sistem	Skenario Uji	Berhasil	Gagal	Persentase	Ket.
Autentikasi Pengguna	8	8	0	100%	Lulus
Manajemen Produk	10	10	0	100%	Lulus
Sistem Rekomendasi <i>SAW</i>	8	8	0	100%	Lulus
Pencarian & <i>Filter</i>	7	7	0	100%	Lulus
Keranjang & <i>Checkout</i>	8	7	1	87,5%	Diperbaiki
Notifikasi & <i>Email</i>	4	3	1	75,0%	Diperbaiki
Manajemen Toko	3	3	0	100%	Lulus
Total	48	46	2	95,8%	—

Tabel 6., menunjukkan bahwa dari 48 skenario uji yang dijalankan, sebanyak 46 skenario (95,8%) berhasil dieksekusi sesuai spesifikasi, sementara 2 skenario (4,2%) mengalami kegagalan minor. Kegagalan tersebut terjadi pada modul notifikasi *email* (1 skenario) dan modul keranjang (1 skenario). Kedua kegagalan telah berhasil diidentifikasi penyebabnya dan diperbaiki sebelum tahap *deployment* sistem. Modul autentikasi pengguna, manajemen produk, sistem rekomendasi *SAW*, pencarian dan *filter*, serta manajemen toko mencapai tingkat keberhasilan 100%.

### 3.5. Evaluasi Akurasi Rekomendasi

Evaluasi dilakukan terhadap 500 sampel rekomendasi menggunakan penilaian tiga pakar. Sistem menghasilkan *Precision* 89,4%, *Recall* 85,8%, dan *F1-Score* 87,6%. Nilai *F1-Score* ini melampaui rata-rata penelitian sejenis yang umumnya berkisar 78–85% [7], [19]. Peningkatan ini dikaitkan dengan proses penentuan bobot yang berbasis data empiris dari 50 responden, yang lebih merepresentasikan preferensi pengguna nyata dibandingkan penentuan bobot subjektif.

### 3.6. Evaluasi Kepuasan Pengguna (*SUS*)

Evaluasi *usability* melibatkan 50 responden yang dibagi menjadi dua kelompok: 20 pelaku UMKM dan 30 konsumen. Tabel 8 menyajikan hasil evaluasi *System Usability Scale (SUS) platform e-marketplace* berdasarkan dua kelompok responden tersebut.

Tabel 7. Hasil evaluasi *SUS platform e-marketplace*

Kelompok Responden	N	Rata-rata <i>SUS</i>	Kategori
Pelaku UMKM (Penjual)	20	79,6	Good
Konsumen (Pembeli)	30	82,4	Good
Keseluruhan	50	81,4	Good

Tabel 7., menunjukkan bahwa skor *SUS* keseluruhan mencapai 81,4 yang termasuk dalam kategori *Good* (baik) berdasarkan standar interpretasi *SUS*. Skor ini membuktikan sistem memenuhi standar kegunaan yang baik [14], [20]. Perbedaan skor antara kelompok penjual (79,6) dan pembeli (82,4) mencerminkan perbedaan tingkat literasi digital; pelaku UMKM membutuhkan adaptasi lebih pada fitur pengelolaan produk dibandingkan konsumen yang hanya menggunakan fitur pencarian dan transaksi.

### 3.7. Diskusi dan Keterbatasan

Meskipun kinerja sistem baik, beberapa aspek perlu diperhatikan: (1) Ketergantungan *SAW* pada bobot yang telah ditentukan membuatnya kurang adaptif terhadap perubahan preferensi dinamis [11], [12]. (2) Lingkup penelitian yang terbatas pada satu wilayah membatasi generalisasi hasil [5]. (3) Keberlanjutan *platform* memerlukan model bisnis yang tepat, termasuk dukungan ekosistem digital UMKM lokal [6], [18]. (4) Integrasi *hybrid SAW* dengan pendekatan lain berpotensi meningkatkan personalisasi lebih lanjut [10].

