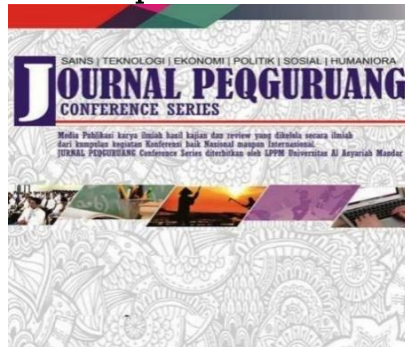


Graphical abstract



ANALISIS SEGMENTASI PELANGGAN MENGGUNAKAN REGENCY FREQUENCY AND MONETARY (RFM) BERBASIS PYTHON

¹Putri Rezki Amalia, ²Muh. Rusli Said, ³Ariastuti Rahman

^{1,2,3}Universitas Al Asyariah Mandar

*Corresponding author

dputriuns971@gmail.com

Abstract

In the business world, understanding customer behavior is crucial to maintaining loyalty and improving marketing strategies. One method that can be used to analyze customer behavior is the RFM (Recency, Frequency, and Monetary) method, which groups customers based on how recently the last transaction was made, how often they make transactions, and how much the transaction value is. This study aims to build a customer segmentation system using the Python-based RFM method to help companies identify customer values and characteristics more effectively. The methods used in this study include collecting customer transaction data, calculating RFM values, scoring each aspect, and grouping customers into several segments based on the combination of these scores. The system is built using the Python programming language and is supported by libraries such as Pandas and NumPy for data processing. The results of the study show that the system is able to group customers into various segments such as *Loyal Customers*, *At Risk Customers*, and *Potential Loyalists* automatically and accurately. The implementation of this web-based system provides an interactive dashboard tool that can be used as a customer analysis tool in strategic decision-making by the company.

Keywords: Customer Segmentation, RFM, Python, Customer Loyalty, Data Analysis

Abstrak

Dalam dunia bisnis, memahami perilaku pelanggan merupakan hal yang krusial untuk mempertahankan loyalitas dan meningkatkan strategi pemasaran. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis perilaku pelanggan adalah metode RFM (*Recency, Frequency, and Monetary*), yang mengelompokkan pelanggan berdasarkan seberapa baru transaksi terakhir dilakukan, seberapa sering mereka melakukan transaksi, dan seberapa besar nilai transaksinya. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem segmentasi pelanggan menggunakan metode RFM berbasis Python guna membantu perusahaan dalam mengidentifikasi nilai dan karakteristik pelanggan secara lebih efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data transaksi pelanggan, perhitungan nilai RFM, pemberian skor pada masing-masing aspek, serta pengelompokan pelanggan ke dalam beberapa segmen berdasarkan kombinasi skor tersebut. Sistem dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Python serta didukung oleh library seperti Pandas dan NumPy untuk pengolahan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengelompokkan pelanggan ke dalam berbagai segmen seperti *Loyal Customer*, *At Risk Customer*, dan *Potential Loyalist* secara otomatis dan akurat. Implementasi sistem berbasis web ini menghasilkan perangkat dashboard interaktif yang dapat digunakan sebagai alat bantu analisis pelanggan dalam pengambilan keputusan strategis oleh perusahaan.

Kata Kunci : Segmentasi Pelanggan, RFM, Python, Loyalitas Pelanggan, Analisis Data

Article history

DOI: 10.35329/jp.v8i1.6424

Received : 04-05-2026/ Received in revised form : 16-05-2026/ Accepted : 18-05-2026

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi semakin meningkat tentunya sejalan dengan kondisi peradaban manusia, termasuk dalam bidang bisnis. Dalam dunia bisnis yang semakin kompetitif, pemahaman yang mendalam tentang pelanggan menjadi kunci untuk mencapai keberhasilan. Banyak perusahaan yang kini semakin bergantung pada data untuk mendukung keputusan strategis mereka. Dalam mempertahankan dan memperluas bisnis, perusahaan perlu menyadari bahwa mempertahankan pelanggan yang sudah ada sama pentingnya dengan mencari pelanggan baru. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengembangkan strategi pemasaran yang tepat sasaran dengan membagi pelanggan ke dalam kelompok-kelompok tertentu berdasarkan karakteristik atau perilaku mereka. Salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam segmentasi pelanggan adalah teknik Recency, Frequency, dan Monetary (RFM). (Tritularsih et al.2022.)

