



Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Segmentasi Pelanggan Berdasarkan Pola Sewa Kamera (Studi Kasus: Enocam Rental)

Wahyu Aji Dwi Pangestu¹, Dimas Abisono Punkastyo²

^{1,2} Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹waypangestu99@gmail.com, ²dosen00675@unpam.ac.id

Abstrak—Penelitian ini menerapkan algoritma K-Means *Clustering* untuk segmentasi pelanggan berdasarkan pola sewa kamera di Enocam Rental. Masalah utama yang dihadapi adalah pencatatan transaksi sewa pelanggan yang masih dilakukan secara manual melalui *WhatsApp*, sehingga data belum terstruktur dan sulit dianalisis. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola penyewaan serta mengelompokkan pelanggan berdasarkan kesamaan karakteristik sewa guna menghasilkan segmentasi objektif sebagai dasar penentuan strategi pelayanan. Pendekatan yang digunakan mengombinasikan metode kualitatif dan kuantitatif, dengan menerapkan metode *Prototype* untuk pengembangan sistem. Proses *clustering* didasarkan pada tiga variabel utama, yaitu frekuensi sewa, total transaksi, dan durasi sewa. Penentuan jumlah kluster optimal menggunakan *Elbow Method* yang menghasilkan $k=3$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penyewaan berbasis *web* berhasil dibangun menggunakan *Laravel*, *Tailwind CSS*, *PHP*, dan *MySQL*. Algoritma K-Means berhasil mengelompokkan pelanggan ke dalam tiga kluster: pelanggan bernilai tinggi (*high-value*), sedang (*mid-value*), dan rendah (*low-value*). Segmentasi ini dapat digunakan sebagai landasan pengambilan strategi bisnis berbasis data guna meningkatkan efektivitas pelayanan pelanggan pada Enocam Rental.

Kata Kunci: K-Means *Clustering*; Segmentasi Pelanggan; Sistem Sewa Berbasis Web; Enocam Rental; Metode *Prototype*

Abstract—This study applies the K-Means Clustering algorithm for customer segmentation based on camera rental patterns at Enocam Rental. The main problem identified is that customer rental transaction records are still managed manually via *WhatsApp*, resulting in unstructured data that is difficult to analyze. This study aims to analyze rental patterns and group customers based on similarities in rental characteristics to produce an objective segmentation as a basis for determining service strategies. The approach combines qualitative and quantitative methods by applying the *Prototype* method for system development. The clustering process is based on three main variables, namely rental frequency, total transactions, and rental duration. The optimal number of clusters was determined using the *Elbow Method*, yielding $k=3$. The results show that a web-based rental system was successfully developed using *Laravel*, *Tailwind CSS*, *PHP*, and *MySQL*. The K-Means algorithm successfully grouped customers into three clusters: high-value, mid-value, and low-value customers. This segmentation can serve as a foundation for data-driven business strategy formulation to improve customer service effectiveness at Enocam Rental.

Keywords: K-Means Clustering; Customer Segmentation; Web-Based Rental System; Enocam Rental; Prototype Method

1. PENDAHULUAN

Sistem penyewaan merupakan bentuk pemanfaatan barang atau jasa dalam jangka waktu tertentu dengan imbalan biaya sesuai kesepakatan. Dalam bidang fotografi dan videografi, sistem sewa kamera menjadi solusi yang banyak digunakan karena harga perangkat yang relatif tinggi serta kebutuhan penggunaan yang tidak bersifat permanen.

Enocam Rental merupakan usaha penyewaan kamera yang menyediakan berbagai jenis kamera seperti DSLR, mirrorless, kamera digital (digicam), lensa, dan aksesoris pendukung lainnya. Enocam Rental menerapkan skema durasi sewa yang beragam, mulai dari per 12 jam, harian, hingga mingguan, dengan tarif yang disesuaikan berdasarkan jenis kamera dan lama penyewaan.

Proses penyewaan kamera di Enocam Rental masih dilakukan melalui *WhatsApp* sebagai media komunikasi utama, sehingga pencatatan data transaksi belum terintegrasi dalam sistem pengelolaan data yang terstruktur. Kondisi ini menyebabkan data transaksi rentan hilang dan sulit untuk dianalisa serta ditelusuri (Irawan et al., 2025).

