

PENERAPAN METODE K-MEANS DALAM PENGELOMPOKAN PELANGGAN PADA TOKO PERCETAKAN BERBASIS WEB (STUDI KASUS TOKO AMANDA KOMPUTER SUMENEP)

Mohammad Arvin Manda Aradhana, Mira Orisa, Febriana Santi Wahyuni

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2118029@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Toko Amanda Komputer adalah toko percetakan yang sudah beroperasi sejak 2010, namun pengelolaan data pelanggan masih dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan, khususnya dalam pemberian diskon yang adil dan efisien. Pencatatan yang masih manual memicu terjadinya kesalahan data, menyulitkan analisis pola pembelian, serta menghambat perancangan strategi promosi yang relevan dengan target pasar. Fokus dari penelitian ini untuk membuat sistem pengelompokan pelanggan berdasarkan pola pembelian guna mendukung pengambilan keputusan bisnis secara lebih efektif. Penelitian ini memanfaatkan teknik pengelompokan data menggunakan K-means Clustering yang mampu mengelompokkan pelanggan berdasarkan frekuensi pembelian dan total pengeluaran menjadi tiga kategori utama: gold, silver, dan bronze. Hasil pengujian fungsional menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh sistem yang diuji. Pengujian menggunakan Silhouette Score memperoleh berada di atas 0,5 dan tertinggi pada cluster Bronze yang mencapai 0,88, menandakan kualitas pengelompokan yang baik dan konsisten dengan kategori yang ditetapkan. Uji coba oleh pengguna menghasilkan tingkat kepuasan rata-rata 96,5% terhadap kemudahan penggunaan dan ketepatan hasil clustering. Penerapan sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan data, mempermudah identifikasi pelanggan loyal, dan mendukung strategi pemberian diskon yang lebih relevan. Dengan demikian, metode K-Means Clustering efektif digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pemasaran di Toko Amanda Komputer.

Kata kunci : Data mining, K-Means clustering, silhoutte score, website penjualan

1. PENDAHULUAN

Pada era digital, pengelolaan data yang efisien menjadi kunci pengambilan keputusan yang tepat. Salah satu tantangan bagi pelaku usaha adalah mengelompokkan pelanggan berdasarkan perilaku belanja untuk menyusun strategi promosi yang sesuai target. Segmentasi pelanggan dalam Customer Relationship Management (CRM) membantu memahami karakteristik dan kebutuhan tiap kelompok secara spesifik. Tanpa pengelompokan yang jelas, promosi atau diskon sering tidak efektif dan berpotensi merugikan. [1]

Metode K-Means Clustering digunakan untuk membagi data pelanggan menjadi beberapa cluster berdasarkan kesamaan atribut, seperti frekuensi pembelian, jumlah transaksi, dan total pengeluaran. Melalui proses iteratif, metode ini menghasilkan tiga kategori pelanggan: Gold (prioritas), Silver (aktif sedang), dan Bronze (pasif). Sistem yang dibangun memungkinkan pengelompokan otomatis dan akurat, mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual yang rawan kesalahan. [2]

K-Means dipilih karena sederhana, cepat, dan efisien dalam menangani data besar, serta tidak memerlukan label awal (unsupervised learning). Dengan kemampuannya membentuk cluster yang jelas, metode ini efektif menjadi dasar strategi promosi dan pelayanan yang lebih terarah, sekaligus meningkatkan loyalitas serta kepuasan pelanggan. [3]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Menurut Madelbertha Fridolin Puka dalam penelitiannya yang berjudul “Clustering Wilayah Produksi Kakao Menggunakan Metode K-Means (Studi Kasus: Kabupaten Sikka, NTT)” bertujuan untuk mengenali serta mengelompokkan wilayah produksi komoditas kakao yang ada di Kabupaten Sikka dengan memanfaatkan metode data mining melalui algoritma Clustering K-Means. Berdasarkan hasil penelitian, wilayah produksi kakao diklasifikasikan menjadi tiga tingkatan, yaitu rendah, menengah, dan tinggi. Analisis yang diperoleh ini dapat digunakan dalam perencanaan dan pengelolaan produksi kakao secara lebih optimal [4].

2.2. Metode K-Means

Algoritma K-Means tergolong dalam teknik clustering yang digunakan untuk membagi data menjadi satu ataupun beberapa kelompok. Secara iteratif, K-Means mampu mengecilkan jarak euclidean ke pusat segmen atau centroid-nya. Penerapan algoritma ini dalam tahapan clustering bergantung pada karakteristik data yang tersedia serta tujuan analisis yang diharapkan. [5]

Untuk menerapkan algoritma K-Means, dilakukan serangkaian langkah sebagai berikut :

- Menetapkan jumlah cluster (nilai k) yang berperan dalam proses pembagian data ke dalam klaster.
- Menentukan titik pusat cluster (centroid) secara acak sebagai titik awal pada setiap cluster.

- c. Pengukuran jarak dilakukan antara setiap entri data dengan pusat kluster masing-masing melalui penerapan rumus Euclidean Distance.

$$d(x_i, u_i)^n = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - u_i)^2} \quad (1)$$

- d. Setiap data akan ditempatkan pada kluster yang memiliki kedekatan jarak paling minimum.
e. Menghitung ulang pusat cluster berdasarkan hasil data dalam cluster.
f. Mengulangi langkah 3 hingga 5 sampai pusat cluster stabil.

