

**ANALISIS SEGMENTASI PENGUNJUNG MENGGUNAKAN K-MEANS
CLUSTERING BERDASARKAN MODEL RFM: STUDI KASUS PEGASUS
KARTING CABANG PLUIT VILLAGE**

Nurul Isnayni¹, Imam Budiawan², Yumi Novita Dewi³

¹²³Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina
Sarana Informatika, Jakarta

Alamat e-mail: ¹nurulIsnayni2@gmail.com, ²imam.imb@bsi.ac.id,
³yumi.ymd@bsi.ac.id

ABSTRACT

*The experience-based entertainment industry, such as indoor karting, faces challenges in understanding customer behavior through a data-driven approach. Pegasus Karting at Pluit Village Mall recorded 1,833 transactions from 892 unique customers during October-December 2025 via its Smart TAG cashier system, yet this data remained underutilized for strategic decision-making. This study aims to implement K-Means Clustering based on the RFM (Recency, Frequency, Monetary) model to generate customer segments, analyze the characteristics of each segment, and formulate Customer Relationship Management (CRM) strategy recommendations and operational efficiency improvements. The methodology encompasses RFM value computation, Min-Max normalization, optimal cluster determination using the Elbow Method and Silhouette Score, and K-Means execution with *k-means++* initialization. Results indicate that $k = 3$ is the optimal configuration, yielding a Silhouette Score of 0.5453 (above the 0.5 threshold), thus rejecting H_0 and accepting H_1 . Segmentation produced two main groups: Champions (655 customers, 73.4%) with an average Recency of 24.25 days, Frequency of 2.2 visits, and Monetary of IDR 333,829, contributing 76.7% of total revenue; and Lost Customers (237 customers, 26.6%) with an average Recency of 77.83 days, contributing 23.3% of revenue. These findings serve as the basis for loyalty retention strategies for the Champions segment and win-back campaigns for Lost Customers.*

Keywords: *K-Means Clustering, RFM Model, Customer Segmentation, Customer Relationship Management, Indoor Karting.*

ABSTRAK

Industri hiburan berbasis pengalaman seperti gokart *indoor* menghadapi tantangan dalam memahami perilaku pelanggan secara *data-driven*. Pegasus Karting Cabang Pluit Village mencatat 1.833 transaksi dari 892 pelanggan unik selama periode Oktober-Desember 2025 melalui sistem kasir Smart TAG, namun data tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering* berbasis model RFM (*Recency, Frequency, Monetary*) guna membentuk segmen pelanggan, menganalisis karakteristik tiap segmen, serta merumuskan rekomendasi strategi *Customer Relationship Management* (CRM) dan efisiensi operasional. Metode yang digunakan meliputi perhitungan nilai RFM, normalisasi *Min-Max*, penentuan jumlah *cluster* optimal menggunakan *Elbow Method* dan *Silhouette Score*, serta eksekusi *K-Means* dengan inisialisasi *k-means++*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa $k = 3$ merupakan konfigurasi optimal dengan *Silhouette Score* sebesar 0,5453 (di atas ambang batas 0,5), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Segmentasi menghasilkan dua kelompok utama: *Champions* (655 pelanggan, 73,4%) dengan rata-rata *Recency* 24,25 hari, *Frequency* 2,2 kali, dan *Monetary*

Rp333.829 yang berkontribusi 76,7% terhadap total pendapatan; serta *Lost Customers* (237 pelanggan, 26,6%) dengan *Recency* 77,83 hari dan kontribusi pendapatan 23,3%. Hasil segmentasi ini menjadi dasar rekomendasi strategi retensi loyalitas untuk segmen *Champions* dan kampanye reaktivasi untuk segmen *Lost Customers*.

Kata kunci: *K-Means Clustering*, Model RFM, Segmentasi Pelanggan, *Customer Relationship Management*, Gokart Indoor.