Analisis dan pengelompokan data pelanggan diperlukan untuk memahami karakteristik pola sewa demi menghasilkan segmentasi pelanggan yang akan membantu pengambilan keputusan bisnis

yang lebih tepat (Awalina & Rahayu, 2023). K-Means *Clustering* merupakan algoritma pembelajaran mesin (*unsupervised learning*) yang bekerja dengan mempartisi data ke dalam sejumlah kluster berdasarkan tingkat kemiripan antar objek data, di mana setiap data dialokasikan ke dalam kluster dengan pusat massa (*centroid*) terdekat (Prasetyo et al., 2023).

Penelitian terdahulu oleh Irawan et al. (2025) menerapkan K-Means *Clustering* untuk segmentasi nasabah bank dan berhasil mengklasifikasikan nasabah ke dalam kategori yang mendukung strategi pemasaran. Awalina & Rahayu (2023) juga menunjukkan bahwa K-Means *Clustering* efektif untuk optimalisasi strategi pemasaran melalui segmentasi pelanggan pada transaksi *online* retail. Penelitian ini mengadopsi pendekatan serupa dengan konteks spesifik bisnis penyewaan kamera.

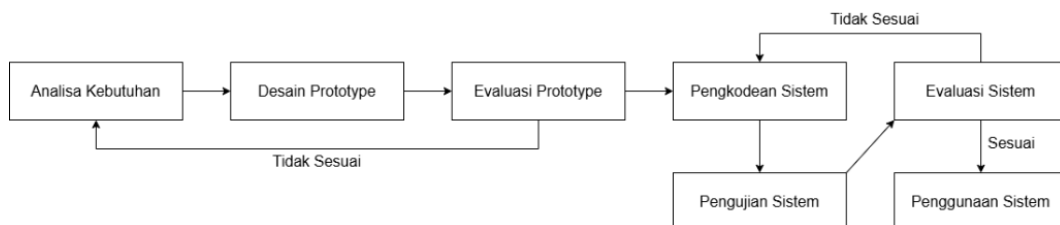
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan: (1) merancang sistem informasi penyewaan berbasis web menggunakan metode *Prototype*; (2) menerapkan algoritma K-Means *Clustering* untuk mengelompokkan pelanggan berdasarkan atribut *Frequency*, *Monetary*, dan *Avg. Duration*; serta (3) menghasilkan segmentasi pelanggan sebagai dasar strategi pelayanan berbasis data di Enocam Rental.

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif diterapkan melalui observasi dan wawancara langsung dengan pemilik Enocam Rental. Pendekatan kuantitatif diterapkan dalam proses analisis data transaksi menggunakan algoritma K-Means *Clustering*.

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Metode Prototipe adalah sebuah versi awal dari perangkat lunak yang digunakan untuk mendemonstrasikan konsep, mencoba berbagai pilihan desain, dan menggali lebih banyak permasalahan beserta solusinya (Syarifudin & Ani, 2019). Dalam penerapannya, pengembang dan pengguna harus memastikan bahwa prototipe dibangun untuk memenuhi kebutuhan awal, di mana prototipe akan dihilangkan atau ditambahkan sesuai dengan perencanaan dan evaluasi pengembang hingga sistem memenuhi kebutuhan pengguna (Supiyandi et al., 2022).



Gambar 1. Diagram Alur Metode Prototipe

Model adaptasi pengembangan sistem prototipe yang digunakan dalam penelitian ini diadaptasi dari Setiawan (2021) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, terdiri atas tujuh tahap, yaitu:

- Tahap analisa kebutuhan diperoleh melalui proses observasi dan wawancara sehingga dapat diketahui permasalahan dan fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh sistem.
- Tahap desain yaitu membuat desain model awal yang berfokus pada penyajian untuk diperlihatkan kepada pengguna.
- Tahap evaluasi yaitu melakukan evaluasi atau perbaikan dari rancangan model awal untuk mengetahui apakah model sudah sesuai dengan harapan pengguna.
- Tahap pengkodean sistem adalah tahap di mana seluruh rancangan diimplementasikan menggunakan teknologi dan bahasa pemrograman yang telah ditentukan.
- Tahap pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box untuk memastikan seluruh fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- Tahap evaluasi sistem dilakukan oleh pengguna untuk menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan yang diharapkan. Apabila terdapat ketidaksesuaian, sistem akan dikembalikan ke tahap sebelumnya untuk diperbaiki.

- g. Tahap penggunaan sistem merupakan tahap akhir di mana perangkat lunak yang telah melalui proses pengujian dan disetujui oleh pengguna siap dioperasikan secara nyata.

