



Segmentasi Permintaan Pelanggan Paket Dekorasi Wedding Menggunakan K-Means Berbasis Web

Customer Demand Segmentation for Wedding Decoration Packages Using Web-Based K-Means Clustering

Nuraina, Hadi Zakaria*

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹nurainirusdy4@gmail.com, ²*dosen00274@unpam.ac.id

Email Penulis Korespondensi: dosen00274@unpam.ac.id

Received: 02/09/2026, Revised: 15/09/2026, Accepted: 18/09/2026, Published: 06/10/2026

Abstrak—Penelitian ini bertujuan menganalisis segmentasi permintaan pelanggan pada paket dekorasi wedding menggunakan algoritma K-Means berbasis web pada PT. WPD. Permasalahan penelitian adalah pengolahan data historis pelanggan yang masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengelompokan. Data yang digunakan berupa 250 data historis pelanggan yang dipilih secara acak dari 500 data transaksi periode Januari–Desember 2025 untuk memperoleh sampel yang representatif dan mempercepat proses pengujian model tanpa mengurangi variasi karakteristik pelanggan. Atribut yang digunakan pada pemodelan meliputi harga atau anggaran paket, tema dekorasi, jumlah add-on, dan skala venue, dengan atribut kategorikal (tema dekorasi dan skala venue) dikonversi menjadi nilai numerik melalui label encoding sebelum seluruh atribut numerik dinormalisasi menggunakan Min-Max Normalization. Tahapan penelitian meliputi observasi, wawancara, studi literatur, pengumpulan data, preprocessing, normalisasi, penentuan jumlah kluster ($K=3$) menggunakan metode Elbow berdasarkan nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS), penerapan K-Means, implementasi sistem berbasis web, serta pengujian. Hasil analisis menghasilkan tiga segmen pelanggan, yaitu segmen ekonomi/ hemat sebanyak 60 pelanggan, segmen menengah/ personalisasi sebanyak 50 pelanggan, dan segmen premium/ eksklusif sebanyak 140 pelanggan. Segmen premium menjadi kelompok terbesar dan didominasi pelanggan yang memilih paket Classic International Elegance dengan anggaran tinggi, add-on lengkap, dan venue berskala besar. Sistem berbasis web berhasil mengotomatisasi pengolahan dan pengelompokan data serta menyediakan hasil analisis untuk mendukung evaluasi dan strategi pemasaran. Pengujian kuesioner terhadap 20 responden mengenai penerimaan dan kebermanfaatan sistem memperoleh skor 88% dengan kategori sangat kuat, yang menggambarkan tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem dan bukan merupakan nilai akurasi algoritma K-Means.

Kata Kunci: Segmentasi Pelanggan; K-Means Clustering; Paket Dekorasi Wedding; Analisis Permintaan; Sistem Berbasis Web

Abstract—This study aims to analyze customer demand segmentation for wedding decoration packages using a web-based K-Means algorithm at PT. WPD. The research problem is the manual processing of historical customer data, which requires considerable time and may cause errors in grouping. The dataset consists of 250 historical customer records randomly selected from 500 transaction records for the January–December 2025 period to obtain a representative sample and accelerate model testing without reducing the variation in customer characteristics. The modeling attributes include package price or budget, decoration theme, number of add-ons, and venue scale, with categorical attributes (decoration theme and venue scale) converted into numerical values through label encoding before all numerical attributes were normalized using Min-Max Normalization. The research stages consist of observation, interviews, literature study, data collection, preprocessing, normalization, cluster determination ($K=3$) using the Elbow method based on the Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) value, K-Means implementation, web-based system implementation, and testing. The analysis produced three customer segments: an economy/budget segment containing 60 customers, a middle/personalization segment containing 50 customers, and a premium/exclusive segment containing 140 customers. The premium segment is the largest group and is dominated by customers choosing the Classic International Elegance package with high budgets, extensive add-ons, and large-scale venues. The web-based system successfully automates data processing and clustering and provides analytical results to support evaluation and marketing strategies. A questionnaire involving 20 respondents on user acceptance and perceived usefulness of the system resulted in a score of 88%, categorized as very strong, reflecting user acceptance of the system rather than the accuracy of the K-Means algorithm.

Keywords: Customer Segmentation; K-Means Clustering; Wedding Decoration Packages; Demand Analysis; Web-Based System

1. PENDAHULUAN

PT. WPD merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang jasa dekorasi pernikahan dan menyediakan berbagai paket dekorasi sesuai kebutuhan pelanggan. Dalam kegiatan bisnisnya, perusahaan memiliki data historis transaksi yang memuat informasi mengenai pemesanan paket dekorasi. Data tersebut sebenarnya dapat digunakan untuk mengenali pola permintaan, karakteristik pelanggan, dan kecenderungan pemilihan paket. Namun, data historis yang tersedia belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber informasi untuk analisis permintaan. Proses analisis sebelumnya masih dilakukan secara manual melalui pemeriksaan dan perbandingan data transaksi sehingga informasi mengenai kelompok pelanggan dan paket yang diminati tidak dapat diperoleh secara cepat dan terstruktur. Kondisi ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa data transaksi pelanggan dapat diolah dengan K-Means untuk menghasilkan segmentasi yang mendukung strategi bisnis [1], [2].

Permasalahan tersebut menjadi semakin penting ketika jumlah transaksi bertambah. Pemeriksaan data secara manual membutuhkan waktu, tenaga, dan perhitungan berulang. Selain itu, proses manual berpotensi menimbulkan kesalahan pada pencatatan, pengolahan, maupun pengelompokan pelanggan. Data historis PT. WPD memiliki atribut



yang dapat menggambarkan permintaan pelanggan, antara lain anggaran atau harga paket, tema dekorasi, jumlah kustomisasi atau add-on, dan skala venue. Atribut tersebut dapat digunakan untuk membentuk kelompok pelanggan berdasarkan kemiripan karakteristik. Penelitian sebelumnya pada transaksi ritel dan e-commerce juga memperlihatkan bahwa K-Means dapat membentuk kelompok pelanggan berdasarkan perilaku transaksi dan membantu perusahaan memahami perbedaan karakteristik antarsegmen [3], [4], [5], [6].

K-Means termasuk algoritma yang paling sering digunakan [7]. Penerapan K-Means juga telah dilakukan pada berbagai konteks, seperti retail, e-commerce, perbankan, dan layanan lainnya [8], [9], [10], [11], [12]. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan atribut, preprocessing, penentuan jumlah cluster, dan evaluasi hasil merupakan bagian penting dalam membentuk segmentasi yang dapat diinterpretasikan.