Keterangan:

- $d(x,u)$: Jarak antara objek x dan objek u
- jumlah atribut atau fitur yang digunakan dalam perhitungan.
- x_i : Adalah nilai atribut ke- i dari objek x
- u_i : Adalah nilai atribut ke- i dari objek u

2.3. Data Mining

Data mining telah menjadi bidang yang memperoleh perhatian besar dalam dekade terakhir, seiring kemajuan perangkat keras yang memungkinkan pemrosesan data dalam skala besar. Berbeda dengan disiplin lain, data mining lebih sering dipandang sebagai sebuah aplikasi praktis daripada sekadar teknologi, sehingga diperkirakan akan tetap menjadi bahasan yang relevan untuk dikaji ke depannya seiring dengan pertumbuhan data yang kian pesat. Artikel ini membahas perkembangan evolusi data mining, kondisi sekarang, serta prospeknya ke depan, dengan mencatat bahwa istilah data mining mulai dikenal di komunitas penelitian pada akhir tahun 1980-an. Pada masa tersebut, terjadi perdebatan mengenai definisi dan lingkup istilah data mining, dan hingga sekarang masih terdapat perbedaan pandangan terkait makna serta ruang lingkungannya.[6]

2.4. Clustering

Clustering dapat diartikan sebagai metode pengelompokan data dengan membagi kumpulan data pada beberapa cluster sesuai yaitu tingkat kesamaan atau kedekatan karakteristik di antara setiap data. Teknik ini memungkinkan data memiliki sifat atau atribut serupa untuk ditempatkan pada satu cluster sama, sedangkan data dengan perbedaan yang cukup besar akan ditempatkan pada cluster lain yang sesuai. Dalam konteks data mining, clustering berfungsi untuk menemukan struktur atau pola tersembunyi dalam kumpulan data besar tanpa adanya label atau arahan sebelumnya (unsupervised learning). Proses ini sangat berguna untuk menganalisis dan memahami distribusi data, mengenali hubungan antar atribut, serta membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data, seperti dalam pemetaan kriminalitas, segmentasi pasar, atau pengelompokan produk berdasarkan tingkat penjualan[7].

Clustering termasuk analisis data yang berfungsi untuk mengklasifikasikan sekumpulan data dalam beberapa kelompok berdasarkan karakteristik atau atribut serupa yang dimiliki oleh data tersebut. Tujuan

clustering adalah membentuk cluster dengan data yang serupa di dalamnya, dan memisahkan data yang berbeda ke dalam kelompok lainnya.[8].

Fungsi utama clustering terlihat pada proses data mining yang punya tujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kemiripan karakteristik antar data, di mana dalam penelitian Fina Nasari dan Surya Darma (2015), algoritma K-Means digunakan untuk mengelompokkan data mahasiswa baru berdasarkan nilai UAN, asal sekolah, dan program studi yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk numerik, dengan langkah-langkah meliputi penentuan jumlah cluster, inisialisasi centroid awal, menghitung jarak antara data ke pusat cluster menggunakan perhitungan Euclidean Distance, pengelompokan data dengan jarak paling dekat, serta pembaruan centroid sampai hasil cluster bersifat konvergen dan stabil [9].

2.5. Silhouette Score

Salah satu metrik evaluasi internal yang sering digunakan untuk menilai seberapa baik data dikelompokkan dalam clustering adalah Silhouette Score. Dengan mengukur tingkat kualitas hasil pengelompokan dengan memberikan ukuran tingkat kesesuaian penempatan setiap titik data pada clusternya yang menjadi tempatnya dengan cluster yang lain.

Menurut Yasir Hasan (2024), Silhouette Score dihitung berdasarkan:

$a(i)$: nilai jarak antara data ke- i dengan data lain dalam cluster yang sama.

$b(i)$: jarak dari titik data ke- i dengan setiap titik yang berada pada data dari kelompok terdekat yang selain clusternya[10].

Rumus Silhouette Score untuk setiap titik:

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (2)$$

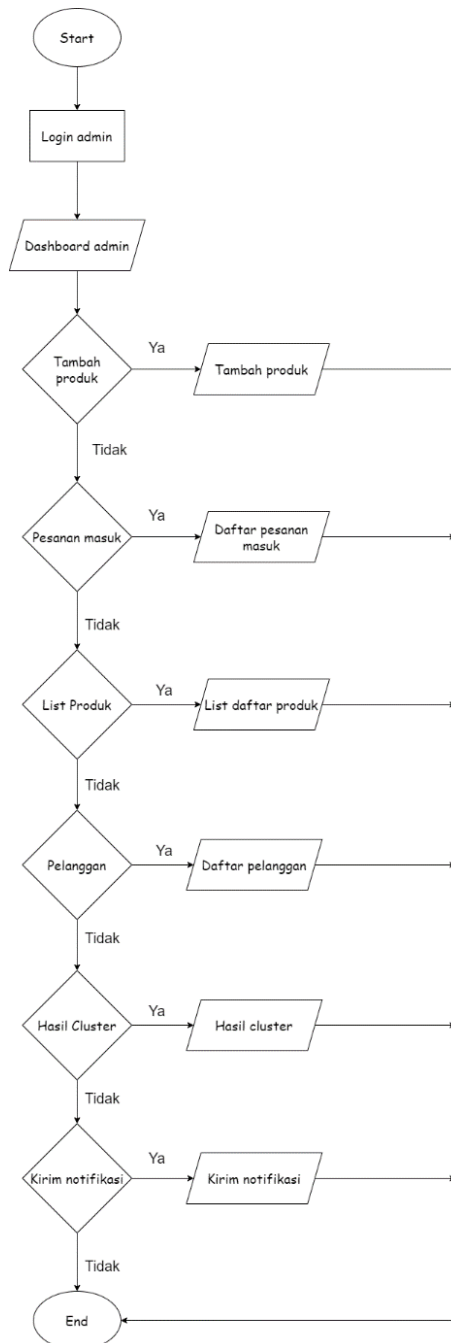
- Nilai Silhouette Score berada dikisaran -1 sampai 1, dengan interpretasi:
- Nilai mendekati +1: data cocok dengan clusternya dan jauh dari cluster lain (hasil clustering baik).
- Nilai mendekati 0: data berada di batas dua cluster (clustering kurang optimal).
- Nilai mendekati -1: data lebih dekat dengan cluster lain dibanding clusternya (clustering tidak baik).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart Sistem Admin

