

SISTEM PENGELOMPOKAN PRODUK ELEKTRONIKA BERBASIS WEB MENGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING

M. Mahairul Makrus Ali¹⁾, Ahmad Faisol²⁾, Deddy Rudhistiar³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
JL. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65153
Email: ¹2218115@scholar.itn.ac.id, ²mzfais@lecturer.itn.ac.id, ³rudhistiar@lecturer.itn.ac.id

Abstract

The progress technology has moved towards digital endeavors like the Internet of Things (IoT), thereby greatly boosting the need for things like sensors, microcontrollers, and related parts. According to an internal assessment conducted at the BCS Elektronika Malang shop, issues in stock control arose from using guesswork to understand how products were selling. The purpose of this research is to develop a system for dividing products into groups based on their popularity, specifically classifying them as having high, medium, or low sales rates. This will be achieved using the k-means method, considering three factors: the total number of products sold, how often a product is sold, and how recently it was sold, all based on the transaction data that is currently available using k-means clustering algorithm. The system is demonstrated to operate as expected, to the results of the blackbox test. When method's results were assessed using the silhouette score value, a score 0.585 was obtained, which suggests the clustering results were reasonably successful. Additionally, the clustering results were presented in a table that included the products and details about the clusters they belonged to.

Keywords: Electronics Products, Inventory Management, K-Means Clustering, Product Segmentation, Silhouette Score

Abstrak

Perkembangan teknologi telah beralih ke proyek elektronika seperti Internet of Things (IoT), yang menyebabkan peningkatan signifikan dalam permintaan komponen seperti mikrokontroler, sensor, dan komponen pendukung lainnya. Sebuah survei internal di toko BCS Elektronika Malang menunjukkan adanya masalah dalam manajemen stok yang tidak sesuai karena analisa pola perputaran produk masih menggunakan intuisi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem segmentasi produk berdasarkan popularitasnya, yaitu produk high turnover, medium turnover, dan low turnover dengan metode k-means menggunakan tiga variable yaitu total terjual produk, frekuensi produk dan recency produk berdasarkan data transaksi yang telah ada menggunakan algoritma k-means klastering. Dari hasil uji blackbox mengunjukkan sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diujikan. Pengujian hasil metode menggunakan skor silhouette menghasilkan nilai 0.585 yang menunjukkan bahwa hasil clustering dinilai cukup baik, hasil dari clustering juga direpresentasikan dalam bentuk tabel daftar produk dan informasi cluster produk tersebut.

Kata Kunci: K-Means Klastering, Manajemen Persediaan, Produk Elektronika, Segmentasi Produk, Silhouette Score

1. Pendahuluan

Manajemen persediaan merupakan komponen penting dalam operasional perusahaan karena menjaga keseimbangan antara permintaan dan ketersediaan barang. Ketidakseimbangan dapat menyebabkan *overstock* yang dapat menjadikan produk menumpuk, atau *stockout* yang dapat menjadikan permintaan pelanggan tidak dapat dipenuhi dimana hal tersebut dapat menurunkan kepuasan pelanggan [1], dalam konteks bisnis ritel seperti BCS Elektronika, kondisi tersebut menjadi tantangan tersendiri, terlebih karena proses pengambilan keputusan terkait pengadaan barang selama ini masih bergantung pada intuisi dan pengalaman subjektif, bukan berdasarkan analisis data yang terukur.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan yang lebih objektif dan berbasis data untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan melakukan pengelompokan terhadap seluruh produk berdasarkan karakteristik penjualannya. Pengelompokan ini bertujuan untuk membagi produk secara otomatis ke dalam beberapa segmen, yaitu barang produk *high turnover*, barang dengan penjualan *medium turnover*, dan barang *low turnover*.

Algoritma K-Means dipilih sebagai metode untuk melakukan pengelompokan tersebut. Algoritma ini telah terbukti efektif dalam menganalisis data untuk menemukan pola dan mengelompokkannya berdasarkan kesamaan [2]. Data yang digunakan mencakup riwayat penjualan yang terdiri dari jumlah barang terjual, frekuensi transaksi, serta *recency* untuk menilai tingkat perputaran masing-masing produk. Selain kemudahan penerapannya, algoritma K-Means juga



menawarkan interpretasi hasil yang jelas sehingga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Dengan penerapan metode ini, diharapkan proses segmentasi produk di BCS Elektronika dapat dilakukan secara lebih sistematis, objektif, dan akurat.