Penelitian Ardana et al. menerapkan K-Means pada segmentasi pelanggan penjualan online dan menunjukkan bahwa metode tersebut dapat mengelompokkan pelanggan berdasarkan atribut yang relevan [1]. Fauzan dan Alfian mengembangkan aplikasi segmentasi pelanggan e-commerce berbasis web dengan fitur RFM dan K-Means serta membandingkannya dengan metode clustering lain [2]. Penelitian pada online retail juga memperoleh tiga cluster optimal dengan bantuan metode Elbow dan menunjukkan adanya karakteristik perilaku yang berbeda pada setiap cluster [3]. Kumar et al. membandingkan K-Means dan hierarchical clustering pada e-commerce dan menemukan bahwa K-Means dapat menghasilkan segmentasi yang terpisah dengan baik [4]. Sementara itu, Mado dan Hendry menerapkan K-Means untuk segmentasi pelanggan e-commerce sebagai dasar analisis pelanggan [5].

Penelitian lain memperlihatkan penerapan K-Means pada data transaksi dalam konteks yang lebih beragam. Fazri et al. menggunakan data transaksi pelanggan dan membentuk lima kelompok pelanggan berdasarkan jumlah transaksi, jumlah produk, dan frekuensi transaksi [8]. Mawarni et al. menerapkan K-Means untuk segmentasi pelanggan pada perusahaan dan menggunakannya untuk membantu strategi hubungan dengan pelanggan [9]. Siagian et al. membandingkan K-Means dan K-Medoids pada transaksi e-commerce dan menemukan bahwa jumlah cluster optimal berada pada $k=3$ [13]. Gautam dan Kumar menggunakan K-Means untuk pengembangan strategi pemasaran berbasis segmentasi [11]. Penelitian lain menggabungkan K-Means dengan RFM atau pendekatan evaluasi cluster untuk meningkatkan kualitas interpretasi hasil [12], [14], [15], [16].

Berdasarkan penelitian terkait tersebut, terdapat celah penelitian pada konteks jasa dekorasi wedding. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada retail, e-commerce, perbankan, atau transaksi produk dengan atribut seperti Recency, Frequency, dan Monetary. Penelitian ini menggunakan konteks permintaan jasa dekorasi wedding dengan karakteristik atribut yang berbeda, yaitu harga atau anggaran paket, tema dekorasi, jumlah add-on, dan skala venue. Selain itu, penelitian tidak hanya menghasilkan cluster secara komputasional, tetapi mengintegrasikan proses pengolahan data historis, K-Means, dan penyajian hasil segmentasi melalui sistem berbasis web. Dengan demikian, hasil clustering dapat langsung digunakan oleh admin dan manajemen sebagai informasi pendukung evaluasi paket dan strategi pemasaran.

Penelitian ini menggunakan data historis transaksi PT. WPD selama satu tahun dan mengolah 250 data sebagai sampel dari 500 data yang tersedia. Proses clustering dilakukan setelah data dipersiapkan dan dinormalisasi agar atribut numerik mempunyai rentang yang sebanding. Jumlah cluster yang digunakan adalah tiga berdasarkan hasil analisis Elbow pada implementasi penelitian. K-Means kemudian menghitung jarak setiap data terhadap centroid, melakukan pengelompokan berdasarkan jarak terdekat, menghitung centroid baru, dan mengulangi proses hingga kondisi konvergen. Pendekatan tersebut menghasilkan segmentasi yang dapat diinterpretasikan sebagai segmen ekonomi, menengah, dan premium.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penggunaan atribut yang spesifik pada konteks jasa dekorasi wedding, yaitu harga atau anggaran paket, tema dekorasi, jumlah add-on, dan skala venue, yang berbeda dari atribut Recency, Frequency, dan Monetary (RFM) yang umum digunakan pada penelitian segmentasi pelanggan retail maupun e-commerce sebelumnya. Selain kontribusi pada sisi atribut, penelitian ini juga mengintegrasikan proses K-Means secara langsung ke dalam sistem berbasis web yang dapat digunakan oleh admin dan manajemen PT. WPD, sehingga hasil segmentasi tidak berhenti sebagai luaran komputasional semata, melainkan dapat langsung dimanfaatkan sebagai dasar evaluasi paket dan penyusunan strategi pemasaran secara praktis.

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan efektivitas analisis permintaan pelanggan, mempermudah pengelompokan pelanggan berdasarkan karakteristik permintaan, serta menyediakan informasi yang dapat membantu PT. WPD menentukan prioritas promosi dan strategi pemasaran. Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan Iterative Model sehingga proses pengembangan dapat dilakukan secara bertahap, diuji, dan diperbaiki berdasarkan hasil evaluasi pada iterasi sebelumnya. Hasil penelitian diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap proses analisis manual dan mengubah data historis transaksi menjadi informasi segmentasi yang lebih terstruktur.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

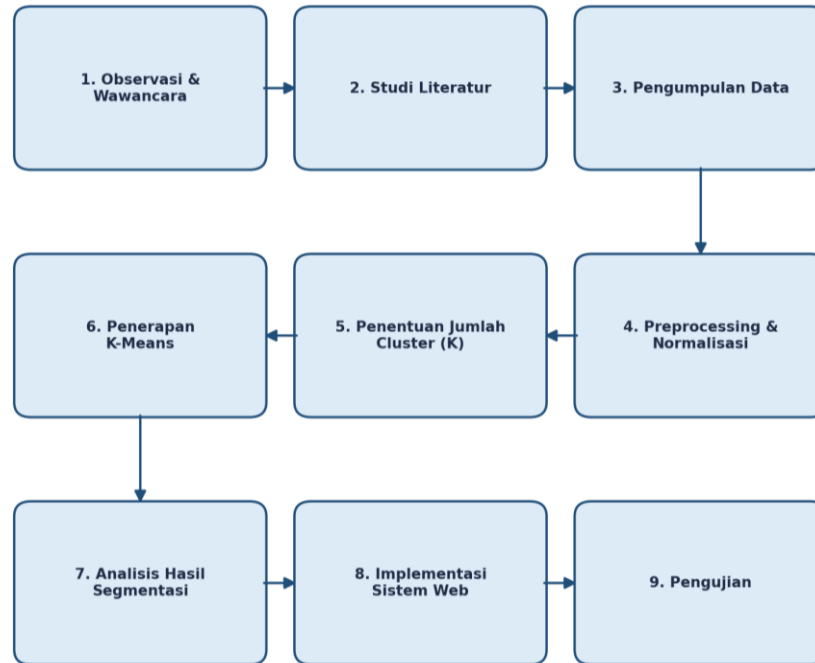
Penelitian menggunakan pendekatan pengembangan sistem berbasis web dengan algoritma K-Means Clustering untuk melakukan segmentasi permintaan pelanggan. Tahapan penelitian disusun berdasarkan metode pengumpulan data dan tahapan pengolahan data pada skripsi, yaitu observasi, wawancara, studi literatur, pengumpulan data, pemrosesan data, implementasi sistem, dan pengujian. Observasi dilakukan untuk memahami proses pengolahan data pelanggan yang berjalan pada PT. WPD. Wawancara dilakukan dengan pihak yang terlibat dalam pengolahan data pelanggan untuk





memperoleh kebutuhan sistem dan kendala yang dihadapi. Studi literatur digunakan untuk mempelajari K-Means, segmentasi pelanggan, sistem berbasis web, dan Iterative.Data kemudian dikumpulkan dari transaksi pemesanan paket dekorasi dan disimpan dalam basis data untuk diproses lebih lanjut, [17],[18].