Pada Gambar 1 menunjukkan sebuah flowchart yang menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan, dimulai dari proses login sebagai tahap awal interaksi pengguna dengan sistem. Pada tahap ini, pengguna memiliki dua opsi, yaitu login sebagai admin atau sebagai pelanggan. Namun, apabila pengguna belum memiliki akun sebelumnya, maka mereka diwajibkan untuk terlebih dahulu melakukan proses registrasi guna memperoleh hak akses ke dalam

sistem. Setelah berhasil login, setelah berhasil login, pengguna akan dialihkan ke halaman dashboard sesuai dengan perannya.

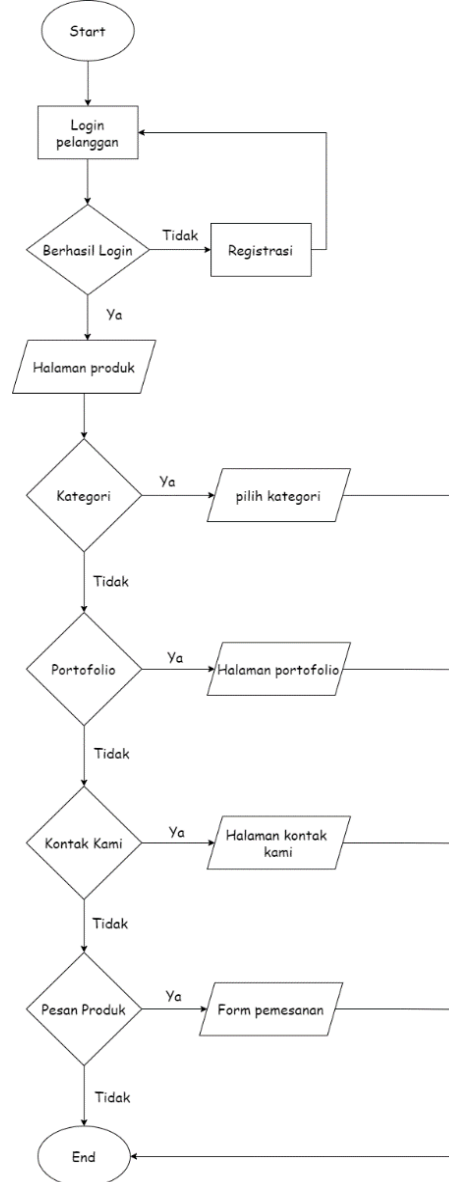


Gambar 1. Flowchart sistem admin

Apabila yang login adalah admin, maka sistem akan mengarahkan mereka ke halaman dashboard admin, di mana tersedia berbagai fitur dan menu untuk mengelola keseluruhan data dan aktivitas dalam sistem. Admin memiliki wewenang penuh untuk menambahkan data produk baru ke dalam sistem, serta mengelola transaksi yang masuk, yang berasal dari formulir pemesanan yang telah diisi oleh pelanggan. Selain itu, admin juga dapat mengakses dan memantau data pelanggan yang telah terdaftar, serta melihat dan

memperbarui data produk yang tersedia. Salah satu fitur penting lainnya yang tersedia bagi admin adalah kemampuan untuk melakukan proses clustering menggunakan metode K-Means terhadap data pelanggan yang telah dikumpulkan.

3.2. Flowchart Sistem Pelanggan



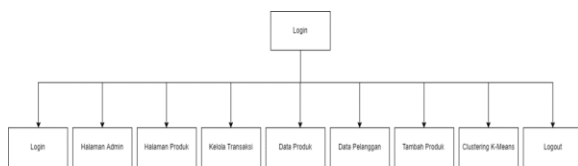
Gambar 2. Flowchart customer

Pada Gambar 2 menjelaskan alur sistem dari sisi pelanggan (customer) dalam aplikasi. Proses dimulai dengan login pelanggan, jika login gagal maka diarahkan ke proses registrasi, dan jika berhasil maka pelanggan masuk ke dalam halaman untuk pelanggan. Setelah login, pelanggan secara otomatis diarahkan ke halaman produk untuk dapat memilih beberapa menu: memilih kategori produk yang diinginkan, melihat halaman portofolio perusahaan, mengakses halaman kontak kami untuk informasi atau komunikasi lebih lanjut, serta melakukan pemesanan produk melalui form pemesanan. Setiap aksi memiliki jalur proses tersendiri yang akan membawa pelanggan

ke halaman yang sesuai, kemudian kembali ke menu utama hingga pelanggan menyelesaikan aktivitasnya dan proses berakhir di titik “End”. Flowchart ini menggambarkan alur interaksi pelanggan secara lengkap dari awal hingga akhir penggunaan layanan.

