
Application of Fuzzy C-Means Clustering for Customer Segmentation Using the RFM Model to Optimize Marketing Strategy at Unico Coffee

Iqbal Imam Majid¹⁾, Azahari²⁾, dan Ahmad Abul Khair³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Widya Cipta Dharma

^{1,2,3}Jl. M. Yamin No. 25, Samarinda, Kalimantan Timur 75123

E-mail: iqbalimammajid53@gmail.com¹⁾, Azahari@wicida.ac.id²⁾, Khair@wicida.ac.id³⁾

ABSTRACT

The increasing competition among coffee shops requires businesses to understand customer behavior and avoid uniform marketing campaigns. Unico Coffee had accumulated transaction records, but the data were primarily used for financial reporting and had not been systematically transformed into customer segments. This study aims to apply the Recency, Frequency, and Monetary (RFM) model and the Fuzzy C-Means (FCM) algorithm to identify customer characteristics and formulate segment-specific marketing recommendations. The research used historical transaction data from January to December 2025, supported by observation, interviews, documentation, and literature review. Data processing consisted of cleaning invalid records, transforming transactions into RFM variables, selecting relevant features, and applying min-max normalization. The normalized RFM values were processed through FCM with three clusters and implemented in a PHP- and MySQL-based web system that supports manual transaction entry, CSV import, automatic RFM calculation, clustering, visualization, recommendation generation, and CSV export. The implementation produced segmentation for 250 customers. Cluster C2 had the highest centroid values ($R = 0.673$, $F = 0.648$, $M = 0.434$) and was interpreted as Priority Customers. Cluster C1 showed intermediate characteristics ($R = 0.613$, $F = 0.404$, $M = 0.213$) and was interpreted as Potential Customers, while C3 had the lowest values ($R = 0.483$, $F = 0.198$, $M = 0.106$) and was interpreted as At-Risk Customers. Black-box testing showed that all tested functions operated as expected. The resulting segments support loyalty programs, transaction stimulation, and customer reactivation strategies.

Keywords: Fuzzy C-Means Clustering, RFM Model, Customer Segmentation, Marketing Strategy, Coffee Shop

Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Clustering dalam Segmentasi Pelanggan dengan RFM Model untuk Optimalisasi Strategi Pemasaran pada Unico Coffee

ABSTRAK

Persaingan bisnis kedai kopi menuntut pelaku usaha memahami perilaku pelanggan dan mengurangi penggunaan promosi yang sama untuk seluruh konsumen. Unico Coffee telah memiliki riwayat transaksi, tetapi data tersebut masih dominan digunakan untuk pelaporan keuangan dan belum diolah secara sistematis menjadi informasi segmentasi pelanggan. Penelitian ini bertujuan menerapkan model Recency, Frequency, dan Monetary (RFM) serta algoritma Fuzzy C-Means (FCM) untuk mengidentifikasi karakteristik pelanggan dan menyusun rekomendasi pemasaran sesuai segmen. Data penelitian berupa transaksi historis periode Januari sampai Desember 2025 yang didukung melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Pengolahan data meliputi pembersihan data tidak valid, transformasi transaksi menjadi variabel RFM, seleksi fitur, dan normalisasi min-max. Nilai RFM yang telah dinormalisasi diproses menggunakan FCM dengan tiga cluster dan diimplementasikan pada sistem berbasis web menggunakan PHP dan MySQL. Sistem mendukung input transaksi manual, impor CSV, perhitungan RFM, clustering, visualisasi, pemberian rekomendasi, dan ekspor CSV. Implementasi menghasilkan segmentasi terhadap 250 pelanggan. Cluster C2 memiliki centroid tertinggi ($R = 0,673$; $F = 0,648$; $M = 0,434$) dan diinterpretasikan sebagai Pelanggan Prioritas. Cluster C1 memiliki karakteristik menengah ($R = 0,613$; $F = 0,404$; $M = 0,213$) sebagai Pelanggan Potensial, sedangkan C3 memiliki nilai terendah ($R = 0,483$; $F = 0,198$; $M = 0,106$) sebagai pelanggan Berpotensi Lari. Pengujian black box menunjukkan seluruh fungsi yang diuji berjalan sesuai harapan. Segmentasi tersebut mendukung strategi loyalitas, peningkatan transaksi, dan reaktivasi pelanggan.