2.2 Algoritma K-Means Clustering

K-Means adalah algoritma *clustering* yang paling banyak digunakan. Algoritma ini bekerja dengan membagi data ke dalam kluster (k) di mana setiap data dimasukkan ke dalam kelompok dengan nilai rata-rata (*centroid*) terdekat. Langkah-langkah K-Means adalah sebagai berikut (Prasetyo et al., 2023):

- Tentukan jumlah kluster (k)
- Inisialisasi *centroid* secara acak sebanyak (k)
- Hitung jarak dari setiap titik data ke setiap *centroid* menggunakan Jarak Euclidean.
- Tetapkan setiap data ke kluster yang memiliki *centroid* terdekat.
- Hitung ulang *centroid* baru;
- Ulangi langkah 3–5 hingga *centroid* tidak berubah (konvergen).

Formula *Euclidean Distance* yang digunakan adalah:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

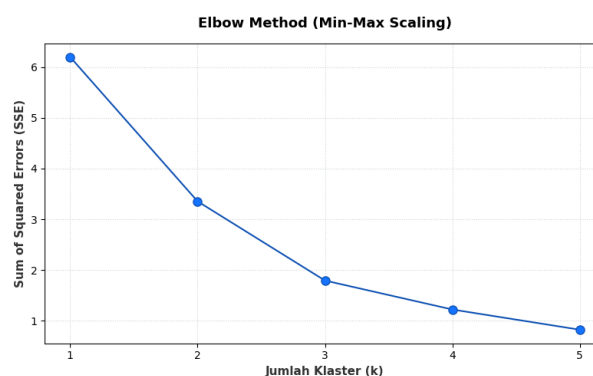
2.3 Normalisasi Data (*Min-Max Scaling*)

Normalisasi data dilakukan untuk menyamakan skala nilai antar atribut sebelum proses *clustering*. Metode *Min-Max Scaling* digunakan dengan rumus:

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

2.4 Elbow Method

Elbow Method merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah kluster (k) optimal dengan menganalisis persentase varian sebagai fungsi dari jumlah kluster melalui perhitungan *Sum of Squared Errors (SSE)*. *SSE* merupakan jumlah total kuadrat jarak antara setiap titik data dengan *centroid* dari *cluster* yang bersangkutan (Irwansyah & Faisal, 2021). Nilai (k) optimal dipilih pada titik di mana penurunan *SSE* mulai tidak signifikan sehingga membentuk lekukan menyerupai ‘siku’ pada grafik.



Gambar 2. Grafik Elbow Method

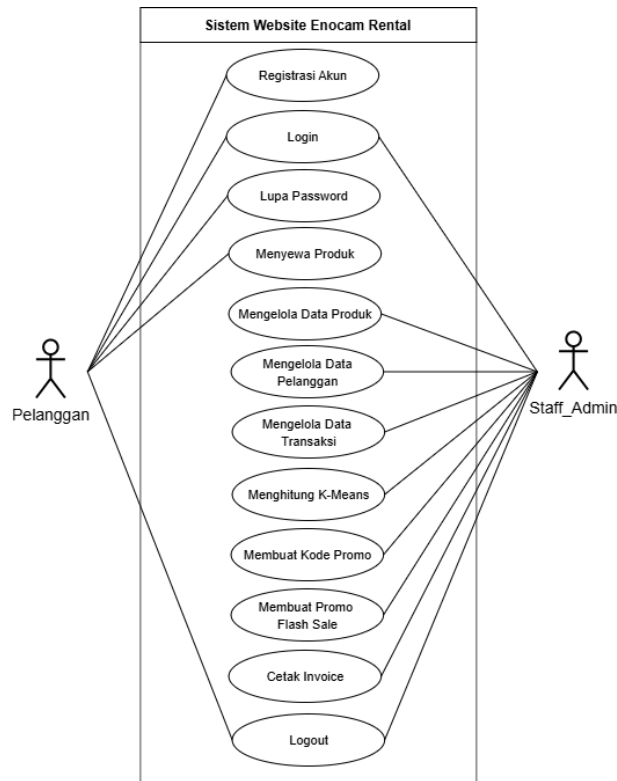
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan Sistem

Tahap analisa kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem yang akan dikembangkan berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya. Kebutuhan sistem ini