A. Pendahuluan

Industri hiburan berbasis pengalaman di Indonesia memperlihatkan tren pertumbuhan yang stabil, sejalan dengan pergeseran preferensi konsumsi masyarakat perkotaan pascapandemi. Fenomena ini mengacu pada konsep *experience economy*, di mana konsumen modern tidak lagi berfokus pada kepemilikan barang fisik, melainkan lebih mengutamakan pengalaman emosional bermakna. Pergeseran ini mendorong pertumbuhan wahana rekreasi aktif, termasuk gokart *indoor* yang beroperasi di pusat perbelanjaan premium.

Pegasus Karting di Pluit Village Mall, Jakarta Utara, melayani beragam kelompok demografis dengan pola kunjungan yang berbeda antara akhir pekan dan hari kerja selisih volume mencapai 60-70%. Sistem kasir berbasis Smart TAG telah menghasilkan data transaksi berjumlah besar selama periode Oktober-Desember 2025, mencatat 1.833 transaksi dari 892 pengunjung unik. Namun, data tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sebagai dasar pengambilan keputusan strategis sehingga seluruh pengunjung diperlakukan seragam tanpa mempertimbangkan perbedaan nilai dan perilaku kunjungan ¹.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan analitik berbasis *data mining*. Model RFM (*Recency*, *Frequency*, *Monetary*) merupakan metode yang efektif dalam mengukur nilai pelanggan berdasarkan waktu kunjungan terakhir, frekuensi interaksi, serta kontribusi finansial ². Pengelompokan data RFM memerlukan algoritma yang mampu mengolah data multidimensi secara efisien, salah

satunya *K-Means Clustering* sebuah metode *unsupervised learning* yang mengelompokkan data berdasarkan kedekatan karakteristik tanpa memerlukan label awal ³.

Meskipun kombinasi RFM dan *K-Means* telah banyak diterapkan di sektor ritel, *e-commerce*, dan keuangan, kajian pada industri gokart *indoor* masih sangat terbatas. Keunikan industri ini terletak pada pola kunjungan yang bersifat impulsif serta adanya keterbatasan kapasitas fisik lintasan, sehingga hasil segmentasi diperkirakan berbeda dari sektor lain. Penelitian ini bertujuan: (1) mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering* berbasis model RFM untuk membentuk segmen pengunjung; (2) menganalisis karakteristik tiap segmen; dan (3) merumuskan rekomendasi strategi CRM dan efisiensi operasional bagi Pegasus Karting.

Penelitian ini dibatasi pada data transaksi Pegasus Karting Cabang Pluit Village periode Oktober-Desember 2025 yang bersumber dari sistem kasir Smart TAG, dengan tiga variabel utama *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary* sebagai dasar segmentasi, tanpa melibatkan data demografis pengunjung seperti usia maupun jenis kelamin karena keterbatasan ketersediaan data pada sistem kasir. Algoritma yang digunakan dibatasi pada *K-Means* dengan validasi *Elbow Method* dan *Silhouette Score*, tanpa membandingkan dengan algoritma *clustering* lain seperti DBSCAN atau *Hierarchical Clustering*. Adapun manfaat penelitian ini secara praktis diharapkan dapat membantu manajemen Pegasus Karting Cabang Pluit Village dalam merancang strategi CRM dan efisiensi operasional berbasis data, sedangkan secara akademis penelitian ini

diharapkan memperkaya kajian penerapan RFM dan *K-Means Clustering* pada industri hiburan aktif berbasis pengalaman yang masih jarang diteliti dibandingkan sektor ritel maupun e-commerce.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadaptasi kerangka *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) yang diintegrasikan dengan model segmentasi berbasis RFM. Data diperoleh dari ekspor rekaman transaksi sistem kasir Smart TAG Pegasus Karting periode Oktober-Desember 2025. Dataset awal memuat 1.859 transaksi dengan 11 jenis tiket, nilai transaksi berkisar antara Rp50.000 hingga Rp880.000 (rata-rata Rp155.504).