Secara keseluruhan, tahapan penelitian mulai dari observasi hingga pengujian sistem digambarkan pada Gambar 1, sedangkan rincian kegiatan dan output setiap tahap disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alur Tahapan Penelitian

Tabel 1. Tahapan Penelitian

Tahap	Kegiatan	Output
1	Observasi dan wawancara	Mengidentifikasi proses bisnis, kebutuhan, dan kendala analisis data.
2	Studi literatur	Mengkaji segmentasi pelanggan, K-Means, sistem web, dan pengembangan iteratif.
3	Pengumpulan data	Mengambil data historis transaksi pelanggan dan atribut permintaan.
4	Preprocessing	Validasi data, transformasi atribut kategorikal, dan normalisasi.
5	Penentuan K	Menggunakan analisis Elbow untuk menentukan jumlah cluster.
6	K-Means	Inisialisasi centroid, perhitungan jarak, assignment, pembaruan centroid, iterasi.
7	Analisis hasil	Menafsirkan karakteristik setiap cluster dan kecenderungan paket.
8	Implementasi web	Mengintegrasikan pengelolaan data, clustering, hasil analisis, dan laporan.
9	Pengujian	Black Box, White Box, dan evaluasi pengguna melalui kuesioner.

2.2 Data Penelitian

Data penelitian berasal dari data historis pelanggan PT. WPD. Dalam tahap implementasi, tersedia 500 data historis dan 250 data pertama digunakan sebagai sampel analisis untuk periode Januari–Desember 2025. Data memuat informasi pelanggan dan pemesanan paket dekorasi. Atribut yang digunakan dalam pemodelan terdiri dari harga atau anggaran paket, tema dekorasi, jumlah add-on, dan skala venue. Tema dan skala venue yang bersifat kategorikal dikonversi ke bentuk numerik agar dapat digunakan dalam perhitungan jarak. Penggunaan data historis memungkinkan proses segmentasi dilakukan tanpa membutuhkan input langsung dari pelanggan pada saat proses clustering.

2.3 Preprocessing dan Normalisasi

Preprocessing dilakukan sebelum clustering untuk memastikan data dapat diproses oleh algoritma K-Means. Data diperiksa dan disiapkan berdasarkan atribut yang digunakan. Atribut kategorikal dikonversi menjadi representasi numerik, sedangkan atribut numerik dinormalisasi menggunakan Min-Max Normalization. Normalisasi diperlukan karena perbedaan skala antaratribut dapat menyebabkan atribut dengan nilai lebih besar mendominasi perhitungan jarak. Setelah normalisasi, setiap atribut berada pada rentang yang sebanding sehingga kontribusi masing-masing atribut dalam proses clustering menjadi lebih proporsional. Tahap preprocessing juga bertujuan mengurangi kemungkinan data yang tidak sesuai digunakan dalam proses analisis.



2.4 Algoritma K-Means Clustering

K-Means merupakan metode clustering yang mengelompokkan data berdasarkan kedekatan terhadap pusat cluster atau centroid. Pada penelitian ini, proses dimulai dengan menentukan jumlah cluster $K=3$ berdasarkan hasil analisis Elbow pada implementasi sistem. Centroid awal dipilih dengan pendekatan K-Means++ untuk memperoleh pusat awal yang lebih representatif. Selanjutnya sistem menghitung jarak Euclidean setiap data terhadap centroid. Data ditempatkan pada cluster dengan jarak paling kecil. Setelah seluruh data memperoleh cluster, centroid baru dihitung berdasarkan rata-rata anggota pada masing-masing cluster. Proses assignment dan pembaruan centroid diulang sampai centroid tidak berubah atau memenuhi toleransi error yang ditetapkan. Implementasi sistem juga menyimpan jumlah iterasi dan nilai WCSS sebagai informasi evaluasi proses clustering. Pendekatan tersebut sesuai dengan penelitian-penelitian terdahulu yang menggunakan K-Means untuk membentuk segmentasi pelanggan berdasarkan kemiripan perilaku atau atribut transaksi [3], [8], [19], [14]. Secara umum, jarak Euclidean antara data x dan centroid μ dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$d(x, \mu) = \sqrt{\sum (x_i - \mu_i)^2} \quad (1)$$

dengan d sebagai jarak antara data dan centroid, x_i sebagai nilai atribut data, dan μ_i sebagai nilai atribut centroid. Setelah assignment, centroid baru dihitung dengan rata-rata nilai atribut seluruh data dalam cluster. Kualitas pengelompokan juga dapat dilihat melalui WCSS, yaitu jumlah kuadrat jarak data terhadap centroid cluster masing-masing. Pada penelitian ini, hasil Elbow menunjukkan penurunan WCSS yang signifikan sampai $K=3$ dan mulai melandai setelahnya, sehingga $K=3$ dipilih sebagai jumlah cluster.

2.5 Pengembangan Sistem

Sistem dikembangkan menggunakan Iterative Model. Pengembangan dilakukan secara bertahap melalui perencanaan, analisis, desain, implementasi, pengujian, dan perbaikan pada setiap iterasi. Sistem menyediakan hak akses Admin dan Manajemen. Admin dapat mengelola data history pelanggan, mengimpor data, menjalankan proses K-Means, melihat hasil clustering, dan membuat laporan. Manajemen dapat melihat hasil analisis segmentasi dan laporan sebagai bahan evaluasi serta pengambilan keputusan. Sistem diimplementasikan berbasis web menggunakan PHP/laravel pada sisi aplikasi dan MySQL sebagai basis data sesuai implementasi pada skripsi. Pendekatan pengembangan bertahap ini memberikan kesempatan untuk mengevaluasi fungsi sistem dan memperbaikinya pada iterasi berikutnya [17], [20].