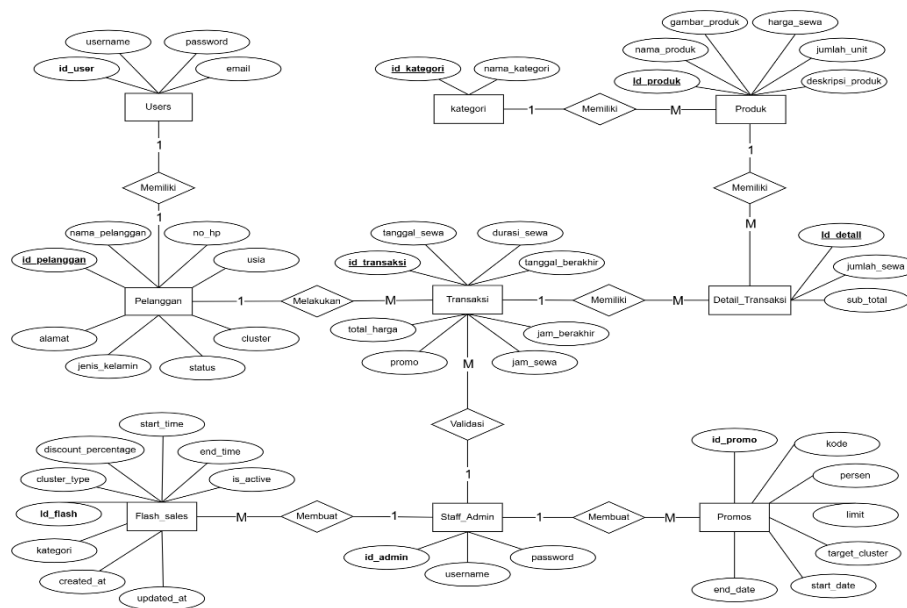
diperoleh melalui proses observasi dan wawancara sehingga dapat diketahui fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh sistem.

a. Rancangan *Use Case Diagram* Sistem Enocam Rental



Gambar 3. Rancangan Use case Diagram

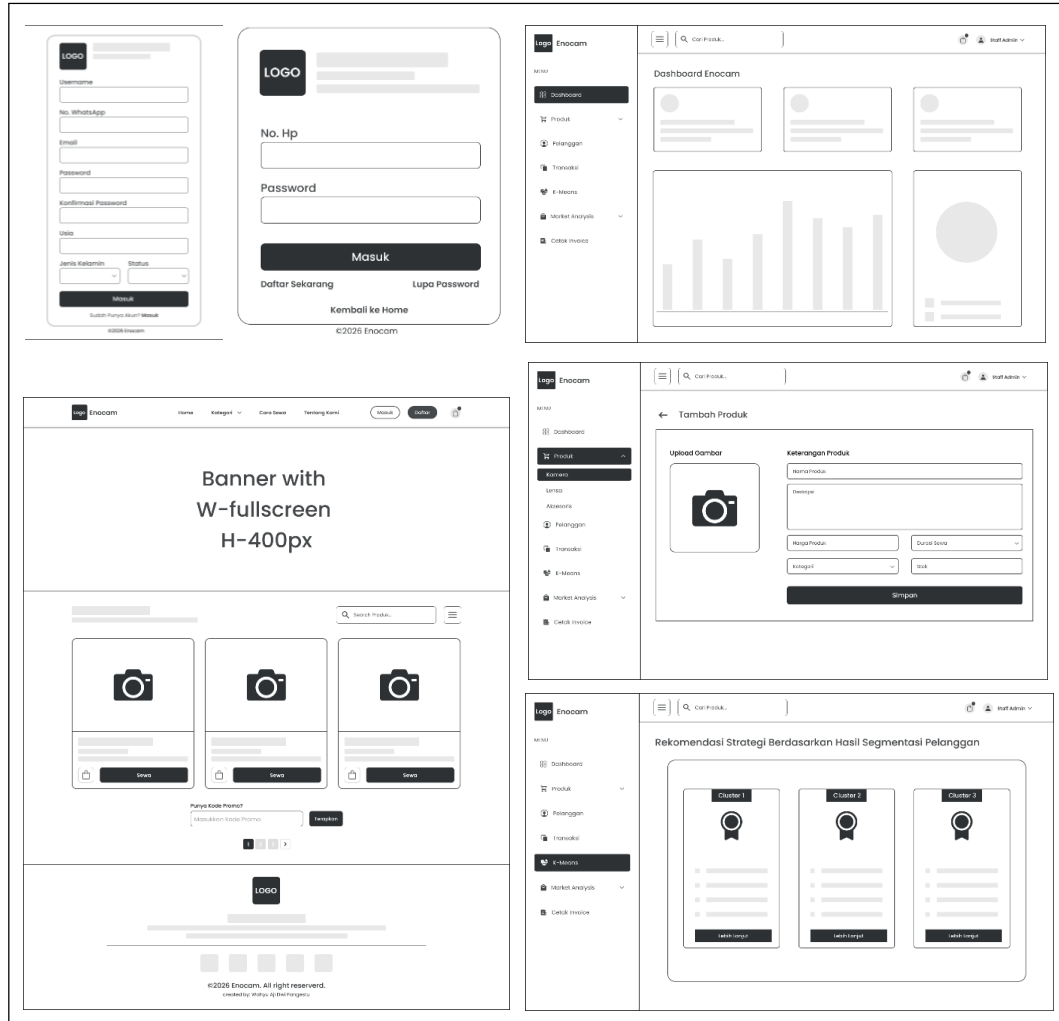
b. Rancangan Entity Relationship Diagram (ERD)