Tahapan Penelitian dan Pengumpulan Data

Alur penelitian ditempuh melalui sepuluh tahap berurutan, meliputi: (1) observasi lapangan pada aktivitas kasir Smart TAG selama Oktober-Desember 2025 untuk memahami pola kunjungan *weekday* dan *weekend* serta pengelolaan kapasitas lintasan; (2) identifikasi masalah berupa data transaksi yang belum dimanfaatkan sebagai dasar segmentasi; (3) pengumpulan data sekunder berupa 1.859 baris transaksi mentah dari 892 nomor Smart TAG unik yang diekspor ke format Microsoft Excel, mencakup tujuh variabel yaitu tanggal transaksi, nama tiket, kode Smart TAG, harga, diskon, jumlah tiket (QTY), dan total pembayaran, dengan 11 kategori tiket (*Weekday/Weekend × Beginner, Junior, Master, Pro, 2 Seater, Happy Hour*); (4) eksplorasi data (EDA) yang mencakup pemeriksaan struktur dan kualitas data menggunakan fungsi `isnull().sum()`, analisis distribusi jenis tiket dengan Tiket *Weekend Pro* sebagai kategori terlaris (483 transaksi, 26,35%) diikuti *Weekend Junior* (333 transaksi, 18,17%) serta deteksi outlier menggunakan *Interquartile Range* (IQR); (5) praproses data; (6) perhitungan nilai RFM; (7) normalisasi *Min-Max*; (8) penentuan *cluster* optimal; (9) eksekusi *K-Means*; serta (10) pemberian label

segmen berdasarkan profil *centroid*. Kerahasiaan identitas pengunjung terjaga karena identifikasi hanya menggunakan kode numerik Smart TAG, tanpa melibatkan nama maupun nomor telepon pengunjung.

Praproses Data

Sebanyak 26 baris duplikat dihapus menggunakan fungsi `drop_duplicates()`, menghasilkan 1.833 transaksi bersih. Koreksi format tanggal dilakukan untuk mengatasi interpretasi otomatis Microsoft Excel yang menukar posisi hari dan bulan pada tanggal dengan nilai hari ≤ 12 . Seluruh kolom Tanggal dikonversi menggunakan `pd.to_datetime()` dengan parameter `dayfirst=True`, memastikan rentang data 1 Oktober hingga 31 Desember 2025.

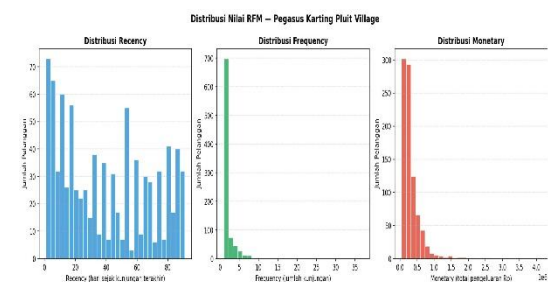
Perhitungan Nilai RFM

Nilai RFM dihitung untuk setiap pengunjung unik dengan tanggal referensi 1 Januari 2026. *Recency* didefinisikan sebagai jumlah hari sejak transaksi terakhir; *Frequency* sebagai total transaksi dalam periode pengamatan; dan *Monetary* sebagai akumulasi total pembayaran per pengunjung. Proses agregasi menghasilkan satu baris data RFM untuk masing-masing dari 892 pengunjung unik.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Nilai RFM Pengunjung (N=892)

Statistik	Recency (hari)	Frequency (kali)	Monetary (Rp)
Minimum	0	1	50.000
Maksimum	91	37	4.121.000
Rata-rata	38,49	2,05	319.549
Standar Deviasi	28,93	2,24	304.831

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)



Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Gambar 1. Distribusi Nilai RFM Pengunjung

Normalisasi Data

Ketiga dimensi RFM dinormalisasi ke rentang [0, 1] menggunakan *Min-Max Scaling*:

$$X_{\text{norm}} = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

Normalisasi diperlukan agar dimensi *Monetary* yang bernilai jauh lebih besar tidak mendominasi perhitungan jarak *Euclidean* dalam algoritma *K-Means*.

Penentuan Cluster Optimal dan Eksekusi K-Means

Pengujian dilakukan untuk $k = 2$ hingga $k = 10$ menggunakan *Elbow Method* dan *Silhouette Score*. *K-Means* dieksekusi menggunakan Python (*scikit-learn*) dengan inisialisasi *k-means++*, $n_{\text{init}} = 10$, $max_iter = 300$, dan $random_state = 42$ untuk memastikan reproduisibilitas hasil. Label numerik *cluster* (0, 1, 2) yang dihasilkan algoritma bersifat arbitrer dan tidak merepresentasikan urutan maupun tingkatan tertentu. Pada Tabel 2, kolom disusun berdasarkan nilai *Recency* secara *ascending* (dari yang paling aktif ke paling tidak aktif) guna memudahkan interpretasi, bukan mengikuti urutan label numerik hasil algoritma.