2.6 Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing dan White Box Testing. Black Box digunakan untuk memastikan fungsi sistem menghasilkan keluaran sesuai masukan tanpa memeriksa struktur kode internal. Pengujian mencakup login, import data history, proses K-Means, hasil analisis, laporan segmentasi, dan logout. White Box digunakan untuk memeriksa logika dan alur program, termasuk flowgraph proses K-Means. Selain pengujian fungsional, dilakukan evaluasi pengguna menggunakan kuesioner terhadap 20 responden dengan lima pernyataan. Skor kuesioner digunakan untuk menilai penerimaan dan kebermanfaatan sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Persiapan Data

Tahap persiapan data menghasilkan dataset yang dapat digunakan untuk proses clustering. Dari 500 data historis yang tersedia, sebanyak 250 data pertama digunakan sebagai sampel penelitian untuk periode Januari sampai Desember 2025. Data tersebut menggambarkan transaksi pelanggan dengan variasi paket, tema, jumlah add-on, dan skala venue. Atribut harga paket digunakan untuk merepresentasikan besarnya anggaran pelanggan. Tema dekorasi merepresentasikan preferensi konsep visual. Jumlah add-on menggambarkan tingkat personalisasi dan kompleksitas dekorasi, sedangkan skala venue merepresentasikan kapasitas dan tingkat kemewahan lokasi acara. Karakteristik utama atribut yang digunakan pada penelitian ini dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Atribut Utama Data Penelitian

Atribut	Karakteristik 1	Karakteristik 2	Karakteristik 3	Karakteristik 4
Harga/Anggaran	Rp25.000.000	Rp35.000.000	Rp45.000.000	Rp65.000.000
Tema	Modern National Pearl	Rustic Garden Blossom	Minimalist Chic Luxury	Classic International Elegance
Add-on	0–2	0–2 / 3–5	3–5	6–12
Skala venue	Halaman Rumah/Kebun	Gedung Serbaguna	Gedung Serbaguna	Grand Ballroom Hotel Bintang 5

3.2 Penentuan Jumlah Cluster

Penentuan jumlah cluster dilakukan menggunakan metode Elbow dengan menghitung WCSS untuk $K=1$ sampai $K=10$. Nilai WCSS sangat tinggi pada $K=1$ dan mengalami penurunan tajam ketika jumlah cluster ditambah. Pada $K=3$, penurunan WCSS mulai melandai, sedangkan penambahan cluster setelah $K=3$ tidak memberikan penurunan yang





signifikan. Berdasarkan pola tersebut, jumlah cluster optimal ditetapkan sebanyak tiga cluster. Penentuan jumlah cluster dengan Elbow juga banyak digunakan pada penelitian segmentasi pelanggan untuk mendapatkan jumlah kelompok yang dapat merepresentasikan pola data secara efektif [3], [19], [12]. Ahsina et al. menerapkan algoritma K-Means untuk melakukan segmentasi pelanggan berdasarkan karakteristik data kredit, yang menunjukkan bahwa metode K-Means dapat digunakan untuk membentuk kelompok pelanggan berdasarkan kemiripan karakteristik.[21]. Tabel 3 merangkum hasil analisis Elbow yang digunakan untuk menentukan jumlah cluster optimal.

Tabel 3. Ringkasan Penentuan Jumlah Cluster dengan Elbow

K	Kondisi WCSS	Interpretasi
1	Sangat tinggi	Data belum terbagi; variasi dalam satu cluster sangat besar.
2	Turun drastis	Pemisahan kelompok mulai terlihat.
3	Mulai melandai	Titik elbow; dipilih sebagai K optimal.
4–10	Penurunan tidak signifikan	Penambahan cluster tidak memberikan perbaikan yang sebanding.

3.3 Proses K-Means

Pada proses awal, sistem melakukan inisialisasi tiga centroid. Berdasarkan perhitungan pada skripsi, centroid yang digunakan dalam ilustrasi pengelompokan adalah C1 pada kisaran Rp25 juta dan 0 add-on, C2 pada kisaran Rp45 juta dan 4 add-on, serta C3 pada kisaran Rp65 juta dan 7 add-on. . Penggunaan metode clustering dalam pengolahan data untuk menghasilkan kelompok berdasarkan karakteristik tertentu juga diterapkan dalam penelitian terdahulu [22].Selanjutnya, setiap data dihitung jaraknya terhadap ketiga centroid. Sebagai contoh, pelanggan dengan harga Rp45 juta dan empat add-on memiliki jarak nol terhadap C2 sehingga dimasukkan ke Cluster 2. Pelanggan dengan harga Rp65 juta dan empat add-on mempunyai jarak lebih dekat ke C3 sehingga masuk Cluster 3. Proses pengelompokan berdasarkan jarak terhadap centroid tersebut sesuai dengan penerapan K-Means pada penelitian terdahulu[19].Proses yang sama dilakukan pada seluruh data sampai kondisi konvergen. Rekap pengelompokan data pelanggan pada iterasi pertama disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekap Pengelompokan Data Pelanggan pada Iterasi Pertama

Harga Paket	Kriteria Add-on	Jumlah Pelanggan	Cluster	Dasar Pengelompokan
Rp25.000.000	0–2	45	Cluster 1	Dekat dengan C1
Rp35.000.000	0–2	15	Cluster 1	$d1 < d2$
Rp35.000.000	3–5	15	Cluster 2	$d2 < d1$
Rp45.000.000	3–5	35	Cluster 2	Dekat dengan C2
Rp65.000.000	6–12	140	Cluster 3	Dekat dengan C3

Rekap pada iterasi pertama menunjukkan Cluster 1 berjumlah 60 pelanggan, Cluster 2 sebanyak 50 pelanggan, dan Cluster 3 sebanyak 140 pelanggan. Komposisi tersebut memperlihatkan bahwa aturan jarak terkecil dapat memisahkan pelanggan berdasarkan kedekatan harga paket dan jumlah add-on. Penggunaan K-Means pada data transaksi untuk memperoleh beberapa kelompok pelanggan juga telah diterapkan pada penelitian terdahulu[13]. Cluster yang terbentuk kemudian dianalisis kembali dengan mempertimbangkan tema dan skala venue agar setiap segmen dapat diberi interpretasi bisnis.

3.4 Hasil Segmentasi Pelanggan

Tabel 5 merangkum hasil segmentasi pelanggan berdasarkan tiga cluster yang terbentuk.

Tabel 5. Hasil Segmentasi Pelanggan Berdasarkan Tiga Cluster

Segmen	Nama Segmen	Jumlah	Rata-rata Harga	Rata-rata Add-on	Karakteristik Utama
Segmen 1	Ekonomi / Hemat	60 (24%)	Rp25–35 juta	0–2	Paket dasar; Modern National Pearl atau Rustic Garden Blossom; sedikit/tanpa tambahan.
Segmen 2	Menengah / Personalisasi	50 (20%)	Rp35–45 juta	3–5	Paket lebih bervariasi; Minimalist Chic Luxury atau Rustic Garden Blossom dengan beberapa tambahan.
Segmen 3	Premium / Eksklusif	140 (56%)	Rp65 juta	6–12	Dominan Classic International Elegance, add-on lengkap, dan venue besar.