2. Metode

2.1 Data Mining

Data mining adalah salah satu metode untuk menggali informasi penting yang terpendam atau tersembunyi dalam suatu kumpulan data. Konsep dasar dari proses ini adalah menemukan informasi tak kasat mata dalam basis data dengan tujuan menemukan informasi dan pola yang bermanfaat dalam data. Ini dilakukan dengan tujuan menemukan informasi penting dan pola tertentu yang tidak dapat dilihat secara langsung melalui data yang mentah. Salah satu teknik data mining yang populer adalah *clustering*. *Clustering* mengelompokkan data yang mirip ke dalam *cluster* (kelompok). Data dalam *cluster* yang sama memiliki kesamaan dan berbeda dengan data di *cluster* lain [3].

2.2 Algoritma K-Means

K-Means adalah algoritma *clustering* yang paling umum dan sederhana. Bekerja dengan mengelompokkan titik-titik data ke dalam kelompok, yang mana setiap titik data bergabung dalam kelompok yang memiliki pusat yang paling dekat dengannya. [4] Adapun langkah-langkah metode k-means adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai k
2. Memilih *centroid* acak dari data sebagai titik awal pusat kelompok
3. Setiap titik data dikelompokkan ke dalam kelompok yang memiliki jarak terdekat dari *centroid*. dihitung menggunakan jarak Euclidean dengan menggunakan persamaan berikut ini.

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

Keterangan:

$d(x, y)$ = euclidian distance dari titik x dan y

x = nilai data

y = nilai centroid

i = banyak data

n = banyak observasi

4. Hitung nilai titik pusat (centroid) baru dengan mengambil rata-rata dari semua titik pada kelompok tersebut.

$$R_k = \frac{1}{N_k} (x_{1k} + \dots + x_{nk}) \quad (2)$$

Keterangan:

R_k = hasil *average cluster of k*

N_k = banyak data

Xnk = titik centroid

i = jumlah atribut data

n = banyak observasi

5. Lakukan langkah 3 dan 4 sampai tidak ada perubahan *cluster* pada titik-titik data.

2.3 Normalisasi Data

Normalisasi data adalah cara untuk mengubah ukuran data sehingga lebih kecil. Normalisasi data penting jika ada perbedaan ukuran antara *variable* dalam data. Jika tidak dinormalisasikan, hasil akurasi yang dihasilkan akan rendah dan parameter berskala rendah tidak akan berpengaruh saat menerapkan data mining yang melibatkan nilai pengukuran jarak. Hasil analisis data mining hanya akan bergantung pada fitur dengan skala tinggi, yang dimana fitur dengan skala rendah juga memiliki peranan yang penting. [5].

Min-Max adalah metode normalisasi yang mentransformasi linier pada data asli. Nilai skala yang dihasilkan di antara 0 hingga 1. Rumus normalisasi dengan metode Min-Max ditunjukkan pada persamaan. (3).

$$x' = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (3)$$

Keterangan:

x' = nilai normalisasi

x_i = data ke x

$\min(x)$ = nilai terendah

$\max(x)$ = nilai tertinggi

2.4 Silhouette score

Skor *Silhouette* adalah indikator kualitas hasil *clustering* yang menunjukkan seberapa baik data terkelompok. Ini digunakan untuk menentukan seberapa dekat suatu titik data dengan anggota kelompoknya dibandingkan dengan kelompok lain. Skor ini berkisar dari nol hingga satu. [6] dengan menggunakan persamaan (4)

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (4)$$

Keterangan:

$a(i)$ = jarak rata-rata diantara titik ke i dan semua titik lain dalam *cluster* yang sama

$b(i)$ = jarak rata-rata diantara titik ke i dan titik-titke dalam *cluster* terdekat tetanga

$s(i)$ = adalah skor *silhouette* untuk titik i

2.5 Sistem Informasi

Sistem Informasi adalah suatu sistem dalam suatu perusahaan atau organisasi yang menyatukan kebutuhan pemrosesan transaksi sehari-hari, mendukung kegiatan operasi, bersifat manajerial, strategis organisasi, dan menyediakan pelaporan yang diperukan kepada pihak eksternal, Sistem informasi menggunakan *human* sebagai sumber, *hardware*, *software*, data, dan jaringan untuk melakukan *input*, *output*, proses, penyimpanan, dan pengendalian yang mengubah data menjadi informasi. Data pertama yang diterima akan diubah menjadi bentuk yang sesuai untuk diproses (*input*). Data tersebut kemudian dimanipulasi dan diubah menjadi informasi (*proccesing*), disimpan untuk penggunaan masa depan (*storage*), atau disampaikan *user* pengguna akhir (*output*). [7].