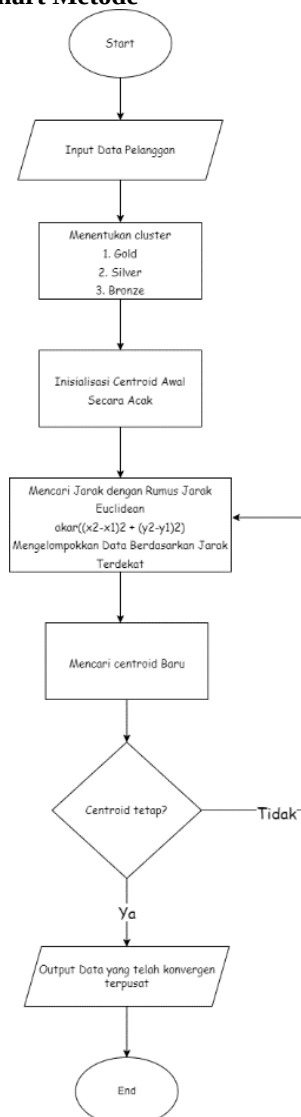
3.3. Struktur Menu

Gambar 3 menunjukkan susunan menu pada sistem yang diawali dari halaman Login sebagai pintu utama mengakses fitur. Setelah login, pengguna dapat memilih menu utama seperti Login ulang, Halaman Admin, Halaman Produk, Kelola Transaksi, Data Produk, Data Pelanggan, Tambah Produk, Clustering K-Means, serta Logout untuk keluar dari sistem.



Gambar 3. Struktur Menu

3.4. Flowchart Metode



Gambar 4. Flowchart metode

Gambar 4 menggambarkan alur pengelompokan pelanggan dan produk dengan metode K-Means. Proses dimulai dari input data pelanggan, penentuan cluster (Gold, Silver, Bronze), perhitungan jarak menggunakan rumus Euclidean, lalu pengelompokan data ke cluster terdekat. Proses diulang hingga centroid stabil (konvergen), menghasilkan output data pelanggan yang terkelompok optimal.

3.5. Use Case Diagram

Pada gambar 5 menampilkan diagram use case dengan memperlihatkan interaksi antara dua pengguna utama, Admin dan Pelanggan, dengan sistem. Admin setelah login dapat melakukan berbagai aktivitas seperti menambahkan produk, mengelola transaksi, mengelola data pelanggan, mengelola data produk, proses clustering k-means pelanggan, hasil clustering. Sedangkan Pelanggan, setelah login, memiliki hak akses untuk melihat halaman produk, membeli produk, dan mengisi form pemesanan.

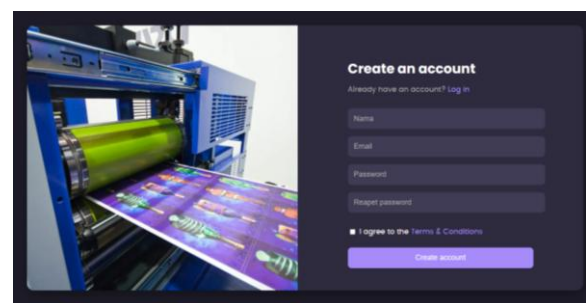


Gambar 5. Diagram Use Case

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tampilan Halaman Register

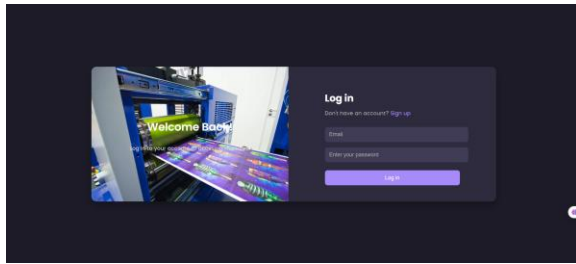
Pada Gambar 6, admin maupun pelanggan bisa melakukan register terlebih dahulu sebelum masuk ke login.



Gambar 6. Halaman Register

4.2. Tampilan Halaman Login

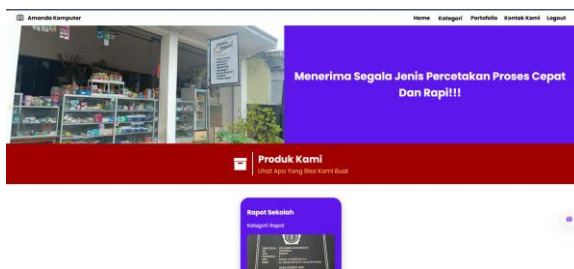
Pada Gambar 7 setelah register admin maupun pelanggan bisa melakukan login sebelum masuk ke halaman nya masing-masing pada admin akan masuk ke halaman dashboard untuk mengelola data yang masuk dan pelanggan masuk ke halaman produk.



Gambar 7. Halaman Login

4.3. Tampilan Halaman Customer

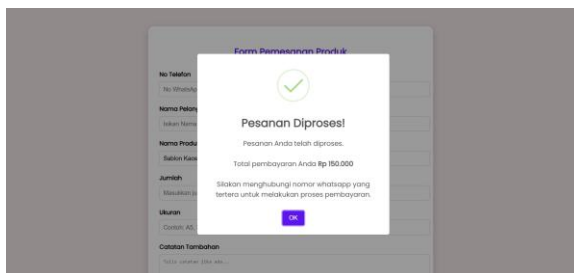
Pada Gambar 8 pelanggan bisa melihat produk dan memesan produk dengan menekan button pesan dan juga pelanggan bisa melihat halaman portofolio dan kontak kami.