Segmen 1 merupakan kelompok ekonomi atau hemat. Sebanyak 60 pelanggan berada pada kelompok ini atau 24% dari sampel. Karakteristik utamanya adalah penggunaan anggaran Rp25 juta sampai Rp35 juta dengan 0–2 add-on. Pelanggan pada kelompok ini cenderung memilih paket dasar seperti Modern National Pearl atau Rustic Garden Blossom. Pola tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan utama kelompok adalah memperoleh dekorasi dengan biaya lebih terjangkau dan tingkat personalisasi yang relatif rendah. Informasi ini dapat digunakan perusahaan untuk mempertahankan paket dasar sebagai pilihan yang mudah dipahami dan efisien bagi pelanggan dengan anggaran terbatas.

Segmen 2 merupakan kelompok menengah atau personalisasi dengan 50 pelanggan atau 20% dari sampel. Rentang harga berada pada Rp35 juta sampai Rp45 juta dengan 3–5 add-on. Pelanggan pada kelompok ini mulai membutuhkan penyesuaian dekorasi yang lebih banyak dibandingkan segmen ekonomi. Paket yang muncul dominan pada kelompok ini adalah Minimalist Chic Luxury dan Rustic Garden Blossom. Karakteristik tersebut menunjukkan adanya kebutuhan terhadap dekorasi yang lebih fleksibel, tetapi belum sampai pada tingkat kompleksitas dan anggaran segmen premium. Bagi perusahaan, segmen ini dapat menjadi target pengembangan penawaran tambahan yang bersifat modular.

Segmen 3 merupakan kelompok premium atau eksklusif dan menjadi kelompok terbesar dengan 140 pelanggan atau 56% dari sampel. Rentang harga yang dominan adalah Rp65 juta dengan 6–12 add-on. Pelanggan pada kelompok ini hampir secara eksklusif memilih Classic International Elegance dan menggunakan venue Grand Ballroom Hotel Bintang 5. Karakteristik tersebut memperlihatkan hubungan yang kuat antara anggaran tinggi, kebutuhan personalisasi yang lengkap, dan skala venue yang besar. Temuan ini merupakan informasi penting bagi manajemen karena kelompok terbesar justru berada pada kategori premium sehingga paket premium perlu memperoleh perhatian dalam strategi promosi, pengelolaan sumber daya, dan pengembangan layanan.

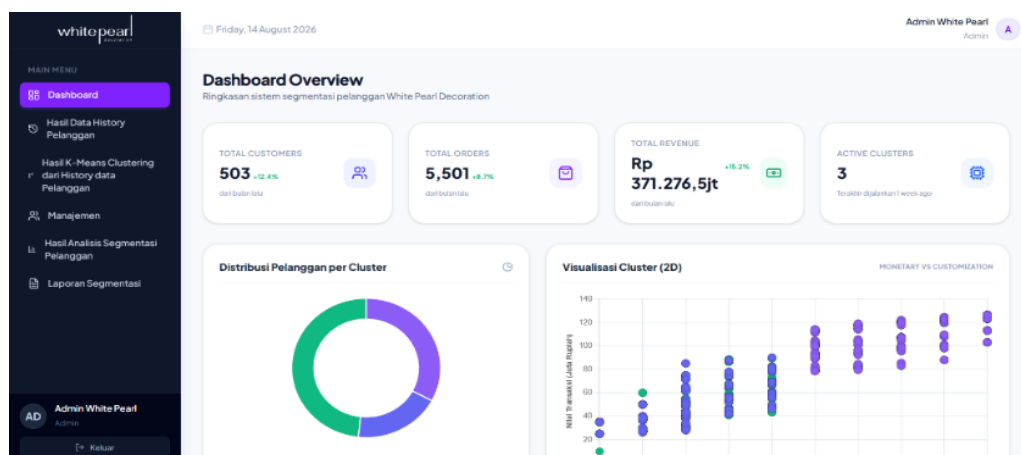
Hasil tersebut memperlihatkan bahwa segmentasi tidak hanya membagi pelanggan berdasarkan nominal transaksi, tetapi memberikan gambaran hubungan antara anggaran, pilihan tema, jumlah add-on, dan venue. Hal ini berbeda dengan sebagian penelitian terdahulu yang banyak menggunakan RFM sebagai atribut utama [2], [6], [12], [14]. Dalam penelitian ini, atribut yang dipilih disesuaikan dengan karakteristik jasa dekorasi wedding sehingga cluster dapat diinterpretasikan berdasarkan kebutuhan dekorasi. Dengan demikian, hasil K-Means tidak berhenti pada label cluster, tetapi diterjemahkan menjadi profil pelanggan yang dapat dipahami oleh pihak manajemen. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [8], [9], [10], [11], [12], [12], [14], [15], [16], [19].

3.5 Paket Dekorasi yang Paling Diminati

Berdasarkan hasil segmentasi, Classic International Elegance merupakan paket yang paling dominan pada data penelitian. Sebanyak 140 dari 250 pelanggan berada pada segmen premium dan lebih dari 95% pelanggan pada segmen tersebut memilih paket Classic International Elegance. Dominasi ini tidak terlepas dari kesesuaian beberapa variabel secara bersamaan. Paket tersebut memiliki harga Rp65 juta, jumlah add-on tinggi, tema internasional, dan digunakan pada venue berskala besar. Kombinasi tersebut membentuk pola permintaan yang konsisten sehingga pelanggan dengan karakteristik serupa cenderung terkumpul dalam cluster yang sama.