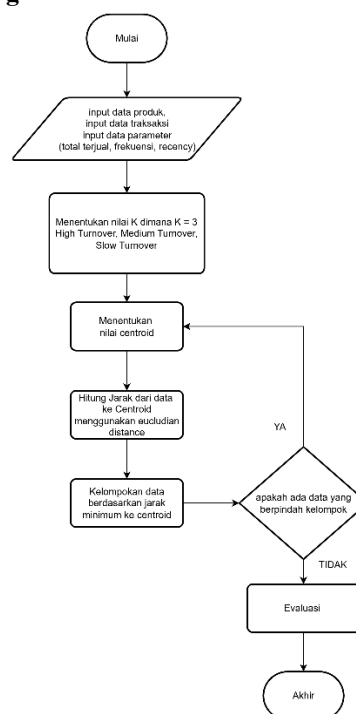
2.6 Website

Website atau disingkat web, dapat diartikan sekumpulan halaman yang terdiri atas beberapa halaman yang berisi informasi dalam bentuk data digital, baik berupa teks, gambar, video, audio dan animasi lainnya yang disediakan melalui jalur koneksi internet. Seluruh komponen web termasuk teks, gambar dan komponen lain yang dibangun dengan teknologi client-side scripting dapat ditampilkan di web browser. [8].

2.7 Laravel

Laravel adalah framework pemrograman web *open source* berbasis PHP yang digunakan oleh banyak pengembang di seluruh dunia. Laravel berfokus pada pengembangan aplikasi web, menyediakan struktur terorganisir dengan baik yang memisahkan logika bisnis (model), tampilan (view), dan manajemen input-output (controller). [9]

2.8 Flowchart Metode K-Means Clustering

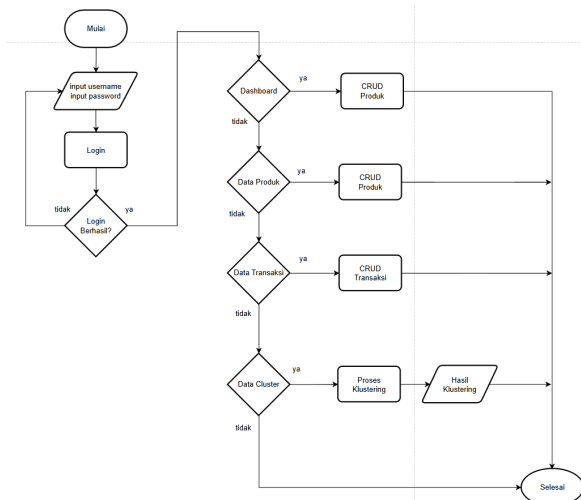


Gambar 1. Flowchart Metode K-Means Clustering

Gambar 1. menggambarkan alur kerja metode yang dimulai dengan proses input data produk, data transaksi, dan parameter seperti total terjual dan frekuensi. Setelah data dimasukkan, sistem menentukan nilai $K = 3$ untuk

mengelompokkan data ke dalam tiga kategori, yaitu *High Turnover*, *Medium Turnover*, dan *Slow Turnover*. Selanjutnya, sistem menentukan nilai centroid awal, kemudian menghitung jarak antara setiap data dengan *centroid* menggunakan metode *Euclidean Distance*. Berdasarkan jarak terdekat, sistem mengelompokkan data ke dalam kelompok yang sesuai. Proses ini diulang hingga tidak ada data yang berpindah kelompok, menandakan bahwa hasil *cluster* telah stabil. Tahap akhir dilakukan evaluasi terhadap hasil pengelompokan.