Gambar 4. Rancangan ERD Sistem Enocam Rental

3.2 Desain Prototipe

Tahap desain prototipe dilakukan dengan membuat rancangan awal sistem yang akan dikembangkan. Rancangan ini bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai tata letak antarmuka dan alur interaksi sistem kepada pengguna sebelum diimplementasikan secara penuh, sehingga memungkinkan evaluasi dan perbaikan sejak tahap awal pengembangan.



Gambar 5. Rancangan Desain Prototipe Enocam Rental

Gambar 5 menampilkan rancangan awal desain prototipe sistem Enocam Rental yang telah melalui tahap evaluasi bersama pengguna dan selanjutnya akan diimplementasikan pada tahap pengembangan sistem.

3.3 Penerapan Metode K-Means Clustering

Tahapan proses K-Means Clustering dalam penelitian ini adalah: (1) proses pembersihan dan agregasi data pelanggan menjadi tiga atribut, yaitu frekuensi sewa, durasi total sewa, dan total nilai transaksi; (2) normalisasi data dengan *Min-Max Scaling* untuk menyamakan skala antar atribut; (3) penentuan jumlah kluster optimal menggunakan Elbow Method dengan Python; (4) proses *clustering* K-Means dengan $k=3$ menggunakan php dan pelabelan kluster berdasarkan nilai centroid akhir.

a. Pengumpulan dan pembersihan data

No.	Nama Pelanggan	Frequency	Monetary	Avg. Duration
1	Awaludin	1	40000	4
2	Dani	1	260000	2
3	Enik	1	150000	1
4	Arto	1	80000	1
5	Febriansyah	1	100000	1
6	Yusuf	2	700000	1
7	Nanda	1	150000	1
8	Adelin	3	600000	1
9	Yuda	2	400000	1
10	Jacob	1	400000	1
11	Reyhan	1	450000	3
12	Setia	1	75000	1
13	Jason	6	420000	0.6
14	Alfonso	1	150000	1.0
15	Tasya	1	200000	1
16	Dias	2	220000	1
17	Naila	1	150000	1
18	Risky	1	200000	1
19	Gusdin	1	200000	1
20	Mahdi	1	120000	1
21	Faiz	1	100000	1
22	Iyuk	1	80000	1
23	Yandi	1	130000	1
24	Slamet	1	150000	1
25	Zaskia	1	150000	1
26	Louis	1	250000	1
27	Siska	1	200000	1
28	Toino	1	150000	1
29	Andreas	3	600000	1
30	Monic	1	200000	1
31	Dyas	1	200000	1
32	Rafi	1	500000	1
33	Echa	1	150000	1
34	Alhnia	3	230000	0.8
35	Samir	1	130000	1
36	Rizal	1	130000	1
37	Nisa	1	80000	1
38	Arky	2	280000	1
39	Zulfa	2	280000	1

Gambar 6. Kumpulan Data Transaksi Pelanggan

b. Normalisasi Data

Dari data tersebut, dipilih tiga sampel data secara acak sebagai titik awal *centroid*, yaitu

Tabel 1. Menentukan Titik Awal Centroid

Pelanggan	Frekuensi	Nilai Transaksi	Rata-rata Durasi
Budi	1	800.000	4
Jason	6	420.000	0.6
Bintang	1	150.000	1

Dari 60 data tersebut, dipilih tiga sampel data secara acak sebagai titik awal *centroid*, yaitu Budi sebagai C1, Jason sebagai C2, dan Bintang sebagai C3, yang masing-masing mewakili kategori tinggi, sedang, dan rendah.