Kata Kunci: Fuzzy C-Means Clustering, RFM Model, Segmentasi Pelanggan, Strategi Pemasaran, Kedai Kopi

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri *food and beverage*, khususnya kedai kopi, meningkatkan persaingan dalam memperoleh sekaligus mempertahankan pelanggan. Perubahan fungsi

kedai kopi menjadi tempat konsumsi, bekerja, dan bersosialisasi membuat strategi pemasaran tidak cukup hanya berorientasi pada akuisisi pelanggan baru. Perusahaan perlu membangun hubungan pelanggan yang kuat, menciptakan nilai, dan menyusun komunikasi

pemasaran yang relevan dengan karakteristik konsumen (Armstrong & Kotler, 2021; Chaffey & Ellis-Chadwick, 2022).

Unico Coffee memiliki riwayat transaksi penjualan yang dapat menggambarkan aktivitas pelanggan, tetapi pemanfaatannya masih terbatas pada rekapitulasi penjualan dan laporan keuangan. Manajemen belum mengolah data tersebut untuk mengetahui kapan pelanggan terakhir bertransaksi, seberapa sering pelanggan melakukan pembelian, serta seberapa besar kontribusi nilai belanjanya. Kondisi ini menyebabkan promosi masih bersifat *mass marketing*, yaitu informasi yang sama disampaikan kepada seluruh pelanggan tanpa membedakan tingkat aktivitas dan nilai pelanggan.

Data mining dapat digunakan untuk menemukan pola dan pengetahuan dari kumpulan data transaksi sehingga catatan operasional berubah menjadi informasi yang mendukung keputusan. Teknik ini menggabungkan proses pengolahan data dan pembelajaran mesin untuk mengidentifikasi pola yang tidak mudah diketahui secara langsung (Han et al., 2022; Sarker, 2021). Salah satu bentuk penerapannya adalah segmentasi pelanggan menggunakan model RFM yang merangkum perilaku pelanggan berdasarkan *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*.

Berbagai penelitian telah mengombinasikan RFM dan algoritma pengelompokan. Wicaksono et al. (2021) menghasilkan tiga kelompok pelanggan e-commerce dan memvisualisasikannya dalam dashboard. Hermawati dan Sulaiman (2021) menggunakan Fuzzy RFM dan FCM untuk membentuk kelompok berdasarkan tingkat potensi pelanggan. Al-Yasir et al. (2024) memperoleh dua cluster pelanggan bisnis, sedangkan Sihombing dan Rahayu (2025) memperoleh tiga cluster dengan derajat keanggotaan fuzzy. Pada konteks kedai kopi, Sihombing et al. (2025) menggunakan FCM untuk mengidentifikasi menu potensial, tetapi objek yang dianalisis adalah produk, bukan perilaku pelanggan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan RFM secara utuh terhadap data transaksi pelanggan Unico Coffee, penggunaan FCM untuk merepresentasikan kedekatan pelanggan pada lebih dari satu cluster, serta integrasi hasil analisis ke dalam sistem berbasis web. Sistem tidak hanya menghitung cluster, tetapi juga menampilkan nilai RFM, centroid, derajat keanggotaan, visualisasi, dan rekomendasi pemasaran. Kontribusi penelitian adalah menyediakan mekanisme pengolahan transaksi menjadi segmentasi yang dapat digunakan manajemen sebagai dasar penyusunan program loyalitas, stimulasi transaksi, dan reaktivasi pelanggan.

2. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup penelitian ditetapkan agar penerapan metode tetap sesuai dengan tujuan penelitian. Pertama, data

yang digunakan berupa transaksi historis Unico Coffee periode Januari sampai Desember 2025. Kedua, fitur yang digunakan untuk clustering dibatasi pada *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*. Ketiga, algoritma pengelompokan yang diterapkan adalah Fuzzy C-Means dengan tiga cluster. Keempat, hasil penelitian berupa segmentasi pelanggan dan rekomendasi pemasaran; penerapan promosi secara langsung serta pengukuran dampaknya terhadap penjualan dan retensi belum dilakukan.