Segmentasi merupakan proses membagi pasar menjadi segmen yang lebih kecil dan segmentasi pelanggan mengacu pada bagaimana membagi sasaran pasar menjadi kelompok yang sesuai dengan karakteristik untuk mengembangkan strategi bisnis yang tepat. Pembagian segmentasi merupakan proses untuk membagi pelanggan menjadi beberapa kelompok atau segmen yang dapat dikelola berdasarkan dengan karakteristik seperti loyalitas, demografis, kebiasaan membeli atau frekuensi pembelian untuk mengembangkan strategi dalam pemasaran ke setiap kelompok tersebut. Segmentasi pelanggan merupakan pendekatan untuk memahami kebutuhan dan perilaku pelanggan. Oleh karena itu, dibutuhkan segmentasi pelanggan untuk membagi pelanggan ke dalam beberapa kelompok dan mengidentifikasi setiap kebutuhan pelanggan yang berbeda. (Ilman & Sulianta,2023.)

Masalah utama yang ada adalah kesulitan dalam mengidentifikasi segmen pelanggan yang paling menguntungkan, sehingga penelitian ini dapat membantu perusahaan dalam mengoptimalkan sumber daya dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dengan menggunakan RFM, perusahaan dapat menganalisis data pelanggan secara lebih mendalam, mengidentifikasi pola pembelian, dan menentukan nilai pelanggan. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk menyesuaikan penawaran dan kampanye pemasaran mereka, sehingga dapat meningkatkan retensi pelanggan dan mendorong loyalitas. (Ilmiah Wahana Pendidikan ; Zaenal et al., 2025)

Dalam konteks teknologi informasi, penggunaan Python untuk menganalisis data semakin populer. Python menawarkan berbagai pustaka yang memudahkan proses analisis data, seperti Pandas untuk manipulasi data, NumPy untuk perhitungan numerik, dan Matplotlib untuk visualisasi (Van Rossum & Drake, 2009). Dengan menggunakan Python, proses segmentasi pelanggan dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat. Maka dari ini dirumuskan judul : Analisis Segmentasi Pelanggan Menggunakan Recency, Frequency, and Monetary (RFM) Berbasis Python. (Madani, 2025)

Metode Recency, Frequency, and Monetary (RFM) merupakan salah satu teknik segmentasi yang populer karena kesederhanaannya dan kemampuannya dalam mengukur nilai pelanggan berdasarkan data historis transaksi. Dengan mengkaji seberapa baru pelanggan melakukan transaksi (recency), seberapa sering mereka bertransaksi (frequency), serta berapa besar nilai transaksi yang dilakukan (monetary), perusahaan dapat menyusun strategi yang lebih akurat dalam mempertahankan dan mengembangkan basis pelanggannya. Dalam penelitian ini, analisis RFM diterapkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan berbagai library pendukung untuk mengolah dan memvisualisasikan data transaksi penjualan e-commerce periode Januari hingga Juni 2025, dengan tujuan menghasilkan segmentasi pelanggan yang informatif dan actionable. (Hermawan et al.,2023.)

Segmentasi pelanggan dalam perilaku belanja merupakan proses pengelompokan konsumen berdasarkan karakteristik, preferensi, dan kebiasaan belanja mereka. Tujuan utama dari segmentasi ini adalah untuk memahami perbedaan antar kelompok pelanggan sehingga perusahaan dapat menyusun strategi pemasaran yang lebih relevan dan efektif. Dalam konteks belanja, segmentasi dapat didasarkan pada berbagai variabel seperti frekuensi pembelian, nilai transaksi, waktu terakhir berbelanja, jenis produk yang dibeli, hingga saluran belanja yang digunakan (online/offline). (Herawan et al., 2024)

Pendekatan ini membantu perusahaan dalam mengidentifikasi pelanggan yang loyal, pelanggan yang berisiko tidak aktif, maupun pelanggan potensial yang perlu ditingkatkan interaksinya. Dengan memahami segmentasi pelanggan, bisnis dapat mempersonalisasi promosi, meningkatkan layanan pelanggan, serta mengalokasikan sumber daya secara lebih efisien untuk mendorong konversi dan retensi pelanggan dalam jangka panjang. (Saputra et al., 2024)