Gambar 8. Halaman Customer

4.4. Tampilan Halaman Form Pemesanan

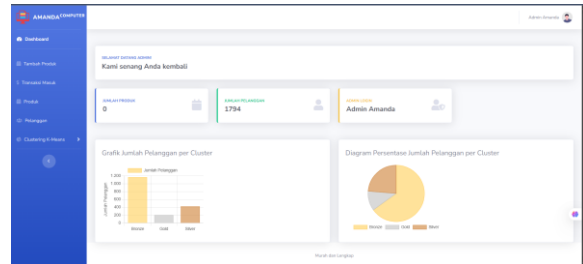
Pada Gambar 9 pelanggan ketika memesan produk akan mengarah ke halaman pemesanan pelanggan diminta untuk mengisi form tersebut dan ketika pelanggan menekan button kirim maka akan muncul pop total pembayaran yang harus dibayar. Untuk button kirim pesanan yang nantinya pesanan masuk ke halaman admin dibagian transaksi masuk



Gambar 9. Halaman Form Pemesanan

4.5. Tampilan Halaman Admin Dashboard

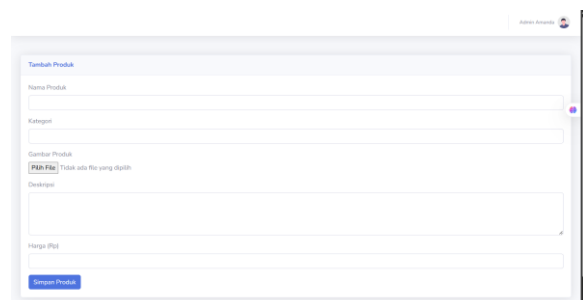
Pada Gambar 10 halaman yang di khususkan untuk admin, pada halaman dashboard ada beberapa informasi mengenai jumlah data produk dan data pelanggan dan juga admin yang login beserta grafik cluster pelanggan.



Gambar 10. Halaman Admin Dashboard

4.6. Tampilan Halaman Tambah Produk

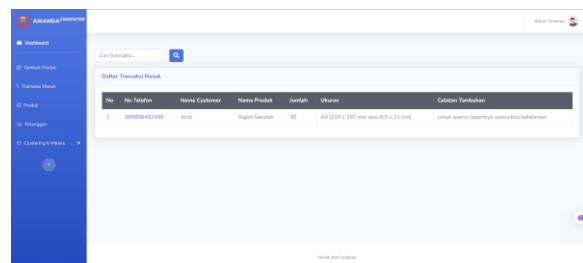
Pada Gambar 11 berfungsi untuk menambahkan produk yang nantinya akan ditampilkan di halaman produk tetapi fitur ini masih belum bisa di navigasikan ke halaman produk.



Gambar 11. Halaman Menambahkan Produk

4.7. Tampilan Halaman Transaksi Masuk

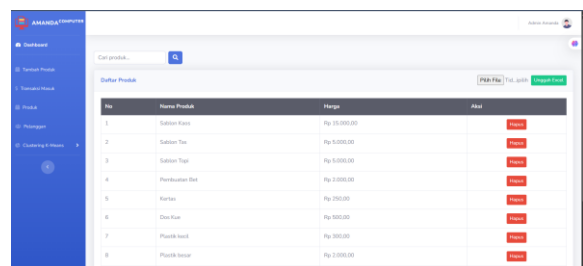
Pada Gambar 12 fungsinya digunakan ketika pelanggan telah melakukan pemesanan pada halaman produk maka data akan masuk ke halaman ini.



Gambar 12. Halaman Transaksi Masuk

4.8. Tampilan Halaman List Produk

Pada Gambar 13, admin memiliki kemampuan untuk menambahkan rekap data produk yang ada pada toko beserta harga dan nama produknya.



Gambar 13. Halaman List Produk

Pada Gambar 14, admin dapat mengimport data pelanggan dengan format excel yang nantinya digunakan untuk proses clustering data untuk menentukan penawaran diskon pelanggan.



Pada Gambar 15 clustering pada sistem "Amanda Computer" ini menampilkan hasil pengelompokan pelanggan berdasarkan metode K-Means Clustering untuk tahun tertentu dan tabel centroid awal untuk pelanggan yang dipilih. Terdapat fitur filter untuk memilih cluster (Gold, Silver, Bronze) dan tahun, serta tombol untuk mengunduh laporan dalam format Excel.



Pada Gambar 16 menampilkan daftar pelanggan yang telah diklasifikasikan berdasarkan hasil proses clustering dan siap untuk dikirimkan notifikasi whatsapp. Admin dapat mengunggah data pelanggan melalui file Excel dengan menekan tombol "Unggah Excel". Setelah data berhasil diunggah, sistem akan menampilkan informasi lengkap seperti nomor pelanggan, nama, total transaksi, jumlah pengeluaran, kategori cluster (Gold, Silver, atau Bronze), serta diskon yang diperoleh.