Rencana hasil penelitian adalah sistem berbasis web yang dapat menerima transaksi secara manual maupun melalui file CSV, melakukan validasi dan pembersihan data, menghitung RFM, menjalankan FCM, menyimpan hasil cluster, menampilkan visualisasi, memberikan rekomendasi, dan mengeksplor hasil segmentasi. Dengan batasan tersebut, sistem berfungsi sebagai alat bantu analisis dan pendukung keputusan, bukan sebagai sistem pemasaran otomatis kepada pelanggan.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Data Penelitian

Penelitian dilakukan di Unico Coffee, Jalan Ir. H. Juanda No. 80C, Samarinda. Data dikumpulkan melalui observasi proses pencatatan transaksi, wawancara dengan manajemen, dokumentasi laporan transaksi dari sistem kasir, serta studi pustaka. Hasil wawancara menunjukkan bahwa Unico Coffee menggunakan aplikasi kasir Majoo dan belum memiliki program keanggotaan yang menghubungkan identitas pelanggan dengan seluruh riwayat transaksi. Promosi dilakukan melalui Instagram dan kerja sama dengan pembuat konten, tetapi masih ditujukan secara umum.

Data transaksi yang digunakan memuat identitas pelanggan, nomor transaksi, waktu transaksi, dan nominal penjualan. Identitas pelanggan diperlukan agar beberapa transaksi milik orang yang sama dapat digabungkan. Data yang kosong, tidak konsisten, memiliki tanggal tidak valid, atau nominal nol dan negatif tidak disertakan. Penulisan nama, nomor telepon, tanggal, serta format nominal diseragamkan untuk mengurangi duplikasi dan kesalahan pembentukan RFM.

3.2 Model RFM

Model RFM merangkum transaksi setiap pelanggan menjadi tiga variabel. *Recency* merupakan selisih hari antara tanggal transaksi terbaru dalam dataset dan transaksi terakhir pelanggan. Nilai *Recency* yang lebih kecil menunjukkan pelanggan lebih baru bertransaksi. *Frequency* merupakan jumlah transaksi unik pelanggan selama periode pengamatan. *Monetary* merupakan akumulasi nilai seluruh transaksi pelanggan. Ketiga variabel tersebut telah digunakan pada penelitian segmentasi pelanggan karena sederhana, terukur, dan dapat

menggambarkan perilaku transaksi (Wicaksono et al., 2021; Al-Yasir et al., 2024).

Rentang ketiga variabel berbeda sehingga dilakukan normalisasi min-max. Normalisasi mencegah variabel Monetary yang memiliki nominal besar mendominasi perhitungan jarak. Rumus normalisasi ditunjukkan pada persamaan (1). Pada implementasi visual, nilai Recency dibalik setelah normalisasi sehingga nilai R yang lebih tinggi merepresentasikan pelanggan yang lebih aktif.

$$x_norm = (x - x_min) / (x_max - x_min) \quad (1)$$

Pada persamaan (1), x_norm adalah nilai hasil normalisasi, x adalah nilai asli, sedangkan x_min dan x_max merupakan nilai minimum dan maksimum atribut. Seluruh nilai R, F, dan M selanjutnya berada pada rentang 0 sampai 1.

3.3 Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means merupakan metode *soft clustering* yang memberikan derajat keanggotaan setiap data terhadap seluruh cluster. Nilai keanggotaan berada pada rentang 0 sampai 1 dan total keanggotaan satu data terhadap seluruh cluster sama dengan 1. Sifat tersebut memungkinkan pelanggan yang berada di batas dua kelompok tetap direpresentasikan secara lebih fleksibel daripada pengelompokan tegas (Hermawati & Sulaiman, 2021; Sihombing & Rahayu, 2025).

$$\sum_{i=1..c} \mu_{ik} = 1 \quad (2)$$

Proses dimulai dengan menentukan jumlah cluster $c = 3$, nilai pembobot $m = 2$, batas maksimum iterasi, dan nilai toleransi. Berdasarkan matriks keanggotaan, pusat cluster dihitung menggunakan persamaan (3), dengan v_{ij} sebagai pusat cluster ke- i pada atribut ke- j , μ_{ik} sebagai derajat keanggotaan data ke- k , dan x_{kj} sebagai nilai atribut data.