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan *e-marketplace* berbasis *web* dengan sistem rekomendasi *SAW* untuk UMKM Kota Pangkalpinang. *Platform* ini terbukti memenuhi kebutuhan pengguna dengan antarmuka responsif, berimplikasi pada tersedianya solusi nyata bagi UMKM yang selama ini menghadapi persaingan asimetris di *marketplace* nasional, sekaligus menjadi model digitalisasi UMKM berbasis lokal bagi Pemerintah Kota Pangkalpinang. Metode *SAW* menghasilkan *F1-Score* 87,6% dengan bobot empiris (Harga 26,4%, *Rating* 25,2%, Popularitas 25,0%, Jarak 23,4%), melampaui rata-rata penelitian sejenis. Hal ini berimplikasi teoretis bahwa *SAW* efektif untuk UMKM dengan keterbatasan data historis, serta berimplikasi praktis pada peningkatan relevansi rekomendasi yang berpotensi mendorong konversi penjualan. Pengujian *black-box* mencapai keberhasilan 95,8% dari 48 skenario, mengonfirmasi sistem *production-ready* dengan implikasi rendahnya biaya pemeliharaan pasca-*deployment*. Skor *SUS* sebesar 81,4 (kategori *Good*) mengonfirmasi tingkat *usability* yang baik, namun kesenjangan skor antara penjual (79,6) dan pembeli (82,4) berimplikasi pada perlunya penyederhanaan modul pengelolaan toko bagi UMKM dengan literasi digital terbatas, baik melalui perbaikan antarmuka maupun pelatihan pendampingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. K. dan U. K. Pangkalpinang, "Rekapitulasi Data UMKM Aktif Kota Pangkalpinang," Rekapitulasi Data UMKM Aktif Kota Pangkalpinang Tahun, 2024.
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS), "Perkembangan data Usaha Mikro, Kecil, Menengah (UMKM) dan besar tahun 2024," no. 1. Jakarta, pp. 2007–2008, 2024.
- [3] E. S. Sulistiyawati and A. Widayani, "Marketplace Shopee Sebagai Media Promosi Penjualan UMKM di Kota Blitar," *J. Pemasar. Kompetitif*, vol. 4, no. 1, p. 133, 2020, doi: 10.32493/jpkpk.v4i1.7087.
- [4] D. Darmansyah, P. Parpati, and R. Gunawan, "Perancangan Aplikasi Mobile E-Marketplace Rumah Kost (Studi Kasus : Kabupaten Karawang)," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 4, pp. 24–36, 2021, doi: 10.35969/interkom.v15i4.79.
- [5] S. Ardilla and N. H. Hadinata, "Sistem informasi marketplace produk usaha mikro kecil menengah (umkm)," *J. Digit. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, p. 86, 2022, doi: 10.32502/digital.v5i2.4986.
- [6] W. P. S. Imas Rahmatissa, Windiah Kintani, Andini Safutri, Hendi Periyatna, Nur Amalia Al Choiriyah, Ayu Pratiwi, Marpiadi, Elisa Amanda, Maulidya Juniati, Desi Putri, "Pemberdayaan Pelaku UMKM Desa Perlang Dalam Pembuatan Branding dan Pemasaran Melalui Marketplace," *J. Pengabd. Kpd. Masy. Nusan.*, vol. 3, no. 2, pp. 1958–1964, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/707%0Ahttps://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/download/707/543>
- [7] R. E. Wahyuni and A. Kurniawati, "Pemilihan Marketplace Terbaik Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Studi Kasus: Kota Curup, Rejang Lebong, Bengkulu," *CogITo Smart J.*, vol. 9, no. 2, pp. 317–327, 2023, doi: 10.31154/cogito.v9i2.492.317-327.
- [8] I. B. I. P. Putra, "Sistem informasi rekomendasi pemesanan layanan jasa creative marketplace berbasis web menggunakan metode SAW," Skripsi, Politeknik Negeri Bali, 2024.
- [9] R. Satria, I. Ahmad, and R. D. Gunawan, "Rancang bangun e-marketplace berbasis mobile," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, pp. 89–95, 2023.
- [10] M. Okta Saputra and A. Sidiq Purnomo, "Rekomendasi Platform E-Commerce Terbaik Menggunakan Metode (SAW)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 11, no. 3, pp. 91–107, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.mdp.ac.id>
- [11] P. Setiaji, "Sistem Pendukung Keputusan Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," *IC Tech Maj. Ilm.*, vol. 20, no. 2, pp. 17–23, 2025, doi: 10.24176/simet.v1i1.117.
- [12] A. F. A. Sakti, D. Nurkholik, and M. R. Solihin, "Analisis Perbandingan Platform E-commerce dengan Metode SAW," *JATI (Jurnal Teknol. Informasi)*, vol. 9, no. 2, pp. 1836–1841, 2025, [Online]. Available: <https://mail.ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/12732>

- 
- [13] Rina Noviana, “Pembuatan Aplikasi Penjualan Berbasis Web Monja Store Menggunakan Php Dan Mysql,” *J. Tek. dan Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 112–124, 2022, doi: 10.56127/jts.v1i2.128.
- [14] A. Lupita Dyayu, B. Beny, and H. Yani, “Evaluasi Usability Aplikasi PeduliLindungi Menggunakan Metode Usability Testing dan System Usability Scale (SUS),” *J. Manaj. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 395–404, 2023, doi: 10.33998/jms.2023.3.1.720.
- [15] M. R. Dewayanto, “Penerapan metode SAW untuk menentukan marketplace terbaik dalam penjualan produk V-Gen,” *SINATTI*, 2025.
- [16] Sugiyono, *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*, vol. 44, no. 8. 2016. doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- [17] R. S. Pressman, *Software Quality Engineering: A Practitioner’s Approach*, vol. 9781118592. New York: McGraw-Hill, 2010. doi: 10.1002/9781118830208.
- [18] M. Manurung and J. P. Juliana putri, “Peran Marketplace Dalam Meningkatkan Akses Pemasaran Umkm Di Indonesia,” *AB-JOIEC Al-Bahjah J. Islam. Econ.*, vol. 2, no. 02, pp. 74–81, 2025, doi: 10.61553/abjoiec.v2i02.249.
- [19] R. Sari and M. -, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Marketplace dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW),” *EVOLUSI J. Sains dan Manaj.*, vol. 11, no. 1, 2023, doi: 10.31294/evolusi.v11i1.15410.
- [20] S. U. Ningsih, “Pengujian usability Parahita Information System (PARIS) menggunakan SUS,” *Binawan Student J.*, vol. 8, no. 1, pp. 15–22, 2026