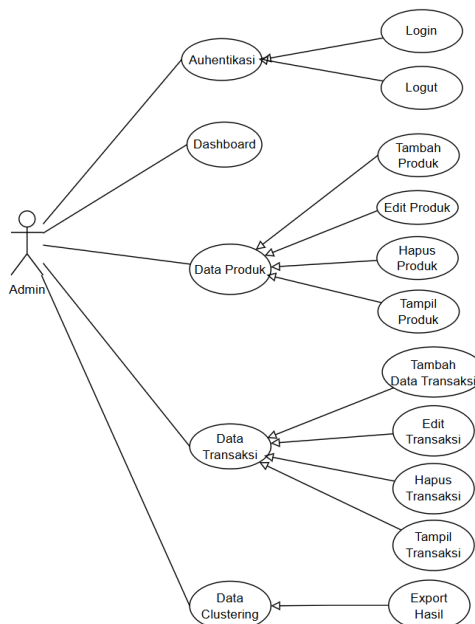
2.9 Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 2. merupakan *flowchart* sistem yang menggambarkan alur kerja dari sistem. Proses dimulai dari tahap login, di mana admin memasukkan *email* dan *password* untuk melakukan autentikasi. Apabila login tidak berhasil, sistem akan memberikan informasi dan mengarahkan admin untuk mencoba kembali hingga proses autentikasi berhasil. Setelah *login* berhasil, admin diarahkan menuju halaman utama untuk melakukan input data produk serta input data transaksi penjualan. Proses berikutnya adalah tahap klustering, di mana sistem menerapkan metode *K-Means* untuk mengelompokkan produk ke dalam kategori *High Turnover*, *Medium Turnover*, dan *Low Turnover* berdasarkan pola perputaran stoknya. Tahap terakhir adalah penyajian hasil klustering yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan visualisasi plot.

2.10 Use Case Diagram



Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 menunjukkan use case diagram dari sistem yang dibangun. Aktor dalam sistem adalah admin. Setelah melakukan proses login, admin dapat hak akses untuk input data produk, input data transaksi, serta melihat hasil pengelompokan (*clustering*) produk yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Datasets

Berikut adalah *dataset* produk berjumlah 655 produk dengan informasi total terjual, frekuensi dan *recency* pada periode transaksi pada tahun 2023 bulan januari sampai dengan tahun 2024 bulan desember.

Tabel 1. Data Produk

| No | Produk | Total Terjual | Frekuensi | Recency |
|-----|--|---------------|-----------|---------|
| 1 | ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P DIP + CABLE | 113 | 90 | 446 |
| 2 | ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P SMD + CABLE | 35 | 20 | 346 |
| 3 | ARDUINO UNO R3 WIFI ESP8266 + CABLE | 10 | 7 | 450 |
| 4 | ARDUINO LEONARDO R3 AT32U4 + CABLE | 11 | 7 | 481 |
| 5 | ARDUINO LILYPAD ATMEGA 328 | 8 | 4 | 348 |
| 6 | ARDUINO MEGA 2560 R3 CH340G + CABLE | 27 | 15 | 348 |
| 7 | ARDUINO NANO 3.0 ATMEGA328P CHG340G + CABLE (OLD BOOTLOADER) | 44 | 35 | 384 |
| 8 | ARDUINO NANO 3.0 ATMEGA328 CHG340 (NEW BOOTLOADER) MINI USB | 21 | 18 | 376 |
| 9 | NODEMCU V2 ESP8266 CP2102 LUA AMICA | 21 | 17 | 590 |
| 10 | OLED LCD 1,3" 128X64 BIRU | 8 | 5 | 500 |
| ... | | | | |
| 655 | AMPEREMETER DIGITAL 100A + SHUNT | 5 | 5 | 418 |

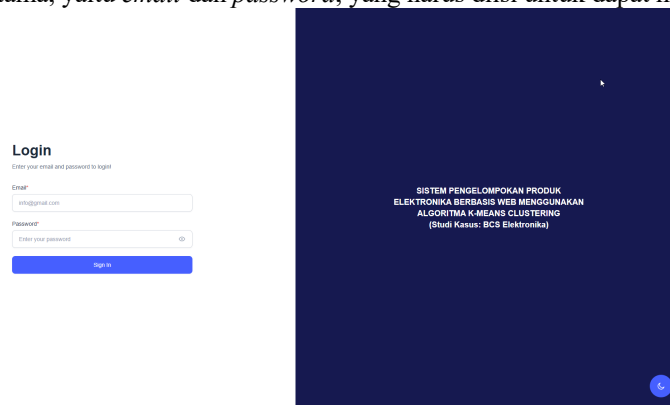
Tahap preprocessing dilakukan terhadap data rekap penjualan dan data produk untuk memastikan bahwa seluruh variabel berada pada skala yang seragam sebelum memasuki proses *clustering*. Normalisasi dilakukan menggunakan metode *Min-Max*, yang berfungsi menyetarakan nilai setiap atribut ke dalam rentang 0 hingga 1 tanpa mengubah proporsi antar data. Dengan demikian, variabel yang memiliki skala besar tidak akan mendominasi proses pengelompokan. Hasil normalisasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Data Produk Ternormalisasi