Tabel 2. Hasil Normalisasi

Pelanggan	Centroid	Hasil
Budi	C1	0, 1, 1
Jason	C2	1, 0.476, 0
Bintang	C3	0, 0.103, 0.118

c. Elbow Method



Gambar 7. Elbow Method dengan Python

Gambar 7 menampilkan hasil penerapan *Elbow Method* menggunakan Python untuk menentukan jumlah kluster optimal. Perhitungan SSE dilakukan untuk nilai k=1 hingga k=5, menghasilkan nilai SSE berturut-turut sebesar 6.2001, 3.3533, 1.7912, 1.2201, dan 0.8217. Berdasarkan grafik, penurunan SSE paling signifikan terjadi dari k=1 ke k=2, kemudian mulai melandai pada k=3 sehingga membentuk lekukan menyerupai 'siku' pada grafik. Oleh karena itu, k=3 ditetapkan sebagai jumlah kluster optimal yang digunakan dalam proses K-Means Clustering.

d. Proses Clustering

Setelah data dinormalisasi, jumlah kluster optimal ditentukan, dan centroid awal ditetapkan, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak setiap data pelanggan ke masing-masing centroid (C1, C2, C3) menggunakan rumus Euclidean Distance berikut:

$$d = \sqrt{(x_1 - c_1)^2 + (x_2 - c_2)^2 + (x_3 - c_3)^2}$$

Tabel 3. Sampel Hasil Perhitungan Jarak *Euclidean Distance*

Nama	K1	K2	K3	Hasil
Awaludin	0.55	1.41	0.95	Tinggi
Dani	0.95	1.10	0.33	Rendah
Enik	1.26	1.07	0.00	Rendah
Arto	1.33	1.12	0.10	Rendah
Yusuf	0.91	0.90	0.78	Sedang

Tabel 3 menampilkan hasil perhitungan jarak *Euclidean Distance* setiap pelanggan terhadap ketiga centroid. Setiap pelanggan diklasifikasikan ke dalam kluster dengan nilai jarak terkecil, sehingga Awaludin masuk kluster pelanggan bernilai tinggi (K1), Yusuf masuk kluster pelanggan bernilai sedang (K2), sedangkan Dani, Enik, dan Arto masuk kluster pelanggan bernilai rendah (K3). Proses ini dilanjutkan hingga lokasi *centroid* tetap konstan (konvergensi) dan semua 60 data pelanggan telah dikategorikan.

e. Hasil Segmentasi dan Implikasi Strategi Bisnis

Setelah proses klusterisasi dilakukan, data pelanggan dikelompokkan ke dalam tiga kluster. Kluster 1 (Pelanggan Bernilai Tinggi) Kluster 2 (Pelanggan Bernilai Sedang) Kluster 3 (Pelanggan



JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 3 Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 666-675

Bernilai Rendah) Setiap kluster dilengkapi rekomendasi strategi bisnis yang berbeda sebagai dasar pengambilan keputusan layanan pelanggan.

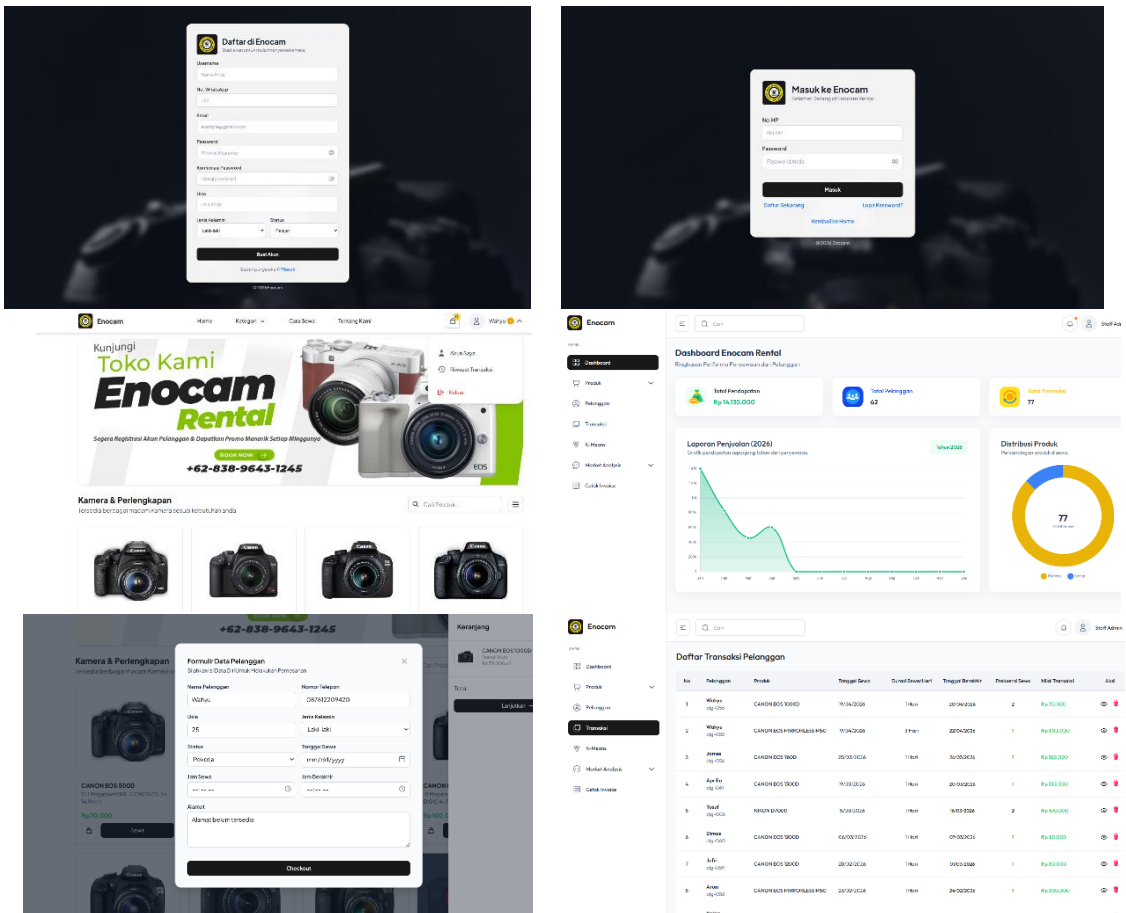
Tabel 4. Karakteristik dan Strategi Setiap Kluster