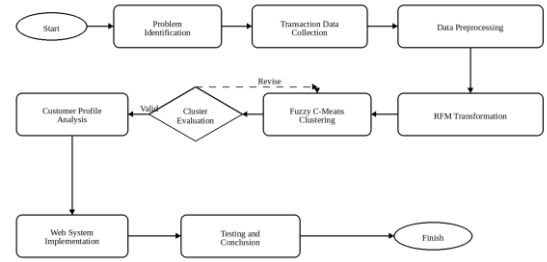
$$v_{ij} = \sum_{k=1..n} (\mu_{ik})^m x_{kj} / \sum_{k=1..n} (\mu_{ik})^m \quad (3)$$

Setelah centroid diperoleh, jarak setiap pelanggan terhadap pusat cluster dihitung dan fungsi objektif diminimalkan. Fungsi objektif pada persamaan (4) mengukur total variasi berbobot antara data dan pusat cluster. Centroid dan matriks keanggotaan diperbarui secara berulang sampai perubahan berada di bawah toleransi atau jumlah iterasi maksimum tercapai.

$$J_m = \sum_{k=1..n} \sum_{i=1..c} (\mu_{ik})^m \|x_k - v_i\|^2 \quad (4)$$

3.4 Tahapan Penelitian dan Implementasi

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data transaksi, preprocessing, transformasi RFM, clustering FCM, evaluasi hasil, analisis profil pelanggan, implementasi sistem web, serta pengujian. Alur tersebut ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram digambar kembali dalam bahasa Inggris tanpa mengubah urutan proses pada naskah skripsi agar sesuai dengan ketentuan template jurnal.



Gambar 1. Alur Penelitian

Figure 1. Research Workflow

Sistem dikembangkan menggunakan PHP, HTML, CSS, dan JavaScript dengan MySQL sebagai basis data. Laragon digunakan sebagai lingkungan server lokal karena menyediakan komponen web dan basis data dalam satu lingkungan pengembangan (Andarsyah et al., 2022; Handoyo & Anwar, 2023). Pemilihan lingkungan lokal juga mendukung proses pembangunan dan pengujian aplikasi secara efisien sebelum sistem digunakan pada lingkungan operasional (Chandra & Setyaningsih, 2025).

Pengujian dilakukan menggunakan metode *black box testing*. Skenario pengujian memeriksa fungsi dashboard, input transaksi, impor CSV, proses FCM, penyimpanan hasil, visualisasi, dan ekspor CSV. Pengujian berfokus pada kesesuaian keluaran sistem terhadap masukan tanpa menelaah struktur internal kode.

4. PEMBAHASAN

4.1 Temuan Awal dan Persiapan Data

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa pengunjung pada hari kerja banyak berasal dari mahasiswa serta pelanggan yang melakukan aktivitas *work from café*, sedangkan akhir pekan lebih banyak dikunjungi remaja dan keluarga. Pelanggan yang melakukan rapat kerja atau datang bersama keluarga dinilai memiliki potensi memberikan transaksi yang lebih besar. Walaupun manajemen mengenali beberapa pelanggan tetap, belum tersedia pencatatan keanggotaan yang memungkinkan riwayat transaksi ditelusuri secara konsisten pada tingkat pelanggan.

Tahap *data cleaning* dilakukan sebelum perhitungan RFM. Sistem menghapus spasi berlebih dengan fungsi trim, melewati baris CSV yang tidak memenuhi atribut wajib, membersihkan simbol dan pemisah nominal, serta menghapus spasi pada nomor telepon. Nomor telepon atau identitas pelanggan kemudian digunakan sebagai kode pelanggan untuk mengurangi duplikasi. Proses tersebut memastikan nilai Frequency dan Monetary tidak terpecah akibat variasi penulisan identitas yang sebenarnya merujuk pada pelanggan yang sama.

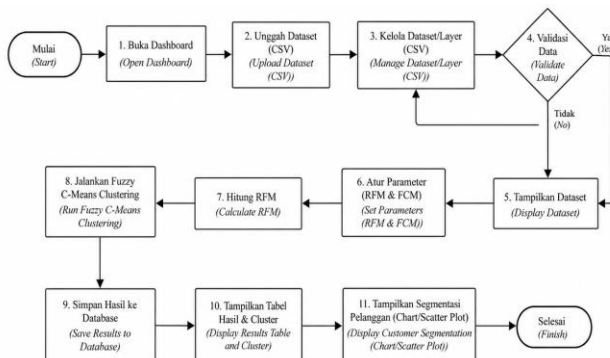
Setelah data valid, transaksi digabungkan berdasarkan identitas pelanggan. Tanggal transaksi terakhir digunakan

untuk menghitung Recency, jumlah nomor transaksi unik digunakan untuk Frequency, dan penjumlahan nominal transaksi digunakan untuk Monetary. Atribut nama, ID, dan nomor telepon tidak menjadi fitur clustering karena hanya berfungsi sebagai pengenalan. Seleksi fitur menghasilkan matriks RFM yang kemudian dinormalisasi.