A. Perhitungan data pelanggan tahun 2021

No	Nomer Telepon	Nama Customer	Produk yang Dibeli
1	085234528098	Dwi Ferawati	Lakban bening x3, Spidol White Boad x13, Pensil Gambar x15, Isolasi bening kecil x15, Lem Fox x3, Nota x14, Sabuk dewasa x5, Kotak pensil x6, Flash x13, Pensil x8
2	081232505966	Safira	Map kertas F4 x9, Scan x15, Buku Tulis x20, Print Warna x18, Amplop x13, Penggaris x11, Sampul Raport biasa x13, Undangan Kecil x19, Amplop besar x18, Plastik kecil x15
3	081803242522	Saida, S. Pd. I	Fotocopy/lembar x12, Kertas Foto x3, Sablon Kaos x17, Tinta botol printer x4, Buku Gambar x20, Undangan Besar x7, Bantalán stempel x20, Sampul Raport Eksklusif x6, Plastik besar x20, Kertas Minyak x11
4	085857781742	Laila Arifin	Pembuatan Bet x8, Rakian Komputer gen2 x7, Isolasi kertas x3, Sampul Raport Eksklusif x11, Buku Agenda x14, Buku Tabungan x11, Map kertas F4 x20, Pensil Gambar x11, Buku Tulis Halus x6, Penggaris x8
5	082337744769	Miftahu Huda, S. Pd. I	Flash x3, Cetak Banner/meter x2, Undangan Besar x10, Amplop kecil x10, Pensil Gambar x13, Sampul Raport Eksklusif x1, Kertas krep x20, Tinta stempel x17, Lakban bening x18, Penggaris x3
...	...	...	...
501	082976985595	Xavier Utami	...

Tabel 2. Data sampel perhitungan

No	Nomer Telepon	Nama Customer	Total transaksi	Total pengeluaran
1	085234528098	Dwi Ferawati	11	1572000
2	081232505966	Safira	27	1437000
3	081803242522	Saida, S. Pd. I	21	1179000
4	085857781742	Laila Arifin	15	21842000
5	082337744769	Miftahu Huda, S. Pd. I	14	1226000
...	...	...	...	...
501	082976985595	Xavier Utami	16	17251600

Tabel 3. Jumlah Cluster

Cluster	Nama	Total Transaksi	Total Pengeluaran
Gold	Fifi Humairah	31	78816750
Silver	Sutrisno Andriyono	15	22020000
Bronze	Kartika Utami	2	59000

Berikut merupakan implementasi perhitungan metode K-Means dalam mengelompokkan data pelanggan

a. Menentukan Jumlah cluster = 3

Pada Tabel 3 dilakukan untuk menentukan jumlah cluster sebanyak 3, untuk mengelompokkan data ke cluster berdasarkan total transaksi dan total pengeluaran.

b. Menentukan pusat centroid awal

X = Total transaksi dan Y = Jumlah pengeluaran

Tabel 4. Centroid Awal

Cluster	X	Y
Gold	31	78816750
Silver	15	22020000
Bronze	2	59000

c. Menghitung Jarak

Pencarian jarak dilakukan dengan menggunakan

rumus jarak *euclidian* :

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3)$$

Tabel 5. Iterasi Ke-1

Data	X	Y	Gold	Silver	Bronze	Terdekat
1	11	1572000	77244750	20448000	1513000	1513000
2	27	1437000	77379750	20583000	1378000	1378000
3	21	1179000	77637750	20841000	1120000	1120000
4	15	21842000	56974750	178000	21783000	178000
5	14	1226000	77590750	20794000	1167000	1167000
501	16	17251600	61565150	4768400	17192600	4768400

d. Hasil total jumlah cluster yang diperoleh setiap pelanggan

Tabel 6. Hasil total jumlah tiap cluster

Gold	Silver	Bronze
20	151	330

Pada Tabel 5 hasil yang diperoleh pada iterasi 1 dan pada tabel 6 menunjukkan jumlah cluster gold mencapai 20 pelanggan, silver 151 pelanggan dan bronze mencapai 330 pelanggan.

e. Mencari centroid baru dengan menghitung rata-rata data pada masing-masing cluster, berikut adalah rumus mencari centroid baru :

$$c_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

$$c_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (5)$$

- c_x = koordinat X (rata-rata total transaksi) centroid baru
- c_y = koordinat Y (rata-rata total pengeluaran) centroid baru
- x_i = total transaksi pelanggan pertama atau i pada cluster tersebut

- y_i = total pengeluaran pelanggan pertama atau i pada cluster tersebut
- n = jumlah pelanggan pada cluster tersebut

Tabel 7. Centroid Baru

Cluster	X	Y
Gold	21,2	63851262,5
Silver	19,90728477	24124977,48
Bronze	18,86969697	2235995,758

Pada tabel 7, centroid baru menunjukkan rata-rata nilai X dan Y pada masing-masing cluster hasil pembaruan K-Means, yaitu Gold ($X=21,2$; $Y=63.851.262,5$), Silver ($X=19,91$; $Y=24.124.977,48$), dan Bronze ($X=18,87$; $Y=22.359.958,76$). Proses iterasi berlangsung hingga langkah ke-12, di mana nilai centroid dan cluster tidak lagi berubah. Pada Tabel 8 menunjukkan jumlah pelanggan Gold sebanyak 36 orang, Silver 125 orang, dan Bronze 340 orang. Berdasarkan kategori ini, ditentukan diskon: Gold 5%, Silver 3%, dan Bronze 1%, yang akan diberikan pada setiap transaksi pelanggan sesuai cluster masing-masing.