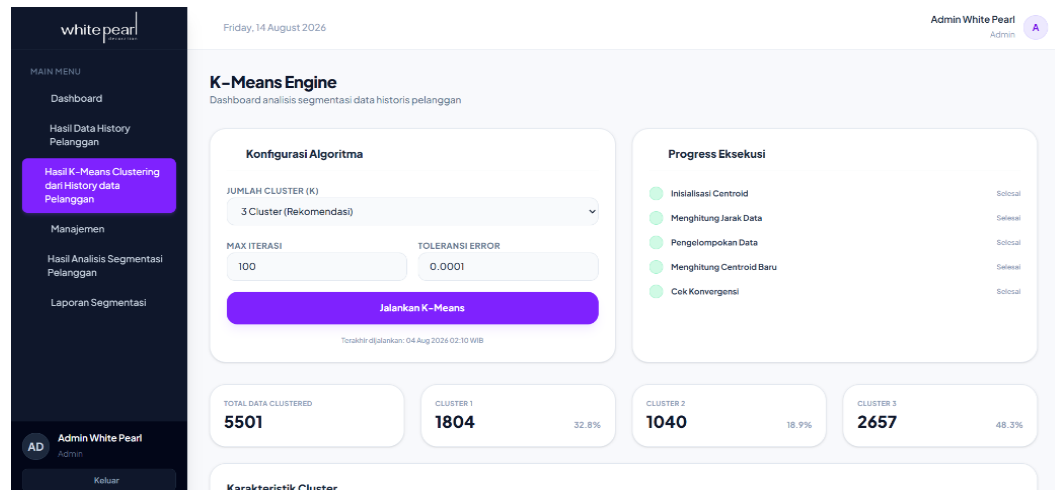
Dari sisi bisnis, kesesuaian antara venue dan tema menjadi salah satu alasan paket tersebut dominan. Pelanggan yang menggunakan Grand Ballroom Hotel Bintang 5 memiliki kebutuhan visual dan teknis yang lebih tinggi. Add-on seperti backdrop 3D, LED screen, Sparkular, lighting, flower wall, dan perangkat pendukung lainnya memperkuat karakteristik paket sebagai layanan dekorasi lengkap. Karena itu, dominasi paket tidak hanya dapat dijelaskan oleh harga, tetapi oleh kombinasi kebutuhan dan tingkat personalisasi pelanggan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian segmentasi pelanggan yang menunjukkan bahwa hasil clustering dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelompok dengan nilai transaksi dan karakteristik perilaku berbeda sebagai dasar strategi pemasaran [4], [5], [11]. Perbedaannya, penelitian ini menerjemahkan cluster ke dalam konteks paket dekorasi wedding sehingga informasi hasil clustering dapat dikaitkan langsung dengan jenis tema, add-on, dan venue. Hasil tersebut dapat membantu manajemen menentukan prioritas promosi dan mengevaluasi apakah paket yang paling dominan perlu dipertahankan, dikembangkan, atau disesuaikan. Tampilan ringkasan data dan hasil segmentasi pada sistem dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan tampilan proses menjalankan K-Means ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Dashboard Admin pada Sistem

Gambar 2 menunjukkan dashboard admin yang digunakan untuk memantau ringkasan data dan hasil segmentasi. Dashboard membantu admin memperoleh gambaran kondisi data sebelum masuk ke hasil analisis lebih detail. Penyajian informasi dalam satu halaman mengurangi kebutuhan pemeriksaan data secara terpisah dan mendukung alur kerja pengolahan data.



Gambar 3. Halaman Hasil K-Means Clustering

Gambar 3 memperlihatkan halaman proses dan hasil K-Means pada sistem. Admin dapat menentukan jumlah cluster, maksimal iterasi, dan toleransi error. Setelah proses dijalankan, sistem menampilkan hasil pengelompokan sehingga admin dapat memeriksa cluster yang terbentuk. Fitur ini menjadi bagian utama sistem karena mengotomatisasi proses perhitungan yang sebelumnya dilakukan secara manual.

3.6 Implementasi Sistem

Implementasi sistem menyediakan beberapa fungsi utama. Admin melakukan login untuk memperoleh hak akses, mengelola data history pelanggan, mengimpor data dari file Excel, menjalankan proses K-Means, melihat hasil analisis, dan membuat laporan segmentasi. Manajemen mempunyai akses untuk melihat dashboard, hasil analisis segmentasi, dan laporan. Pembagian hak akses memastikan fungsi pengolahan data dan fungsi evaluasi hasil dapat dibedakan sesuai peran pengguna. Sistem juga menyediakan hasil clustering dan laporan yang dapat digunakan sebagai dokumentasi analisis.

Penggunaan sistem berbasis web memberikan manfaat pada integrasi proses. Data history pelanggan tersimpan dalam basis data, proses preprocessing dan clustering dilakukan oleh sistem, kemudian hasilnya dapat ditampilkan dalam halaman hasil analisis. Alur tersebut mengurangi ketergantungan pada penghitungan manual. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa aplikasi web dapat membantu menyajikan hasil segmentasi secara lebih mudah untuk digunakan oleh pihak yang membutuhkan informasi analitik [2], [14], [19].

3.7 Pengujian Black Box dan White Box

Tabel 6 merangkum skenario dan hasil pengujian Black Box yang dilakukan pada sistem.

Tabel 6. Ringkasan Pengujian Black Box

Fungsi	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Login	Data benar/salah	Dashboard atau pesan kesalahan	Diterima
Import data	File Excel sesuai/tidak sesuai	Data tersimpan atau pesan kesalahan	Diterima
Proses K-Means	Parameter K dan data tersedia	Proses clustering dan hasil cluster	Diterima
Hasil analisis	Menu hasil dibuka	Hasil segmentasi ditampilkan	Diterima
Laporan	Hasil clustering tersedia	Laporan dapat ditampilkan/diunduh	Diterima
Logout	Klik logout	Kembali ke halaman login	Diterima

Pengujian Black Box menunjukkan bahwa fungsi utama sistem berjalan sesuai kebutuhan. Login menerima data yang valid dan menolak data yang salah. Import data dapat menyimpan file yang sesuai format dan menolak file yang tidak sesuai. Proses K-Means dapat dijalankan ketika data tersedia, sedangkan halaman hasil analisis menampilkan cluster setelah proses selesai. Laporan dapat dibuat ketika hasil clustering telah tersedia dan logout mengakhiri sesi pengguna. Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi utama sistem dapat digunakan sesuai alur yang dirancang.

Pada pengujian White Box, alur program K-Means diperiksa menggunakan flowgraph dan perhitungan cyclomatic complexity. Berdasarkan implementasi skripsi, jumlah edge $E=7$ dan node $N=7$ sehingga $V(G)=E-N+2=2$. Nilai tersebut menunjukkan terdapat dua jalur independen utama dalam alur perhitungan, yaitu jalur tanpa loop dan jalur yang melalui pengulangan proses clustering. Pengujian ini membantu memastikan bahwa struktur logika program, terutama proses iterasi centroid, dapat ditelusuri dan diuji secara sistematis.