4.2 Implementasi Sistem Web

Basis data sistem terdiri dari tabel customers, transactions, cluster_runs, dan cluster_results. Tabel customers menyimpan identitas pelanggan, sedangkan transactions menyimpan riwayat transaksi dalam relasi satu pelanggan ke banyak transaksi. Tabel cluster_runs menyimpan parameter dan ringkasan setiap proses clustering, sedangkan cluster_results menyimpan nilai RFM, nilai normalisasi, cluster, nama segmen, rekomendasi, serta derajat keanggotaan pelanggan.

Alur sistem ditunjukkan pada Gambar 2. Pengguna membuka dashboard, memasukkan transaksi secara manual atau mengimpor CSV, kemudian sistem memvalidasi data. Data yang tidak valid ditolak dan ditampilkan sebagai kesalahan. Data yang valid disimpan, dihitung menjadi RFM, diproses menggunakan FCM, dan disimpan bersama centroid serta hasil segmentasi. Sistem selanjutnya menampilkan tabel dan grafik serta menyediakan ekspor hasil dalam format CSV.



Gambar 2. Alur Sistem Segmentasi

Figure 2. Segmentation System Workflow

Dashboard menampilkan jumlah pelanggan, jumlah transaksi, total omzet, dan rata-rata transaksi. Halaman transaksi menyediakan formulir input dan fasilitas impor CSV. Halaman visualisasi menampilkan persebaran cluster dan nilai centroid, sedangkan halaman hasil segmentasi menampilkan nilai RFM, cluster dominan, derajat keanggotaan, nama segmen, serta rekomendasi. Fitur-fitur tersebut mengubah data yang sebelumnya hanya digunakan sebagai rekapitulasi menjadi informasi yang dapat langsung dibaca oleh manajemen.

4.3 Hasil Segmentasi Pelanggan

Proses FCM menghasilkan segmentasi terhadap 250 pelanggan menjadi tiga cluster. Setiap cluster dianalisis

berdasarkan nilai centroid RFM. Karena kode C1, C2, dan C3 hanya merupakan identitas yang dibentuk oleh algoritma, penamaan segmen ditentukan setelah membandingkan profil centroid. Nilai yang lebih tinggi pada Frequency dan Monetary menunjukkan aktivitas serta kontribusi transaksi yang lebih kuat, sedangkan nilai R yang lebih tinggi menunjukkan transaksi yang lebih baru karena Recency telah dibalik setelah normalisasi.

Tabel 1. Centroid dan Interpretasi Cluster

Table 1. Cluster Centroids and Interpretation

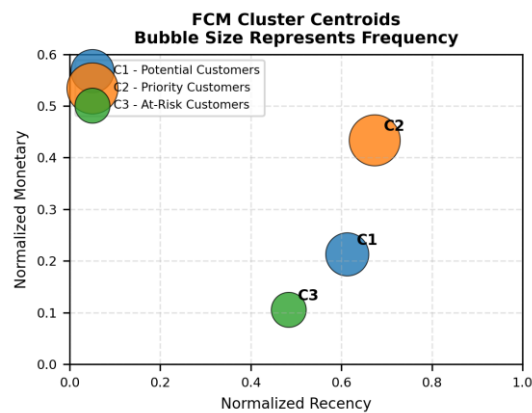
Cluster	Centroid R-F-M	Segmen
C1	0,613; 0,404; 0,213	Pelanggan Potensial
C2	0,673; 0,648; 0,434	Pelanggan Prioritas
C3	0,483; 0,198; 0,106	Berpotensi Lari

Cluster C2 memiliki centroid tertinggi pada seluruh variabel dan diinterpretasikan sebagai Pelanggan Prioritas. Kelompok ini mempunyai transaksi yang relatif lebih baru, frekuensi yang lebih tinggi, dan kontribusi belanja terbesar. Strategi yang sesuai adalah mempertahankan hubungan melalui program loyalitas, penghargaan, voucher eksklusif, layanan prioritas, dan pengenalan menu baru. Strategi tersebut sejalan dengan prinsip pemasaran yang menekankan penciptaan nilai dan hubungan jangka panjang pada kelompok pelanggan bernilai tinggi (Kotler et al., 2021).