Tabel 2. Data Produk Ternormalisasi

| No | Produk | Total Terjual | Frekuensi | Recency |
|-----|--|---------------|-----------|---------|
| 1 | ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P DIP + CABLE | 0,926 | 0,89 | 0,203 |
| 2 | ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P SMD + CABLE | 0,281 | 0,19 | 0,049 |
| 3 | ARDUINO UNO R3 WIFI ESP8266 + CABLE | 0,074 | 0,06 | 0,21 |
| 4 | ARDUINO LEONARDO R3 AT32U4 + CABLE | 0,083 | 0,06 | 0,257 |
| 5 | ARDUINO LILYPAD ATMEGA 328 | 0,058 | 0,03 | 0,052 |
| 6 | ARDUINO MEGA 2560 R3 CH340G + CABLE | 0,215 | 0,14 | 0,052 |
| 7 | ARDUINO NANO 3.0 ATMEGA328P CHG340G + CABLE (OLD BOOTLOADER) | 0,355 | 0,34 | 0,108 |
| 8 | ARDUINO NANO 3.0 ATMEGA328 CHG340 (NEW BOOTLOADER) MINI USB | 0,165 | 0,17 | 0,096 |
| 9 | NODEMCU V2 ESP8266 CP2102 LUA AMICA | 0,165 | 0,16 | 0,425 |
| 10 | OLED LCD 1,3" 128X64 BIRU | 0,058 | 0,04 | 0,287 |
| ... | | | | |
| 655 | AMPEREMETER DIGITAL 100A + SHUNT | 0,033 | 0,04 | 0,16 |

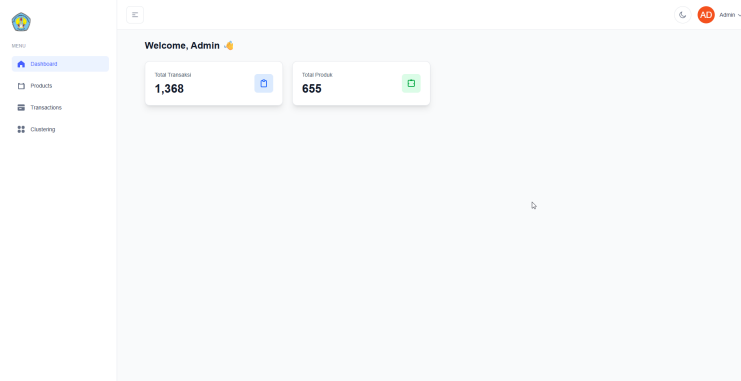
3.2 Implementasi Sistem

Pada Gambar 4. Ditunjukkan antarmuka login yang berfungsi sebagai media autentikasi pengguna. Antarmuka ini menyediakan dua kolom input utama, yaitu *email* dan *password*, yang harus diisi untuk dapat mengakses sistem



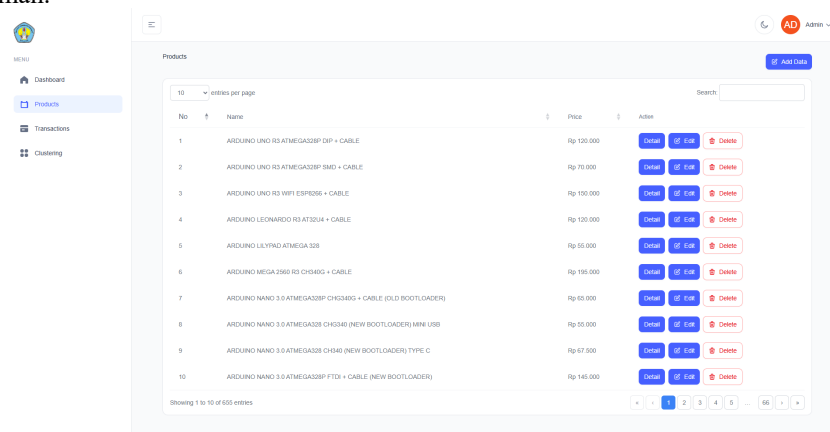
Gambar 4. Halaman Login

Pada Gambar 5. Ditunjukkan halaman dashboard yang dirancang untuk menyajikan informasi rekapitulasi total transaksi dan jumlah produk yang tersedia dalam sistem.