Proses pengumpulan data dalam perancangan sistem ini menggunakan metode Waterfall, yaitu pendekatan klasik dalam pengembangan perangkat lunak yang menekankan tahapan-tahapan yang bersifat linier dan berurutan. Setiap tahap harus diselesaikan secara menyeluruh sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, dimulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem. (Geni et al., 2024)

Urgensi dari penelitian ini didasarkan pada analisis data transaksi penjualan *e-commerce* periode Januari hingga Juni 2025. Fluktuasi perilaku belanja pasca-tren pasar terbaru pada paruh pertama tahun 2025 memerlukan perhatian khusus agar strategi pemasaran paruh kedua tahun berjalan menjadi lebih terukur. Selama ini, analisis RFM di perusahaan objek studi masih dilakukan secara manual menggunakan perangkat visualisasi statis biasa, yang memakan waktu lama serta membatasi kolaborasi antar-tim pemasar. Oleh karena itu, pembangunan sistem segmentasi dalam bentuk aplikasi berbasis web menjadi sangat krusial. Sistem berbasis web memungkinkan integrasi data yang dinamis, pemrosesan otomatis menggunakan algoritma

Python, serta menyediakan dashboard interaktif yang dapat diakses secara *real-time* oleh pemangku kepentingan untuk menghasilkan keputusan pemasaran yang cekatan (*actionable*). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan judul: Analisis Segmentasi Pelanggan Menggunakan Recency, Frequency, and Monetary (RFM) Berbasis Python.

3. METODE PENELITIAN

Pra-pemrosesan Data

Langkah awal dalam analisis ini adalah melakukan pra-pemrosesan data untuk memastikan data yang digunakan bersih dan layak dianalisis. Tahap ini mencakup penghapusan data duplikat dan nilai kosong (null) pada kolom-kolom penting seperti CustomerID, InvoiceNo, dan Amount, guna menghindari distorsi hasil analisis. Selanjutnya, kolom InvoiceDate dikonversi ke dalam format datetime agar dapat digunakan untuk menghitung nilai Recency secara akurat.(Maresti et al., n.d.)

Perhitungan Nilai RFM

Setelah data dipersiapkan, proses perhitungan nilai RFM dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan CustomerID. Tiga metrik utama dalam RFM dihitung sebagai berikut:

- 1) **Recency (R)** diukur sebagai jumlah hari antara tanggal transaksi terakhir setiap pelanggan dengan tanggal acuan analisis (snapshot date). Tanggal acuan ditetapkan sebagai satu hari setelah tanggal transaksi terakhir dalam dataset, dengan tujuan untuk memastikan semua pelanggan memiliki nilai Recency positif.
- 2) **Frequency (F)** dihitung berdasarkan jumlah transaksi unik (InvoiceNo) yang dilakukan oleh masing-masing pelanggan dalam periode analisis. Semakin sering seorang pelanggan melakukan transaksi, semakin tinggi nilai Frequency-nya.
- 3) **Monetary (M)** diukur dari total nilai transaksi (Amount) yang dihabiskan oleh setiap pelanggan selama periode waktu yang ditentukan. Nilai ini mencerminkan kontribusi finansial pelanggan terhadap bisnis.

Ketiga metrik ini kemudian dikompilasi ke dalam satu kerangka data (dataframe) dengan kolom Recency, Frequency, dan Monetary untuk masing-masing pelanggan. Nilai-nilai tersebut selanjutnya akan digunakan untuk pemberian skor dan segmentasi pelanggan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode RFM (Recency, Frequency, Monetary), yang dikombinasikan dengan proses skoring kuantitatif untuk menghasilkan segmentasi pelanggan.