Tabel 8. Hasil clustering data pelanggan tahun 2021

No	Nama	Transaksi	Pengeluarn	Cluster	Diskon
1	Dwi Ferawati	11	1572000	Bronze	1%
2	Safira	27	1437000	Bronze	1%
3	Saida, S. Pd. I	21	1179000	Bronze	1%
4	Laila Arifin	15	21842000	Silver	3%
5	Miftahu Huda, S. Pd. I	14	1226000	Bronze	1%
501	Xavier Utami	16	17251600	Silver	3%

4.13. Pengujian Fungsional

Pada Tabel 9, pengujian fungsional menunjukkan seluruh fitur, mulai dari login, registrasi, pengelolaan data, transaksi, impor, hingga clustering K-Means berjalan sesuai ekspektasi, termasuk cetak ke Excel, notifikasi WhatsApp, dan fitur pelanggan. Tingkat keberhasilan mencapai 100%, membuktikan semua fungsi optimal tanpa error.

Tabel 9. Pengujian Fungsional

No	Fitur yang diuji	Deskripsi pengujian	Input	Ekspektasi
1.	Login pengguna	Menguji login dengan akun valid dan tidak valid	Email dan password (valid atau tidak valid)	Jika valid masuk ke sistem. Jika tidak valid muncul pesan "Login gagal"
2.	Registrasi	Menguji proses registrasi akun baru	Nama, email, password, konfirmasi password	Akun berhasil dibuat dan diarahkan ke halaman login
3.	Akses berdasarkan peran	Menguji apakah pengguna diarahkan sesuai dengan perannya (admin/pelanggan)	Login sebagai admin / pelanggan	Admin ke halaman dashboard, pelanggan ke halaman produk
4.	Tambah Produk (Admin)	Menambahkan data produk baru	Nama produk, kategori, harga, stok	Data produk baru tersimpan
5.	Transaksi Masuk (Admin)	Input transaksi masuk	Detail transaksi: produk, jumlah, harga	Transaksi tercatat di sistem
6.	Data Produk	Mengimport file excel data produk dan menampilkan nya di web	Data yang sudah di import akan tampil di halaman web data produk	Data produk berhasil di import
7.	Kelola Data Pelanggan	Mengimport file excel data pelanggan dan menampilkan nya di web	Data yang sudah di import akan tampil di halaman web data pelanggan	Data pelanggan berhasil di import
8.	Proses Clustering Pelanggan	Menjalankan proses clustering terhadap data pelanggan	Klik tombol "Proses Clustering" lalu pilih tahun data nya	Hasil clustering ditampilkan sesuai perhitungan
9.	Hasil Clustering	Menampilkan hasil kategori pelanggan (gold, silver, bronze) dan diskon yang diperoleh beserta tabel centroid awal yang dipilih	Data hasil clustering	Tabel kategori pelanggan ditampilkan

4.14. Pengujian User

Pada Tabel 10 hasil pengujian yang melibatkan 27 responden dengan 6 pertanyaan, diperoleh total skor 787 dari skor maksimum 810, sehingga tingkat kepuasan pengguna mencapai 96,5% yang termasuk kategori sangat baik. Persentase ini menunjukkan bahwa mayoritas pengguna menilai sistem mudah

digunakan, navigasi menu sederhana, fitur berjalan optimal, dan hasil pengelompokan pelanggan menggunakan metode K-Means akurat sesuai kebutuhan toko. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang dibangun telah memenuhi harapan pengguna dan layak digunakan dalam pengelolaan data pelanggan di Toko Amanda Komputer.

Tabel 10. Pengujian User

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor	Jumlah Responden	Persentase (%)
1	Apakah Anda dapat login dan mengakses sistem dengan lancar?	Ya, lancar	5	25	92,6%
		Ya, tapi agak lama	4	2	7,4%
		Tidak lancar	2	0	0%
		Tidak bisa login	1	0	0%
2	Apakah menu pada sistem mudah dipahami saat pertama kali Anda menggunakannya?	Sangat mudah dipahami	5	22	81,5%
		Cukup mudah dipahami	4	5	18,5%
		Sulit dipahami	2	0	0%
		Sangat sulit dipahami	1	0	0%

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor	Jumlah Responden	Persentase (%)
3	Apakah Anda dapat melakukan proses pengelompokan pelanggan menggunakan metode K-Means dengan mudah?	Sangat mudah	5	21	77,8%
		Cukup mudah	4	6	22,2%
		Sulit	2	0	0%
		Sangat sulit	1	0	0%
4	Apakah hasil pengelompokan pelanggan (Gold, Silver, Bronze) yang ditampilkan sistem dapat Anda pahami?	Sangat mudah dipahami	5	22	81,5%
		Cukup mudah dipahami	4	5	18,5%
		Sulit dipahami	2	0	0%
		Tidak dipahami sama sekali	1	0	0%
5	Apakah fitur filter berdasarkan tahun berfungsi dengan baik dan memudahkan Anda dalam melihat data pelanggan?	Sangat membantu	5	24	88,9%
		Cukup membantu	4	3	11,1%
		Kurang membantu	1	0	0%
6	Apakah terdapat error atau kendala selama menggunakan sistem?	Tidak ada kendala	5	25	92,6%
		Ada error ringan	4	2	7,4%
		Ada error sedang	2	0	0%
		Ada error berat	1	0	0%