3.8 Evaluasi Pengguna

Evaluasi pengguna dilakukan menggunakan kuesioner kepada 20 responden dengan lima pernyataan. Hasil pengolahan memperoleh skor 88% yang termasuk kategori interpretasi sangat kuat. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem dinilai mampu membantu pengolahan data permintaan pelanggan, menyajikan informasi hasil segmentasi, mengurangi



kesalahan dibandingkan proses manual, dan mendukung kebutuhan perusahaan dalam melakukan evaluasi. Hasil evaluasi memperkuat temuan pengujian fungsional bahwa sistem tidak hanya dapat berjalan secara teknis, tetapi juga dapat memberikan informasi yang dipandang relevan oleh pengguna. Ringkasan indikator evaluasi kuesioner disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan Evaluasi Kuesioner

Indikator	Hasil
Jumlah responden	20
Jumlah pernyataan	5
Skor hasil	88%
Interpretasi	Sangat kuat

3.9 Pembahasan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa K-Means mampu membentuk tiga segmen yang mempunyai karakteristik berbeda secara jelas. Segmen premium menjadi kelompok terbesar, sedangkan segmen ekonomi dan menengah memiliki ukuran yang lebih kecil. Temuan tersebut menunjukkan bahwa atribut yang digunakan cukup representatif untuk membedakan pola permintaan pada jasa dekorasi wedding. Pada penelitian terdahulu, K-Means banyak diterapkan menggunakan atribut transaksi seperti frekuensi, nilai pembelian, dan recency [2], [6], [9], [12]. Penelitian ini memperluas penerapan tersebut pada data jasa dengan memasukkan atribut tema, add-on, dan skala venue sehingga hasil cluster dapat dikaitkan langsung dengan kebutuhan dekorasi.

Dari sisi sistem, penelitian ini memiliki kesamaan dengan studi yang mengembangkan aplikasi segmentasi berbasis web, terutama dalam menyediakan hasil clustering yang mudah diakses pengguna [2]. Namun, sistem PT. WPD tidak diarahkan untuk membuat prediksi permintaan periode mendatang atau memberikan rekomendasi otomatis. Hasil clustering digunakan sebagai informasi pendukung yang tetap perlu dipertimbangkan bersama kondisi bisnis oleh manajemen. Pendekatan ini sesuai dengan batasan penelitian bahwa keputusan bisnis tidak diambil secara otomatis hanya berdasarkan hasil algoritma.

Penelitian ini juga menunjukkan pentingnya integrasi antara proses analitik dan kebutuhan operasional. Jika K-Means hanya dijalankan sebagai eksperimen pada perangkat lunak analitik, hasilnya masih membutuhkan proses pemindahan informasi ke pengguna bisnis. Sistem berbasis web mengurangi langkah tersebut dengan menyimpan data, menjalankan clustering, dan menyajikan hasil dalam satu lingkungan. Dengan demikian, penelitian memberikan kontribusi pada penerapan data mining yang lebih dekat dengan kebutuhan operasional perusahaan jasa dekorasi wedding.

Meskipun demikian, hasil penelitian memiliki keterbatasan. Dataset yang digunakan untuk analisis berjumlah 250 data dari 500 data historis yang tersedia, sehingga representasi dapat diperluas pada penelitian berikutnya. Variabel yang digunakan juga masih terbatas pada atribut yang tersedia dalam sistem. Selain itu, penelitian belum membandingkan K-Means dengan metode clustering lain. Pengembangan berikutnya dapat menggunakan Silhouette Coefficient atau Davies-Bouldin Index sebagai evaluasi tambahan, membandingkan K-Means dengan K-Medoids atau DBSCAN, serta menambahkan atribut pelanggan yang lebih lengkap. Keterbatasan tersebut penting diperhatikan agar interpretasi hasil segmentasi tidak dianggap sebagai gambaran seluruh populasi pelanggan di luar dataset penelitian.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem berbasis web untuk menganalisis segmentasi permintaan pelanggan pada paket dekorasi wedding PT. WPD menggunakan algoritma K-Means Clustering. Sistem dikembangkan untuk mengatasi proses pengolahan data historis yang sebelumnya dilakukan secara manual. Data yang digunakan berupa 250 data dari 500 data historis transaksi periode Januari–Desember 2025. Atribut yang digunakan dalam pemodelan meliputi harga atau anggaran paket, tema dekorasi, jumlah add-on, dan skala venue. Setelah preprocessing dan normalisasi, jumlah cluster ditentukan sebanyak tiga berdasarkan analisis Elbow. Proses K-Means menghasilkan tiga segmen pelanggan, yaitu segmen ekonomi/hemat sebanyak 60 pelanggan, segmen menengah/personalisasi sebanyak 50 pelanggan, dan segmen premium/eksklusif sebanyak 140 pelanggan. Segmen premium merupakan kelompok terbesar dengan proporsi 56% dan didominasi pelanggan yang memilih Classic International Elegance, menggunakan anggaran tinggi, add-on dalam jumlah banyak, serta venue berskala besar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa K-Means dapat digunakan untuk mengubah data transaksi menjadi informasi mengenai karakteristik permintaan pelanggan dan kecenderungan paket yang diminati. Implementasi sistem juga membuat proses pengelolaan data, clustering, penyajian hasil, dan pembuatan laporan menjadi lebih terstruktur. Pengujian Black Box dan White Box menunjukkan fungsi utama dan alur logika sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan. Evaluasi terhadap 20 responden menghasilkan skor 88% dengan kategori sangat kuat. Dengan demikian, sistem dapat digunakan sebagai alat bantu analisis bagi PT. WPD dalam mengevaluasi karakteristik pelanggan, menentukan prioritas promosi, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Penelitian selanjutnya dapat memperluas dataset, menambahkan atribut pelanggan, menggunakan evaluasi cluster seperti Silhouette atau Davies-Bouldin Index, dan membandingkan K-Means dengan algoritma clustering lain agar kualitas segmentasi dapat diuji lebih komprehensif.



5. PERNYATAAN PENULIS

5.1 Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: N. dan H. Z.;

Metodologi: N. dan H. Z.;

Perangkat Lunak: N.;

Validasi: N. dan H. Z.;

Analisis Formal: N. dan H. Z.;

Investigasi: N.;

Sumber Daya: H. Z.;

Kurasi Data: N.;

Penulisan Draf Awal: N.;

Penulisan, Peninjauan, dan Penyuntingan: N. dan H. Z.;

Visualisasi: N.;

Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi manuskrip yang telah diterbitkan.

5.2 Ketersediaan Data

Data yang disajikan dalam penelitian ini tersedia berdasarkan permintaan kepada penulis korespondensi.

5.3 Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, komersial, atau nirlaba mana pun.

5.4 Pernyataan Dewan Peninjau Institusional

Tidak Berlaku (Not applicable).

5.5 Pernyataan Persetujuan Berdasarkan Informasi

Tidak Berlaku (Not applicable).

5.6 Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan keuangan yang bersaing atau hubungan pribadi yang diketahui yang dapat dianggap memengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam artikel ini.