Rangkaian analisis dilakukan secara bertahap menggunakan pendekatan sebagai berikut:

a) Skoring RFM (RFM Scoring)

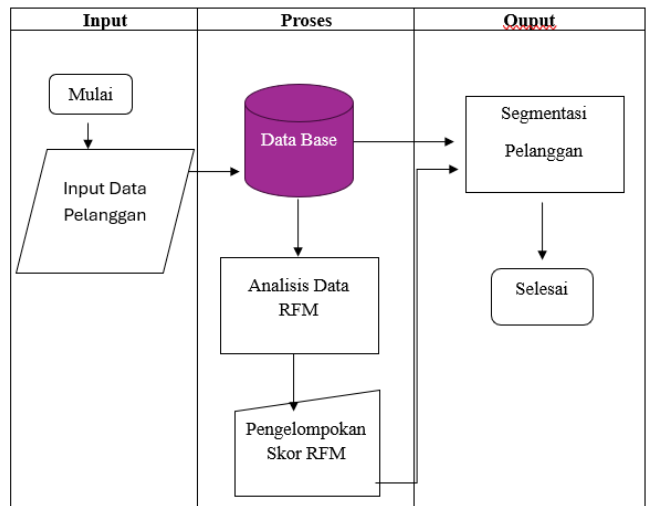
Setelah nilai Recency, Frequency, dan Monetary dihitung, masing-masing variabel diberi skor menggunakan metode quintile (pembagian menjadi lima kelompok). Skor diberikan dalam rentang 1 hingga 5 untuk setiap dimensi: Recency diberi skor semakin tinggi jika pelanggan melakukan pembelian lebih baru.

Frequency dan Monetary diberi skor lebih tinggi untuk pelanggan yang lebih sering dan lebih besar melakukan pembelanjaan.

Contoh pemberian skor dilakukan menggunakan fungsi pd.qcut dari library pandas, yang secara otomatis membagi data ke dalam lima kelompok dengan distribusi kuantil yang merata.

- 1. **Penggabungan Skor RFM:** Setelah skoring, ketiga skor RFM digabungkan menjadi satu string yang membentuk kode segmen, misalnya 555 untuk pelanggan terbaik dan 111 untuk pelanggan dengan aktivitas terendah. Kode ini digunakan sebagai dasar klasifikasi dan visualisasi.
- 2. **Segmentasi Pelanggan:** Berdasarkan kombinasi skor RFM, pelanggan dikelompokkan ke dalam beberapa segmen strategis seperti:

Diagram Sistem Yang Diusulkan

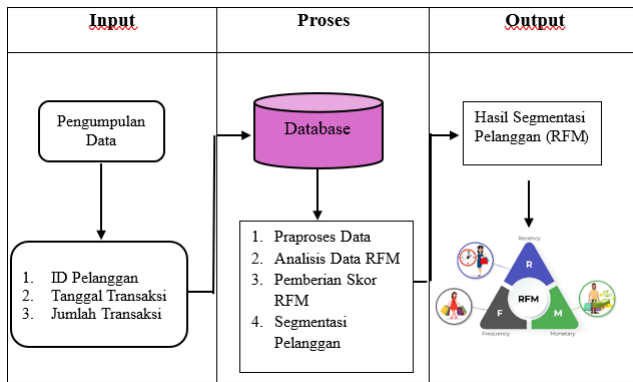


Gambar 1. Diagram Yang Sedang Di Usulkan

Penerapan sistem berbasis analisis RFM ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perilaku pelanggan. Dengan demikian, perusahaan dapat mengembangkan strategi pemasaran yang lebih tepat sasaran dan berbasis data, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam mempertahankan serta menjangkau pelanggan potensial.

Kerangka Sistem

Kerangka sistem dalam penelitian ini menggambarkan alur analisis segmentasi pelanggan menggunakan metode Recency, Frequency, and Monetary (RFM). Proses ini dimulai dari tahap pengumpulan dan pra-pemrosesan data transaksi, dilanjutkan dengan perhitungan nilai RFM untuk setiap pelanggan, pemberian skor berdasarkan kuantil, hingga klasifikasi pelanggan ke dalam beberapa segmen strategis



Gambar 2. Kerangka Sistem

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis data transaksi pelanggan menggunakan metode RFM (Recency Frequency Monetary) yang diimplementasikan melalui bahasa pemrograman Python. Data yang digunakan merupakan data historis transaksi dari perusahaan selama periode tertentu, yang kemudian diolah untuk menghitung nilai R, F, dan M bagi setiap pelanggan. Proses perhitungan dimulai dengan menentukan tanggal acuan untuk menghitung Recency menghitung jumlah transaksi untuk Frequency dan menjumlahkan total nilai transaksi untuk Monetary. Hasil dari ketiga metrik ini kemudian dinormalisasi ke dalam skor RFM untuk setiap pelanggan, yang selanjutnya digunakan untuk melakukan segmentasi.