Tabel 2. Centroid RFM per Cluster Hasil K-Means ($k = 3$)

Cluster	0	2	1
Label Segmen	Champions	Champions	Lost Customers
Recency Rata-rata (hari)	10,93	44,89	77,83
Frequency Rata-rata (kali)	2,39	1,81	1,76
Monetary Rata-rata (Rp)	358.766	295.210	280.084
Jumlah	398	257	237
%	44,6%	28,8%	26,6%

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penentuan Jumlah Cluster Optimal

Hasil evaluasi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penurunan *inertia* paling tajam terjadi dari $k = 2$ ke $k = 3$ (dari 26,9403 menjadi 16,3059), membentuk titik "siku" yang jelas. Meskipun *Silhouette Score* tertinggi diperoleh pada $k = 2$ (0,6214), penelitian ini memilih $k = 3$ dengan pertimbangan keseimbangan antara validitas statistik dan kegunaan bisnis. Pada $k = 2$, segmentasi terlalu lebar untuk menghasilkan rekomendasi CRM yang terdiferensiasi. Pada $k = 4$, *Silhouette Score* menurun menjadi 0,4709 dan sempat naik kembali pada $k = 5$ (0,5013), namun kenaikan ini bersifat tidak stabil dan tidak diikuti oleh penurunan *inertia* yang signifikan maupun peningkatan kegunaan bisnis segmentasi; skor kembali menurun konsisten di bawah 0,46 pada $k = 6$ hingga 10. Dengan demikian, $k = 3$ tetap dipilih sebagai konfigurasi paling optimal dan stabil, baik dari sisi statistik maupun kepentingan strategis CRM.

Tabel 3. Perbandingan Inertia dan Silhouette Score untuk $k = 2$ s.d. 10

k	Inertia / SSE	Silhouette Score	Keterangan
2	26,9403	0,6214	Silhouette tertinggi; titik siku Elbow
3	16,3059	0,5453	Dipilih dalam penelitian ini
4	12,7613	0,4709	Di bawah ambang batas 0,5
5	9,9432	0,5013	Di bawah ambang batas 0,5
6–10	< 9,0	< 0,46	Menurun terus, tidak dipilih

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

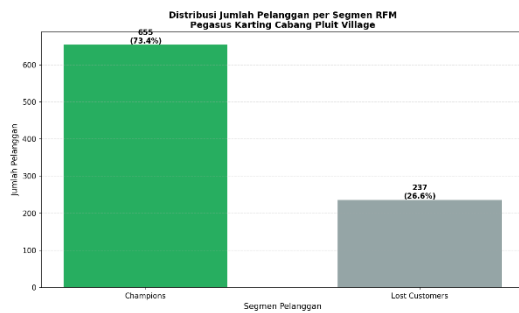
Visualisasi hubungan antara nilai k , *inertia*, dan *Silhouette Score* disajikan pada Gambar 2 berikut.

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Gambar 2. Grafik *Elbow Method* dan *Silhouette Score* Penentuan *Cluster* Optimal

Hasil K-Means Clustering

K-Means dengan $k = 3$ menghasilkan tiga *cluster* dengan *Silhouette Score* akhir 0,5453. Profil *centroid* disajikan pada Tabel 2.