Cluster C1 berada pada tingkat menengah sehingga diinterpretasikan sebagai Pelanggan Potensial. Pelanggan dalam kelompok ini masih aktif dan memiliki kontribusi yang dapat dikembangkan, tetapi Frequency dan Monetary belum setinggi C2. Rekomendasi yang diberikan berupa paket bundling, program poin, rekomendasi menu tambahan, serta promosi kunjungan berikutnya untuk meningkatkan intensitas dan nilai transaksi.

Cluster C3 memiliki nilai Frequency dan Monetary terendah serta nilai R yang lebih rendah dibandingkan C1 dan C2. Cluster ini diinterpretasikan sebagai pelanggan Berpotensi Lari atau kurang aktif. Strategi yang sesuai adalah promosi reaktivasi, diskon khusus, pesan personal, dan pengenalan kembali produk. Tujuannya mendorong pelanggan melakukan kunjungan ulang sebelum hubungan dengan pelanggan semakin melemah.

Perbandingan centroid divisualisasikan pada Gambar 3. Sumbu horizontal menunjukkan nilai normalisasi Recency, sumbu vertikal menunjukkan Monetary, dan ukuran gelembung merepresentasikan Frequency. Gambar tersebut tidak menggantikan persebaran seluruh pelanggan, tetapi memberikan ringkasan posisi pusat ketiga cluster berdasarkan nilai yang tercantum pada hasil penelitian.



Gambar 3. Scatter Plot Centroid RFM
Figure 3. RFM Centroid Scatter Plot

Penggunaan derajat keanggotaan memberikan informasi tambahan selain cluster dominan. Pelanggan dengan nilai keanggotaan tinggi memiliki pola yang jelas dan dekat dengan centroid segmennya, sedangkan nilai yang lebih moderat menunjukkan posisi yang dekat dengan batas cluster lain. Informasi ini penting agar manajemen tidak memperlakukan hasil cluster sebagai batas yang sepenuhnya kaku. Strategi dapat disesuaikan ketika seorang pelanggan menunjukkan karakteristik campuran antara dua segmen.

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian black box dilakukan terhadap fungsi utama dan seluruh skenario pada naskah menghasilkan status berhasil. Ringkasan pengujian ditunjukkan pada Tabel 2. Sistem dapat menampilkan dashboard, menerima transaksi valid, menolak data tidak lengkap atau nominal tidak valid, mengimpor CSV, menjalankan FCM, menyimpan hasil, menampilkan segmentasi, dan mengekspor CSV.

Tabel 2. Ringkasan Pengujian Black Box
Table 2. Black-Box Testing Summary

Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Status
Dashboard	Ringkasan pelanggan dan transaksi tampil	Berhasil
Input transaksi	Data valid tersimpan; data tidak valid ditolak	Berhasil
Impor CSV	CSV valid diproses; format salah ditolak	Berhasil
Clustering FCM	RFM, centroid, membership, dan segmen terbentuk	Berhasil
Ekspor hasil	Hasil segmentasi dapat diunduh sebagai CSV	Berhasil

4.5 Kontribusi dan Keterbatasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi RFM dan FCM dapat mengubah transaksi menjadi profil pelanggan yang lebih terstruktur. Penelitian terdahulu pada e-commerce dan bisnis B2B juga menunjukkan bahwa segmentasi RFM membantu membedakan pelanggan loyal,

potensial, dan kurang aktif (Wicaksono et al., 2021; Al-Yasir et al., 2024). Penelitian ini memperluas penerapan tersebut pada konteks kedai kopi sekaligus menyediakan aplikasi yang dapat digunakan untuk memproses data secara berulang melalui antarmuka web.

Meskipun demikian, penelitian belum mengukur dampak penerapan rekomendasi terhadap perubahan penjualan, respons promosi, retensi, dan loyalitas. Identitas pelanggan juga belum terintegrasi secara langsung dengan sistem kasir sehingga konsistensi riwayat masih bergantung pada pencatatan nama, nomor telepon, atau ID. Selain itu, sistem belum menentukan jumlah cluster secara otomatis menggunakan Partition Coefficient, Classification Entropy, atau Xie-Beni Index. Oleh karena itu, hasil segmentasi berfungsi sebagai dasar rekomendasi dan belum menjadi bukti keberhasilan strategi pemasaran setelah diterapkan.