Pembahasan

Hasil analisis segmentasi pelanggan menggunakan metode Recency, Frequency, and Monetary (RFM) menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu memberikan wawasan yang signifikan terhadap perilaku konsumen. Dari total data transaksi yang dianalisis, pelanggan berhasil diklasifikasikan ke dalam berbagai segmen strategis yang masing-masing memiliki karakteristik unik.

Distribusi Skor RFM

Setelah dilakukan perhitungan dan skoring terhadap tiga dimensi RFM, didapatkan kombinasi skor yang bervariasi, dengan skor tertinggi 555 dan terendah 111. Pelanggan dengan skor 555 memiliki waktu transaksi terakhir yang dekat (Recency tinggi), sering melakukan transaksi (Frequency tinggi), dan memiliki total pembelanjaan yang besar (Monetary tinggi). Segmen ini disebut sebagai "Best Customers" dan merupakan target utama dalam strategi retensi dan loyalitas.

Segmentasi Pelanggan

Segmen	Ciri-ciri RFM	Strategi yang Disarankan
Best Customers	R=5, F=5, M=5	Program loyalitas, penghargaan khusus
Loyal Customers	F=4-5, M=4-5, R=3-5	Pemberian penawaran eksklusif
At Risk	R=1-2, F=4-5, M=4-5	Email reminder, promosi bersyarat
Potential Loyalists	R=4-5, F=3-4, M=3-4	Edukasi produk, promosi onboarding
Need Attention	R=3, F=2-3, M=2-3	Promosi bersyarat, diskon terbatas waktu
Lost Customers	R=1, F=1, M=1	Kampanye reaktivasi atau segmentasi ulang

Analisis ini memberikan gambaran bahwa tidak semua pelanggan memberikan kontribusi yang sama terhadap pendapatan perusahaan sehingga pendekatan personalisasi strategi menjadi sangat penting.

a. Form Login

Form ini digunakan oleh admin untuk mengakses system. Halaman login ini berfungsi sebagai penentu bagi pengguna program aplikasi, sehingga tidak sembarang orang bisa mengakses program ini.

Gambar 3. Form Login

b. Form Data Customer

Form Data Customer merupakan bagian dari sistem yang digunakan untuk menginput, mengelola, dan menyimpan informasi pelanggan secara sistematis ke dalam basis data. Form ini penting untuk memastikan bahwa setiap data pelanggan tercatat dengan lengkap dan akurat sebagai dasar dari proses analisis, seperti segmentasi menggunakan metode RFM.

ID Data	ID Customer	Nama Customer	Tanggal Transaksi	Nominal Transfer	Nominal COD	Total
1	C001	Rico Putri	2023-01-20	Rp 150,000	Rp 0	Rp 150,000
2	C002	SRI Azzahra	2023-01-10	Rp 100,000	Rp 0	Rp 100,000
3	C003	Dewi Lestari	2023-01-15	Rp 200,000	Rp 0	Rp 200,000
4	C004	Lina Marlina	2023-01-20	Rp 50,000	Rp 0	Rp 50,000
5	C005	Lina Marlina	2023-01-20	Rp 100,000	Rp 0	Rp 100,000
6	C006	Maya Arjuna	2023-02-20	Rp 150,000	Rp 0	Rp 150,000
7	C007	Neta Wahyuni	2023-02-20	Rp 100,000	Rp 0	Rp 100,000
8	C008	Yulia Sari	2023-02-10	Rp 200,000	Rp 0	Rp 200,000
9	C009	Yulia Sari	2023-02-10	Rp 200,000	Rp 0	Rp 200,000
10	C010	Yulia Sari	2023-02-10	Rp 200,000	Rp 0	Rp 200,000
11	C011	Yulia Sari	2023-02-10	Rp 200,000	Rp 0	Rp 200,000
12	C012	Mohamad Kusuma	2023-03-05	Rp 100,000	Rp 0	Rp 100,000
13	C013	Si Wilastanti	2023-03-05	Rp 100,000	Rp 0	Rp 100,000
14	C014	Zahra Marlina	2023-03-05	Rp 175,000	Rp 0	Rp 175,000