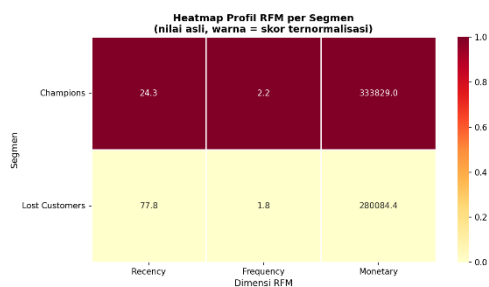


Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Gambar 3. Distribusi Jumlah Pelanggan per Segmen RFM

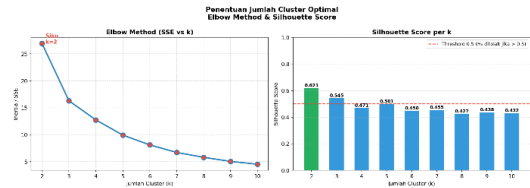
Pemberian Label Segmen

Cluster 0 memiliki *Recency* terendah (10,93 hari), *Frequency* tertinggi (2,39 kali), dan *Monetary* tertinggi (Rp358.766), sehingga diberi label "*Champions*". *Cluster 2* berada di posisi tengah dengan karakteristik aktif serupa. Keduanya digabungkan menjadi satu segmen "*Champions*" untuk keperluan perumusan strategi CRM. *Cluster 1* dengan *Recency* 77,83 hari diberi label "*Lost Customers*".



Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Gambar 4. Heatmap Profil RFM



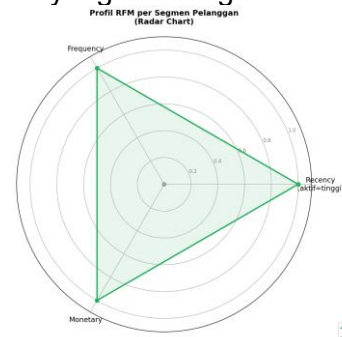
per Segmen

Analisis Profil Segmen

Segmen *Champions* mencakup 655 pengunjung (73,4%) dengan rata-rata kunjungan terakhir 24,25 hari dan kontribusi pendapatan 76,7% (Rp218.658.000). Tingginya proporsi segmen ini mengindikasikan bahwa basis pengunjung aktif Pegasus Karting cukup solid, kemungkinan didukung oleh program *Happy Hour* pada hari Selasa-Kamis pukul 10.00-16.00 dan kemudahan akses lokasi di dalam mall.

Segmen *Lost Customers* mencakup 237 pengunjung (26,6%) dengan *Recency* rata-rata 77,83 hari, meski masih menyumbang Rp66.380.000 (23,3%) terhadap total pendapatan. Jika sebagian segmen ini berhasil diaktifkan kembali melalui kampanye reaktivasi yang tepat, potensi peningkatan pendapatan cukup signifikan.

Nilai *Frequency* rata-rata keseluruhan yang hanya 2,05 kali dalam tiga bulan mencerminkan karakteristik industri gokart *indoor* sebagai hiburan impulsif dan tidak terjadwal, berbeda dari sektor ritel atau keuangan dengan pola konsumsi yang lebih reguler.

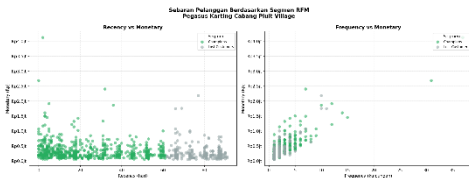


Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Gambar 5. Profil RFM per Segmen Pelanggan (Radar Chart)

Tabel 4. Ringkasan Statistik Segmen Pengunjung

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)



Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Gambar 6. Sebaran Pelanggan Berdasarkan Segmen RFM

Pengujian Hipotesis
Tabel 5. Ringkasan Hasil Pengujian Validasi Model K-Means

Kriteria Pengujian	Nilai Target	Nilai Aktual	Status
Jumlah Cluster (k)	3	3	Terpenuhi
Silhouette Score	> 0,5	0,5453	H ₀ Ditolak
Perbedaan Centroid R	Berbeda nyata	10,93 77,83 44,89	Terpenuhi
Perbedaan Centroid F	Berbeda nyata	2,39 1,76 1,81	Terpenuhi
Perbedaan Centroid M	Berbeda nyata	358.766 280.084 295.210	Terpenuhi
Kesimpulan Hipotesis	H ₁ Diterima	H ₁ Diterima	Konfirmasi

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Silhouette Score 0,5453 melampaui ambang batas 0,5 yang ditetapkan dalam hipotesis. Perbedaan *centroid* antar *cluster* pada ketiga dimensi R, F, dan M juga terbukti nyata. Dengan demikian, H₀ ditolak dan H₁ diterima: terdapat perbedaan karakteristik yang signifikan antar segmen yang dapat dijadikan dasar strategi CRM dan efisiensi operasional.