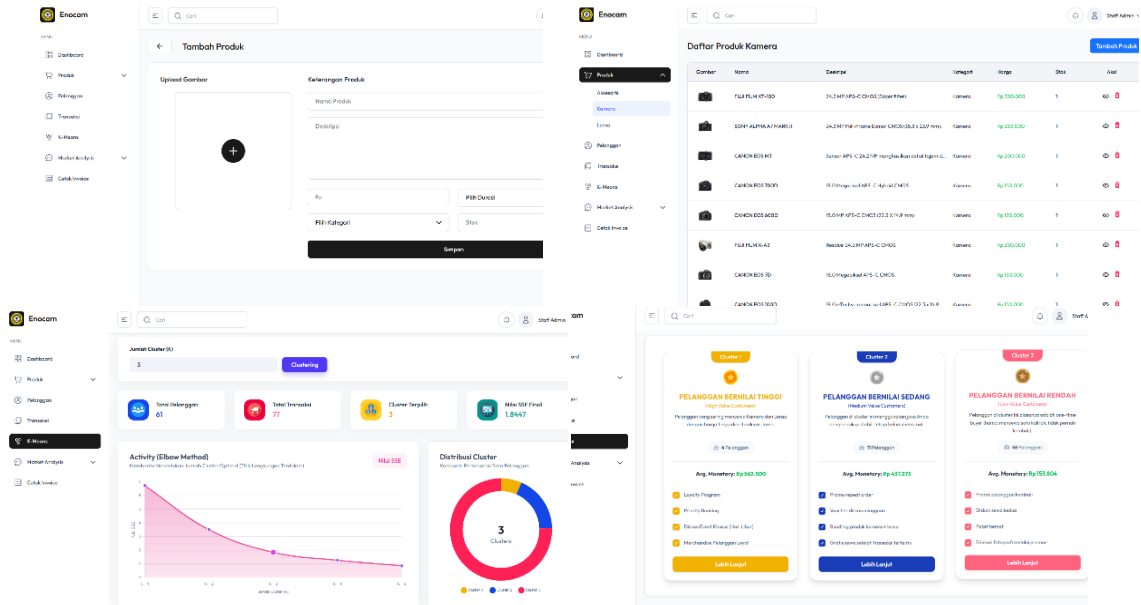
Kluster	Jumlah	Avg. Monetary	Rekomendasi Strategi
K1 (Bernilai Tinggi)	4	Rp562.500	Loyalty Program, Priority Booking, Diskon Event
K2 (Bernilai Sedang)	11	Rp437.273	Voucher diskon, Bundling produk, Promo repeat order
K3 (Bernilai Rendah)	46	Rp153.804	Paket hemat, Diskon sewa kedua, Promo kembali

Hasil segmentasi dapat dimanfaatkan sebagai landasan strategi layanan yang diferensiatif bagi setiap kluster pelanggan guna meningkatkan efektivitas bisnis Enocam Rental.