Gambar 4. Form Data Customer

c. Form RFM Scoring

Form RFM Scoring merupakan antarmuka sistem yang digunakan untuk menampilkan dan menyimpan hasil perhitungan nilai Recency, Frequency, dan Monetary dari setiap pelanggan. Form ini menjadi bagian penting dalam proses segmentasi, karena data yang ditampilkan akan menentukan posisi pelanggan dalam klasifikasi seperti loyal, potensial, dormant, atau berisiko.

ID	Name	Score	Value	Range	Type	Actions
1	Recency	3	0 - 1	0 - 1 days	recency	Edit Delete
2	Recency	4	2-3	2-3 days	recency	Edit Delete
3	Recency	3	4-7	4-7 days	recency	Edit Delete
4	Recency	2	8-14	8-14 days	recency	Edit Delete
5	Recency	1	15+	15+ days	recency	Edit Delete
6	Frequency	5	15+	15+ times	frequency	Edit Delete
7	Frequency	4	10-14	10-14 times	frequency	Edit Delete
8	Frequency	3	5-9	5-9 times	frequency	Edit Delete
9	Frequency	2	2-4	2-4 times	frequency	Edit Delete
10	Frequency	1	0-1	0-1 times	frequency	Edit Delete

Gambar 5. Form RFM Scoring

d. Form RFM Segment Rules

Form RFM Segment Rules adalah antarmuka yang digunakan untuk mengatur aturan segmentasi pelanggan berdasarkan kombinasi skor RFM.

ID	Pattern	Segment Name	Action
18	441	Pelanggan Loyal	Delete
19	415	Pelanggan Loyal	Delete
20	454	Pelanggan Loyal	Delete
21	544	Pelanggan Loyal	Delete
22	455	Pelanggan Loyal	Delete
23	545	Pelanggan Loyal	Delete
24	554	Pelanggan Loyal	Delete
25	555	Pelanggan Loyal	Delete
26	2**	Pelanggan Berisiko	Delete
29	1**	Pelanggan Berisiko	Delete
30	0**	Pelanggan Berisiko	Delete
31	51*	Pelanggan Berisiko	Delete
32	5**	Pelanggan Potensial	Delete
33	*5*	Pelanggan Potensial	Delete

Gambar 9. Form RFM Segment Rules

e. Form Proses RFM

Proses RFM (Recency, Frequency, Monetary) adalah tahapan inti dalam analisis segmentasi pelanggan yang bertujuan untuk memahami perilaku pelanggan berdasarkan histori transaksi mereka. Proses ini melibatkan beberapa langkah utama yang dijalankan secara sistematis menggunakan bahasa pemrograman Python. Adapun tahapan proses RFM secara umum adalah sebagai berikut:

Gambar 10. Form Proses RFM

f. Form RFM Result (Hasil Analisis RFM)

Setelah dilakukan proses perhitungan dan skoring RFM, diperoleh hasil analisis yang menunjukkan perilaku pelanggan berdasarkan tiga dimensi utama: Recency (R), Frequency (F), dan Monetary (M).

Customer ID	Customer Name	Recency	Frequency	Monetary	RFM Score	Segment
C001	Rico Putri	102	1	150000	111	Pelanggan Berisiko
C002	SRI Azzahra	135	1	100000	111	Pelanggan Berisiko
C003	Dewi Lestari	150	1	200000	111	Pelanggan Berisiko
C004	Lina Marlina	145	1	95000	111	Pelanggan Berisiko
C005	Lina Marlina	140	1	100000	111	Pelanggan Berisiko
C006	Maya Arjuna	133	1	160000	111	Pelanggan Berisiko
C007	Neta Wahyuni	120	1	100000	111	Pelanggan Berisiko
C008	PuTri Hendayanti	126	1	150000	111	Pelanggan Berisiko
C009	Yulia Sari	122	1	120000	111	Pelanggan Berisiko
C010	Yulia Sari	119	1	200000	111	Pelanggan Berisiko
C011	Rico Okriandi	114	1	110000	111	Pelanggan Berisiko
C012	Mohamad Kusuma	104	1	120000	111	Pelanggan Berisiko
C013	Si Wilastanti	101	1	140000	111	Pelanggan Berisiko
C014	Zahra Marlina	98	1	175000	111	Pelanggan Berisiko