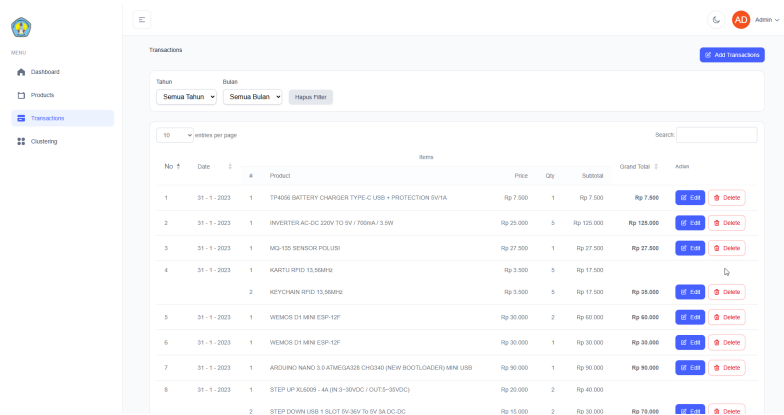
Gambar 5. Halaman Dashboard

Gambar 6. Ditunjukkan daftar produk yang dirancang untuk menampilkan data secara terstruktur dalam tabel yang memuat kolom nomor, nama produk, harga, dan aksi. Antarmuka dilengkapi tombol *Add Data* untuk menambahkan entri baru, tombol *Edit* dan *Delete* pada setiap baris, kolom pencarian untuk penyaringan, serta pagination guna mengatur jumlah data per halaman.



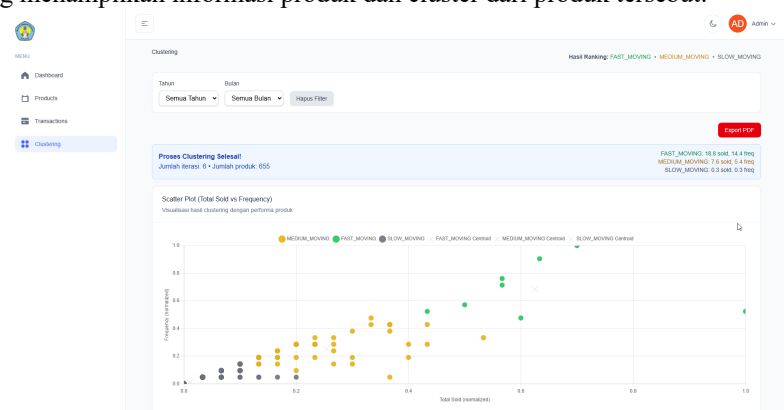
Gambar 6. Halaman Data Produk

Pada Gambar 7. Ditunjukkan halaman daftar transaksi yang menampilkan seluruh data transaksi yang telah tercatat di dalam sistem secara terstruktur dalam bentuk tabel. Antarmuka halaman ini menampilkan informasi transaksi yang meliputi nomor urut, tanggal transaksi, nama produk, harga satuan, jumlah pembelian (*Qty*), *subtotal*, serta total keseluruhan. Pada bagian atas halaman disediakan filter berdasarkan tahun dan bulan untuk mempermudah pencarian transaksi sesuai periode tertentu, serta tombol Hapus Filter untuk mengembalikan tampilan ke kondisi awal.



Gambar 7. Halaman Data Transaksi

Gambar 8. Ditunjukkan halaman *clustering* menampilkan data hasil clustering yang menampilkan informasi *scatter plot* dan juga tabel yang menampilkan informasi produk dan cluster dari produk tersebut.



Gambar 8. Halaman Clustering

3.3 Hasil Clustering

Pada Tabel 2. Ditunjukkan hasil clustering dari produk berjumlah 655 dengan jumlah *cluster 0 (low turnover)* sebanyak 135 produk, dengan *cluster 1 (high turnover)* dengan jumlah 15 produk, *cluster 2 (medium turnover)* dengan jumlah 505 produk.