5. KESIMPULAN

Model RFM dan algoritma Fuzzy C-Means berhasil diterapkan pada sistem berbasis web untuk mengelompokkan 250 pelanggan Unico Coffee. Data transaksi dibersihkan, ditransformasikan menjadi Recency, Frequency, dan Monetary, diseleksi, serta dinormalisasi sebelum proses clustering. Hasil membentuk tiga segmen, yaitu C2 sebagai Pelanggan Prioritas dengan centroid tertinggi, C1 sebagai Pelanggan Potensial dengan karakteristik menengah, dan C3 sebagai pelanggan Berpotensi Lari dengan Frequency serta Monetary terendah. Sistem menyediakan input manual, impor CSV, perhitungan RFM, clustering, visualisasi, rekomendasi, dan ekspor hasil. Seluruh fungsi yang diuji melalui black box berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Segmentasi tersebut dapat menjadi dasar penyusunan program loyalitas, peningkatan transaksi, dan reaktivasi pelanggan yang lebih terarah.

6. SARAN

Pengembangan selanjutnya perlu mengintegrasikan identitas pelanggan atau program membership dengan sistem Point of Sales agar transaksi dapat dikaitkan secara konsisten dengan pelanggan tertentu. Dataset dan periode pengamatan dapat diperluas, sedangkan jumlah cluster sebaiknya ditentukan secara otomatis menggunakan indeks validitas. Sistem juga dapat diintegrasikan langsung dengan kasir, dilengkapi autentikasi serta pembagian hak akses, dan dikembangkan untuk mengirim promosi melalui WhatsApp atau surat elektronik. Rekomendasi pemasaran perlu diuji secara langsung dengan membandingkan frekuensi kunjungan, nilai transaksi, tingkat respons promosi, dan retensi sebelum serta sesudah strategi diterapkan.

7. REFERENSI

- Al-Yasir, A.-Y., Afdal, M., Zarnelly, Z., & Marsal, A. (2024). Analisis loyalitas pelanggan business to business berdasarkan model RFM menggunakan algoritma Fuzzy C-Means. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 359-365. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.1163>
- Andarsyah, R., Pratama, C. Y., & Kishendrian, H. D. (2022). Implementasi code coverage pada chatbot Telegram sebagai media alternatif sistem informasi. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(2).
- Armstrong, G., & Kotler, P. (2021). *Principles of marketing* (18th global ed.). Pearson.
- Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2022). *Digital marketing: Strategy, implementation and practice* (8th ed.). Pearson.
- Chandra, A. Y., & Setyaningsih, P. W. (2025). Benchmarking local development environments: Analyzing the performance of XAMPP, MAMP, and Laragon. *Bulletin of Computer Science Research*, 5(3), 193-206. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v5i3.493>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2022). *Data mining: Concepts and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Handoyo, F., & Anwar, N. (2023). Rancang bangun aplikasi penjualan buket bunga berbasis web. *IKRAITH-Informatika*, 7(3), 40-46. <https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v7i3>
- Hermawati, V., & Sulaiman, R. (2021). Penentuan segmentasi pelanggan e-commerce menggunakan Fuzzy C-Means dan model Fuzzy RFM. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(1), 76-88. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v9n1.p76-88>
- Kotler, P., Keller, K. L., & Chernev, A. (2021). *Marketing management* (16th global ed.). Pearson.
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, 2, Article 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Sihombing, R. D., Ramadhan, P. S., & Al-Asyhari, A. H. (2025). Penerapan data mining menentukan menu potensial menggunakan metode clustering dengan algoritma Fuzzy C-Mean. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, 8(1), 83-98. <https://doi.org/10.53513/jsk.v8i1.10719>
- Sihombing, Y. M., & Rahayu, E. S. (2025). Implementasi Fuzzy C-Means Clustering dalam segmentasi pelanggan dengan model RFM. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2777-2786. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4034>
- Wicaksono, A., Bachtiar, F. A., & Setiawan, N. Y. (2021). Segmentasi pelanggan menggunakan Fuzzy C-Means Clustering berdasarkan RFM model pada e-commerce (studi kasus: e-commerce XYZ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(4), 1351-1360.