Rekomendasi Strategi CRM dan Efisiensi Operasional

Berdasarkan profil segmen, diusulkan dua strategi utama. Untuk segmen *Champions*: (1) program

Segmen	Champions	Lost Customers	Total
Jumlah Pengunjung	655	237	892
% Pengunjung	73,40%	26,60%	100%
Recency Rata-rata (hari)	24,25	77,83	-
Frequency Rata-rata (kali)	2,2	1,8	-
Monetary Rata-rata (Rp)	333.829	280.084	-
Kontribusi Revenue	Rp218.658.000 (76,7%)	Rp66.380.000 (23,3%)	Rp285.038.000 (100%)

keanggotaan eksklusif dengan akumulasi poin kunjungan; (2) prioritas waktu sesi dan jalur *fast-track check-in* pada hari kerja; (3) penawaran paket *bundling*; serta (4) komunikasi personal melalui notifikasi aplikasi untuk menjaga keterlibatan. Untuk segmen *Lost Customers*: (1) kampanye reaktivasi berbasis notifikasi promosi digital; (2) diskon kunjungan kembali dengan batas waktu tertentu (*win-back campaign*); serta (3) survei singkat untuk mengidentifikasi hambatan kunjungan ulang.

Di sisi operasional, dominasi kunjungan segmen *Champions* pada akhir pekan menjadi acuan pengaturan jadwal kru dan kesiapan armada gokart. Penyesuaian kapasitas berbasis data segmen dapat mengurangi antrean pada jam ramai, menjaga mutu layanan, dan menghindari pemborosan sumber daya pada periode sepi.

Pembahasan Temuan

Beberapa temuan menarik dapat digarisbawahi dari hasil penelitian ini. Pertama, proporsi segmen *Champions* yang mencapai 73,4% tergolong besar dan mengindikasikan basis pengunjung aktif yang cukup solid selama periode pengamatan, kemungkinan didukung oleh program *Happy Hour* serta kemudahan akses lokasi di dalam mall. Kedua, meski hanya berjumlah 26,6% dari total pengunjung, segmen *Lost Customers* tetap menyumbang hampir seperempat pendapatan (Rp66,38 juta),

sehingga potensi reaktivasi segmen ini tidak dapat diabaikan. Ketiga, nilai *Frequency* rata-rata keseluruhan yang hanya 2,05 kali dalam tiga bulan mencerminkan karakteristik gokart *indoor* sebagai hiburan yang bersifat spontan dan tidak terjadwal, berbeda dari sektor ritel kebutuhan pokok dengan pola kunjungan lebih reguler. Keempat, selisih *Recency* lebih dari 50 hari antara *Champions* dan *Lost Customers* menegaskan bahwa pemisahan antar segmen bermakna secara statistik maupun bisnis; pemilihan $k = 3$ turut memungkinkan identifikasi dua subkelompok di dalam segmen aktif (*Cluster 0* dengan *Recency* 10,93 hari dan *Cluster 2* dengan *Recency* 44,89 hari) yang kemudian digabungkan menjadi satu segmen *Champions* untuk keperluan perumusan strategi. Kelima, *Silhouette Score* sebesar 0,5453 yang diperoleh sebanding dengan penelitian sejenis pada sektor lain, misalnya segmentasi berbasis RFM pada layanan kesehatan klinik yang memperoleh skor 0,58 pada $k = 4$, menunjukkan bahwa kualitas pemisahan *cluster* pada penelitian ini berada pada kategori cukup baik meski diterapkan pada konteks industri yang relatif baru dikaji.

D. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering* berbasis model RFM pada data transaksi pengunjung Pegasus Karting Cabang Pluit Village. Konfigurasi $k = 3$ dengan inisialisasi *k-means++* menghasilkan *Silhouette Score* 0,5453, melampaui ambang batas 0,5, sehingga H_1 diterima. Segmentasi menghasilkan dua kelompok: *Champions* (655 pengunjung, 73,4%, kontribusi revenue 76,7%) dan *Lost Customers* (237 pengunjung, 26,6%, kontribusi 23,3%). Temuan ini membuktikan bahwa pendekatan *data mining* berbasis RFM dan *K-Means* tidak hanya relevan pada sektor ritel atau *e-commerce*, tetapi juga dapat menghasilkan wawasan strategis bermakna pada industri hiburan aktif yang bersifat impulsif dan musiman. Penelitian

selanjutnya dapat mengeksplorasi algoritma pembanding (*DBSCAN*, *Hierarchical Clustering*) dan memperluas dimensi RFM dengan variabel tambahan pada cakupan data yang lebih panjang

DAFTAR PUSTAKA

- Alzami, F., Sambasri, F. D., Nabila, M., Megantara, R. A., Akrom, A., Pramunendar, R. A., Prabowo, D. P., & Sulistiyawati, P. (2023). Implementation of RFM method and K-Means algorithm for customer segmentation in e-commerce with Streamlit. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 15(1), 32–44. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v15i1.1524.32-44>
- Aulia, S., Muhammad, A. N., & Wibowo, A. (2025). Optimization of customer segmentation with RFM, K-Means, and FP-Growth for marketing strategy. *SINTECH Journal*, 8(2), 164.
- Fauzan, R. M., & Alfian, G. (2024). Segmentasi pelanggan e-commerce menggunakan fitur recency, frequency, monetary (RFM) dan algoritma klasterisasi K-Means. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 9(3), 170–177. <https://doi.org/10.14421/jiska.2024.9.3.170-177>
- Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). *Data mining: Concepts and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Khumaidi, A., Wahyono, H., Darmawan, R., Kartika, H. D., Chusna, N. L., & Fauzy, M. K. (2023). RFM-AR model for customer segmentation using K-Means algorithm. *E3S Web of Conferences*, 465, 02005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346502005>
- Kotler, P., Keller, K. L., & Chernev, A. (2022). *Marketing management* (16th ed.). Pearson.
- Neetu, N., Pandey, D. A., Devi, P., Mishra, S., & Sharma, B. (2025). The role of CRM systems in enhancing customer engagement and retention in e-commerce.

- International Journal of Environmental Sciences*, 11(24), 713–723.
<https://doi.org/10.64252/ahjhx524>
- Nugraha, D. S., Thoib, I., Sururi, N., Fauzi, B. F., & Candra, B. P. (2025). Segmentasi pelanggan berbasis analisis RFM menggunakan algoritma K-Means clustering. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, 4(2), 1361–1369.
<https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i2.641>
- Prior, D. D., Buttle, F., & Maklan, S. (2024). *Customer relationship management: Concepts, applications, and technologies* (5th ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003295150>
- Rizkyanto, H., & Gaol, F. L. (2023). Customer segmentation of personal credit using recency, frequency, monetary (RFM) and K-Means on financial industry. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(4), 152–162.
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140417>
- Rungruang, C., Riyapan, P., Intarasit, A., Chuarkham, K., & Muangprathub, J. (2024). RFM model customer segmentation based on hierarchical approach using FCA. *Expert Systems with Applications*, 237, 121449.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121449>
- Silamantha, W. A., & Hadiono, K. (2024). Analisis RFM dan K-Means clustering untuk segmentasi pelanggan pada PT. Sanutama Bumi Arto. *KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer dan Manajemen)*, 5(3), 1297–1305.
<https://doi.org/10.30645/kesatria.v5i3.448>
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2022). *Operations management* (10th ed.). Pearson.
- Syahra, Y., Fadlil, A., & Yuliansyah, H. (2025). Customer segmentation using RFM and K-Means clustering to support CRM in retail industry. *Sinkron*, 9(3), 1120–1131.
<https://doi.org/10.33395/sinkron.v9i3.14907>
- Yulisasih, B. N., Herman, H., Sunardi, S., & Yuliansyah, H. (2024). Evaluation of K-Means clustering using silhouette score method on customer segmentation. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 16(3), 330–342.
<https://doi.org/10.33096/ilkom.v16i3.2325.330-342>