4.15. Pengujian Silhouette Score

Pada Tabel 11 ditunjukkan nilai Silhouette Score untuk cluster gold, silver, dan bronze periode 2021–2024, seluruhnya di atas 0,5 yang menandakan kualitas pengelompokan baik, dengan jarak antar cluster jelas dan data dalam cluster setara. cluster bronze konsisten memiliki nilai tertinggi (0,8475–0,8854) karena anggota cluster ini memiliki pola pembelian yang serupa, umumnya frekuensi pembelian rendah dan total pengeluaran kecil, sehingga jarak antar anggota sangat dekat dan pemisahan dari cluster lain sangat jelas. Puncak skor tertinggi terjadi pada 2024 (0,8854), yang menunjukkan pada tahun tersebut kelompok bronze semakin terdefinisi dengan baik tanpa banyak variasi perilaku belanja. cluster gold memiliki nilai terendah pada 2021 (0,5139) yang mengindikasikan adanya variasi cukup besar dalam perilaku pelanggan di kategori ini, misalnya sebagian pelanggan melakukan pembelian besar tetapi dengan frekuensi yang berbeda jauh. Nilai gold meningkat pada 2023 (0,5717) seiring konsistennya pola pembelian pelanggan prioritas ini, kemungkinan dipengaruhi oleh strategi promosi yang lebih terarah. Cluster Silver berada pada kisaran 0,5207–0,5767, yang menunjukkan keragaman sedang di antara anggotanya. Dalam hal ini silver merupakan kategori transisi antara gold dan bronze, di mana sebagian pelanggan berpotensi naik ke gold atau turun ke bronze tergantung aktivitas belanja mereka. Secara keseluruhan, tren ini mengonfirmasi bahwa metode K-Means menghasilkan segmentasi pelanggan yang valid, stabil, dan andal. Perbedaan skor antar cluster memberi gambaran bahwa strategi pemasaran dapat disesuaikan: bronze memerlukan promosi intensif untuk meningkatkan transaksi, silver perlu program retensi agar tidak turun ke bronze, dan gold bisa difokuskan pada program loyalitas eksklusif. Hasil silhouette score tidak hanya memvalidasi kualitas pengelompokan, tetapi juga memberikan gambaran untuk pengambilan keputusan bisnis yang tepat sasaran..

Tabel 11. Pengujian Silhouette Score

Tahun	Silhouette gold	Silhouette silver	Silhouette bronze	Jumlah cluster
2021	0,5139	0,5523	0,8475	3
2022	0,519	0,5207	0,8281	3
2023	0,5717	0,5308	0,8354	3
2024	0,5428	0,5767	0,8854	3

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem berbasis web untuk pengelompokan pelanggan dengan metode K-Means di Toko Amanda Komputer berhasil diimplementasikan dengan baik, memudahkan admin mengelola data dan mengklasifikasikan pelanggan menjadi Gold, Silver, dan Bronze berdasarkan transaksi serta pengeluaran. Hasil pengujian fungsional menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh sistem yang diuji, dan nilai Silhouette Score 0,88 (kategori baik). Hasil kuesioner menunjukkan tingkat kepuasan pengguna 96,5%, menandakan penerimaan positif terhadap sistem. Ke depannya, disarankan membandingkan metode lain untuk evaluasi akurasi dan efektivitas, serta mengembangkan sistem menjadi aplikasi Android agar pemantauan pelanggan lebih praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. L. Achmad, A. Fauzi, R. Rahmat, and J. Indra, "Segmentasi Pelanggan Menggunakan K-Means Clustering Di Toko Retail," *J. Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 736, 2024, doi: 10.37600/tekinkom.v7i2.1226.
- [2] E. Santoso and A. U. Hamdani, "Segmentasi Pelanggan Pada Pt. Tab Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *JIKI (Jurnal Ilmu Komput. Informatika)*, vol. 4, no. 2, pp. 135–145, 2023, doi: 10.24127/jiki.v4i2.4911.
- [3] D. Fathia Wardah, "Pengelompokan Pelanggan Supermarket Berdasarkan Riwayat Transaksi Dengan Metode K-Means Clustering," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2025, [Online]. Available: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://>

- dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005
%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [4] M. F. Puka, J. D. Irawan, and N. Vendyansyah, "CLUSTERING WILAYAH PRODUKSI KAKAO MENGGUNAKAN METODE," vol. 9, no. 1, pp. 85–92, 2025.
- [5] T. Nugroho, U. Enri, and I. Maulana, "Clustering Menu Makanan Berdasarkan Kebutuhan Kalori Harian Menggunakan Algoritme K-Means," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 4, pp. 4411–4417, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.9958.
- [6] B. G. Sudarsono, M. I. Leo, A. Santoso, and F. Hendrawan, "Analisis Data Mining Data Netflix Menggunakan Aplikasi Rapid Miner," *JBASE - J. Bus. Audit Inf. Syst.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–21, 2021, doi: 10.30813/jbase.v4i1.2729.
- [7] E. Widodo, "PEMETAAN KRIMINOLOGI TERHADAP PENCURIAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING (Studi Kasus : Polsek Desa Aek Batu," vol. 4307, no. May, pp. 1090–1097, 2025.
- [8] L. Tanti, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Menganalisa Transaksi Penjualan Jasa Cetak Pada Unit Print on Demand (Pod) Percetakan Gramedia," *Infotech J. Technol. Inf.*, vol. 8, no. 2, pp. 117–126, 2022, doi: 10.37365/jti.v8i2.148.
- [9] P. H. Suharti, A. S. Suryandari, and R. N. Amalia, "Analisis Kinerja Modul Pengendali Tekanan Udara Pct-14 Berbasis Plc Dengan Berbagai Metoda Tuning," *Sebatik*, vol. 26, no. 2, pp. 420–427, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i2.2134.
- [10] Y. Hasan, "Pengukuran Silhouette Score Dan Davies-Bouldin Index Pada Hasil Cluster K-Means Dan Dbscan," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3S1, pp. 60–74, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3s1.5001.