5.7 Penggunaan AI Generatif dan Teknologi Berbantuan AI dalam Proses Penulisan

Para penulis menggunakan AI Generatif secara terbatas sebagai alat bantu penyuntingan bahasa untuk meningkatkan kejelasan dan keterbacaan artikel. Penggunaan AI tidak mencakup penyusunan gagasan, analisis, interpretasi hasil, maupun pengambilan kesimpulan. Seluruh isi artikel telah ditinjau dan disunting oleh para penulis, yang bertanggung jawab penuh atas keakuratan dan versi akhir artikel.

REFERENCES

- [1] C. H. Ardana, A. A. A. A. Khoyum, and M. Faisal, "Segmentasi Pelanggan Penjualan Online Menggunakan Metode K-means Clustering," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2024, doi: 10.14421/jiska.2024.9.1.1-9.
- [2] R. M. Fauzan and G. Alfian, "Segmentasi Pelanggan E-Commerce Menggunakan Fitur Recency, Frequency, Monetary (RFM) dan Algoritma Klasterisasi K-Means," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 9, no. 3, pp. 170–177, 2024, doi: 10.14421/jiska.2024.9.3.170-177.
- [3] D. A. Awaliyah, Budi Prasetyo, R. Muzayanah, and A. D. Lestari, "Optimizing Customer Segmentation in Online Retail Transactions through the Implementation of the K-Means Clustering Algorithm," *Sci. J. Informatics*, vol. 11, no. 2, pp. 539–548, 2024, doi: 10.15294/sji.v11i2.6137.
- [4] S. Kumar, R. Rani, S. K. Pippal, and R. Agrawal, "Customer segmentation in e-commerce: K-means vs hierarchical clustering," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 23, no. 1, pp. 119–128, 2025, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v23i1.26384.
- [5] P. M. K. Mado and Hendry, "Implementasi Algoritma Clustering K-Means untuk," *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 6, no. 3, pp. 1680–1686, 2025, doi: 10.63447/jimik.v6i3.1563.
- [6] I. YUNITA, P. R. Ali, M. A. Kartawidjaja, and R. Sukwadi, "Segmentasi Pelanggan Menggunakan K-Means Clustering: Menganalisis Metrik RFM untuk Strategi Pemasaran," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 9, no. 1, p. 58, 2025, doi: 10.35194/jmts.v9i1.4452.
- [7] N. Gautam and N. Kumar, "Customer segmentation using k-means clustering for developing sustainable marketing strategies," *Bus. Informatics*, vol. 16, no. 1, pp. 72–82, 2022, doi: 10.17323/2587-814X.2022.1.72.82.
- [8] A. H. Fazri, A. Muhammad, P. Ayu, and W. Purnama, "Algortima K-Means Cluster Untuk Segmentasi Pelanggan," *Comput. Based Inf. Syst. J.*, vol. 11, no. 2, pp. 42–51, 2023, doi: 10.33884/cbis.v11i2.7156.
- [9] H. Mawarni, G. Testiana, and M. L. Dalafranka, "Implementation of the K-Means Algorithm for Customer Segmentation at PT. Bintang Multi Sarana Tugumulyo Branch," *J-Icon J. Komput. dan Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 227–236, 2023, doi: 10.35508/jicon.v11i2.12478.





- [10] M. Rezka, A. Anshori, and H. Zakaria, "BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH Implementation of PROMETHEE Method in Decision Support System for Student Competency Competition Participant Selection," vol. 6, no. 4, pp. 1205–1213, 2026, doi: 10.47065/bulletincsr.v6i4.1145.
- [11] K. Tabianan, S. Velu, and V. Ravi, "K-Means Clustering Approach for Intelligent Customer Segmentation Using Customer Purchase Behavior Data," *Sustain.*, vol. 14, no. 12, pp. 1–15, 2022, doi: 10.3390/su14127243.
- [12] A. Lie and T. Handhayani, "Penerapan Data Mining Menggunakan Hierarchical K-Means Berdasarkan Model RFM," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 11, no. 1, 2023, doi: 10.24912/jiksi.v11i1.24071.
- [13] R. Siagian, P. Sirait, and A. Halim, "The Implementation of K-Means dan K-Medoids Algorithm for Customer Segmentation on E-commerce Data Transactions," *Sistemasi*, vol. 11, no. 2, p. 260, 2022, doi: 10.32520/stmsi.v11i2.1337.
- [14] Refri Martiansah, Siti Monalisa, Fitriani Muttakin, and Mona Fronita, "Customer Segmentation Analysis Through RFM-D Model and K-Means Algorithm," *J. Sist. Cerdas*, vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2025, doi: 10.37396/jsc.v8i1.504.
- [15] Y. Atmaja *et al.*, "Optimalisasi Strategi Pemasaran Produk Sosro Melalui Segmentasi Pelanggan Menggunakan Algoritma K-Means," *J. Comput. Sci. Artif. Intell.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2026.
- [16] L. C. Fahsya, C. Wijaya, F. M. Bintang, J. J. Mulyono, F. Ramadhan, and F. Amsury, "Penerapan Clustering K-Means Untuk Segmentasi Pelanggan Pada Bisnis Retail," *HOAQ (High Educ. Organ. Arch. Qual. J. Teknol. Inf.)*, vol. 17, no. 1, pp. 38–52, 2026, doi: 10.52972/hoaq.vol17no1.p38-52.
- [17] R. Rahmadhan and M. Wasesa, "Segmentation using Customers Lifetime Value: Hybrid K-means Clustering and Analytic Hierarchy Process," *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, vol. 8, no. 2, pp. 130–141, 2022, doi: 10.20473/jisebi.8.2.130-141.
- [18] M. N. Akbar, Azizah Salsabila, Aldi Perdana Asri, and Muhammad Syawir, "Analisis Clustering Untuk Segmentasi Pengguna Kartu Kredit Dengan Menggunakan Algoritma K-Means Dan Principal Component Analysis," *AGENTS J. Artif. Intell. Data Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 16–24, 2023, doi: 10.24252/jagti.v3i1.56.
- [19] M. Z. Abdillah, *Dasar Pemrograman Web menggunakan PHP dan MySQL*. Uwais Inspirasi Indonesia, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=hI8CEQAAQBAJ>
- [20] X. Xiahou and Y. Harada, "Research on Customer Segmentation of Net Business User Data using K-means," *Proc. Annu. Conf. Japanese Soc. Artif. Intell.*, 2022, doi: 10.11517/pjsai.JSAI2022.0_1G1GS1004.
- [21] N. Ahsina, F. Fatimah, and F. Rachmawati, "Analisis Segmentasi Pelanggan Bank Berdasarkan Pengambilan Kredit Dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 8, no. 3, 2022, doi: 10.33197/jitter.vol8.iss3.2022.883.
- [22] N. Ratama, H. Zakaria, P. T. Informatika, U. Pamulang, and T. S. Banten, "Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk," vol. 2, no. 3, pp. 2348–2354, 2024.