Gambar 11. Form RFM Result (Hasil Analisis RFM)

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi segmentasi pelanggan berbasis web menggunakan metode Recency, Frequency, and Monetary (RFM) dengan bahasa pemrograman Python berhasil dibangun dan berfungsi dengan akurat. Melalui pemanfaatan pustaka Pandas dan NumPy, sistem ini mampu mengonsolidasikan data transaksi penjualan e-commerce periode Januari hingga Juni 2025 yang awalnya tidak terstruktur menjadi kluster informasi yang sistematis dan mudah dipahami.

Sistem berbasis web ini secara otomatis sukses mengelompokkan pelanggan ke dalam enam segmen strategis secara real-time, yakni Best Customers, Loyal Customers, At Risk, Potential Loyalists, Need Attention, dan Lost Customers. Implementasi dashboard interaktif

pada aplikasi web ini terbukti dapat membantu pihak manajemen dan tim pemasar perusahaan untuk mengidentifikasi karakteristik perilaku konsumen secara cepat, akurat, dan berbasis data. Hasil segmentasi yang informatif ini memberikan nilai tambah bagi perusahaan dalam merancang program retensi dan personalisasi strategi pemasaran yang lebih efektif guna mendorong loyalitas serta retensi pelanggan jangka panjang.

RFM. *International Journal of Machine Learning and Applications*.

Tritularsih, Y., & Teknik, H. P. (2025). Penerapan machine learning untuk pencarian pelanggan loyal berpotensi menggunakan metode Python Pandas Seaborn.

DAFTAR PUSTAKA

Geni, B., Ramayanti, D., & Mahasiswa, A. R. (2024). Implementasi sistem point of sale terintegrasi berbasis Python. *[Nama Jurnal belum lengkap]*, 8(4).

Herawan, M., & Informasi, H. M. (2024). Implementasi aplikasi e-commerce untuk Flamboyant Bakery dengan menggunakan Python Flask. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 5(1), 12–23.

Hermawan, A., Jayanti, N. R., Saputra, A., Tambunan, C., Baihaqi, D. M., Syahreza, M. A., & Bachtiar, Z. (n.d.). Optimalisasi strategi pemasaran melalui analisis RFM pada dataset transaksi ritel menggunakan Python. 2(4), 254–267.

Ilman, M., & Sulianta, F. (n.d.). Segmentasi pelanggan perbankan menggunakan metode clustering K-Means. *[Nama jurnal belum lengkap]*. Diakses 15 Juni 2025, dari <https://www.researchgate.net/>

Zaenal, J., Chulkamd, Z. T., & Mawaddah, M. (2025). Segmentasi konsumen menggunakan algoritma K-Means clustering dan analisis RFM guna mengetahui karakteristik konsumen. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11, 255–263.

Madani, A. (2025). *Analisis RFM (recency, frequency, monetary) dan K-Means clustering untuk segmentasi pelanggan (Studi kasus data transaksi Minimarket ABC tahun 2023)*.

Maresti, F. A., Anugraheni, G. M., Hargiyanto, R. A., & Mustaqim, K. (n.d.). Penerapan exploratory data analysis (EDA) dan analisis recency, frequency, and monetary (RFM) untuk segmentasi pelanggan. Diakses 15 Juni 2025, dari <https://ejurnal.ulbi.ac.id/>

Said, R., & R. R. (2022). Sistem pengaduan pada Universitas Al Asyariah Mandar berbasis helpdesk. Diakses 15 Juni 2025, dari <https://journal.lppm-unasman.ac.id/>

Saputra, A., & Y. R. (2024). Algoritma DBSCAN dan K-MeANS dalam segmentasi pelanggan pengguna transportasi publik Transjakarta menggunakan metode