Implementasi Sistem

Sistem informasi penyewaan berbasis web Enocam Rental berhasil diimplementasikan menggunakan *framework* Laravel, Tailwind CSS sebagai antarmuka pengguna, PHP dan MySQL sebagai basis data. Sistem ini menggantikan proses pencatatan manual yang sebelumnya dilakukan melalui WhatsApp dengan pengelolaan data yang terintegrasi, mencakup manajemen data produk, data pelanggan, transaksi sewa, serta fitur segmentasi pelanggan berbasis algoritma K-Means Clustering.





Gambar 8. Hasil Implementasi Sistem Enocam Rental

3.4 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan dengan baik dan sesuai kebutuhan. Pada penelitian ini salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian black box. Pengujian *black box* digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem berdasarkan input dan output

Tabel 5. Hasil Pengujian *Black Box*

No.	Item Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1.	Registrasi Akun	Sistem menyimpan data ke database	Sesuai	Valid
2.	Login	Sistem mengarahkan ke halaman sesuai peran pengguna	Sesuai	Valid
3.	Sewa Produk	Sistem menyimpan data transaksi sewa pelanggan	Sesuai	Valid
4.	CRUD Produk	Sistem berhasil menambahkan, mengedit dan menghapus produk	Sesuai	Valid
5.	K-Means Clustering	Sistem memproses algoritma K-Means dari data transaksi untuk menghasilkan kluster pelanggan	Sesuai	Valid

Hasil pengujian pada Tabel 5 membuktikan bahwa sistem yang dirancang telah memenuhi spesifikasi fungsional yang ditetapkan. Selama pemantauan uji coba, tidak ada kendala atau *bug* fungsional yang ditemukan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sistem informasi penyewaan berbasis web Enocam Rental berhasil dibangun menggunakan metode prototipe dengan *framework Laravel*, PHP, dan *MySQL*. Penentuan kluster optimal menggunakan *Elbow Method* menghasilkan $k=3$, di mana algoritma K-Means *Clustering* berhasil mengelompokkan 60 pelanggan ke dalam tiga kluster yaitu Pelanggan Bernilai Tinggi (4 pelanggan), Pelanggan Bernilai Sedang (11 pelanggan), dan Pelanggan



JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 3 Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 666-675

Bernilai Rendah (46 pelanggan) berdasarkan atribut *Frequency*, *Monetary*, dan *Avg. Duration*. Hasil segmentasi tersebut dimanfaatkan sebagai landasan strategi layanan yang diferensiatif bagi setiap klaster pelanggan guna meningkatkan efektivitas bisnis Enocam Rental.

REFERENCES

- Awalina, E. F. L., & Rahayu, W. I. (2023). Optimalisasi strategi pemasaran dengan segmentasi pelanggan menggunakan penerapan *K-Means Clustering* pada transaksi *online* retail. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 13(2), 122–137.
- Dongga, M. A., Sembiring, A. S., & Alawiyah, T. (2023). *Data Mining dan Implementasi Algoritma*. Tohar Media.
- Irawan, E., Wijaya, G., & Warisaji, T. T. (2025). Penerapan algoritma *K-Means Clustering* untuk segmentasi nasabah bank. *BIOS: Jurnal Teknologi Informasi dan Rekayasa Komputer*, 6(1), 47–53.
- Irwansyah, E., & Faisal, M. (2021). *Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi*. Kencana.
- Perdana, S. A., Florentin, S. F., & Santoso, A. (2022). Analisis segmentasi pelanggan menggunakan *K-Means Clustering* studi kasus aplikasi Alfagift. *Sebatik*, 26(2), 446–457.
- Prasetyo, E., Akbi, D. R., & Masitoh, S. (2023). *Data Mining: Konsep dan Aplikasi Menggunakan Python*. Andi Offset.
- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. (2024). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Informatika Bandung.
- Santika, I. B. S., Fredlina, K. Q., & Permana, P. T. H. (2023). Penerapan *data mining* untuk *clustering* peminat layanan iconnet berdasarkan wilayah area bali menggunakan metode *K-Means*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 9(1).
- Setiawan, R. (2021). Metode SDLC dalam pengembangan *software*. *Dicoding*. <https://www.dicoding.com/>
- Supiyandi, S., Zen, M., Laksmana, I. Y., & Syahputra, M. T. (2022). Perancangan sistem informasi pelayanan jasa pencucian mobil berbasis *web*. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 9(1), 35–42.
- Syahra, Y., Fadlil, A., & Yuliansyah, H. (2025). Customer segmentation using *RFM* and *K-Means Clustering* to support *CRM* in retail industry. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, 9(3), 1120–1131.
- Syarifudin, A., & Ani, N. (2019). Metodologi Penelitian Pengembangan Perangkat Lunak. In *Media*.