Tabel 2. Hasil Clustering

| No | Produk | Cluster |
|-----|--|---------|
| 1 | ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P DIP + CABLE | 1 |
| 2 | ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P SMD + CABLE | 2 |
| 3 | ARDUINO UNO R3 WIFI ESP8266 + CABLE | 2 |
| 4 | ARDUINO LEONARDO R3 AT32U4 + CABLE | 2 |
| 5 | ARDUINO LILYPAD ATMEGA 328 | 2 |
| 6 | ARDUINO MEGA 2560 R3 CH340G + CABLE | 2 |
| 7 | ARDUINO NANO 3.0 ATMEGA328P CHG340G + CABLE (OLD BOOTLOADER) | 1 |
| 8 | ARDUINO NANO 3.0 ATMEGA328 CHG340 (NEW BOOTLOADER) MINI USB | 2 |
| 9 | NODEMCU V2 ESP8266 CP2102 LUA AMICA | 1 |
| 10 | OLED LCD 1,3" 128X64 BIRU | 0 |
| ... | | |
| 655 | AMPEREMETER DIGITAL 100A + SHUNT | 2 |

3.4 Pengujian Black Box

Pada Tabel 3. Ditunjukkan hasil pengujian fungsionalitas yang dilakukan terhadap 7 skenario uji, seluruh fungsi yang diuji menunjukkan hasil berjalan dengan benar sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan pengujian mencapai 100%, yang mengindikasikan bahwa sistem telah mampu menjalankan seluruh fitur inti secara stabil, dan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan.

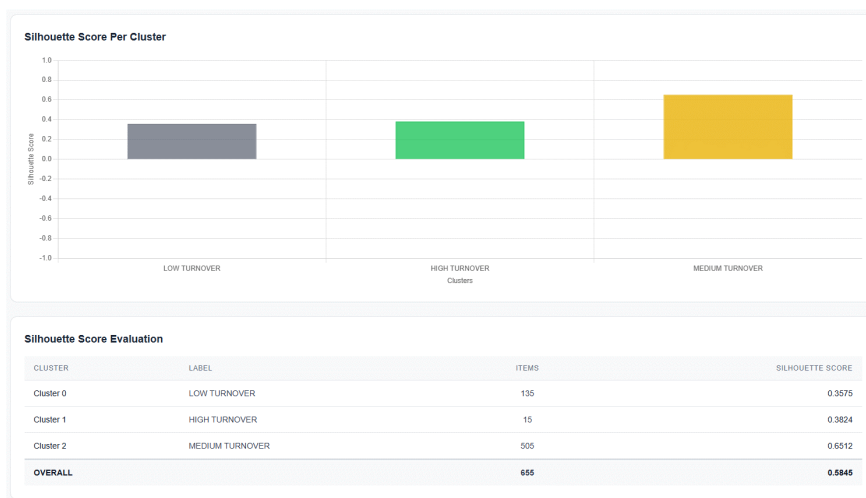
Tabel 3. Pengujian *Blackbox*

| No | Fitur | Skenario Uji | Hasil Yang Diharapkan | Hasil Pengujian | Kesimpulan |
|----|-------------------------------|--|---|--|------------|
| 1 | Login | Memasukkan email dan password dengan kredensial yang benar | Sistem berhasil menerima akses dan mengarahkan pada halaman dashboard | Sistem Menerima akses dan mengarahkan pada halaman dashboard | Berhasil |
| 2 | Data Produk | Memasukkan data produk dengan masukan yang valid | Sistem berhasil menyimpan data produk dan mengarahkan pada halaman daftar data produk | Sistem berhasil menyimpan data produk dan mengarahkan pada halaman data produk | Berhasil |
| 3 | Data Transaksi | Memasukkan data transaksi dengan masukan yang valid | Sistem menyimpan data transaksi dan mengarahkan pada halaman daftar data transaksi | Sistem menyimpan data transaksi dan mengarahkan pada halaman daftar data transaksi | Berhasil |
| 4 | Proses Clustering | Masuk pada halaman Clustering dan memilih filter tahun dan bulan | Sistem menampilkan hasil klustering dari data tahun dan bulan yang terpilih | Sistem menampilkan hasil klustering dari data tahun dan bulan yang terpilih | Berhasil |
| 5 | Export hasil klustering pdf | Masuk pada halaman Clustering dan export hasil clustering pdf | Sistem memberikan output berupa file pdf yang berisi informasi hasil clustering | Sistem memberikan output berupa file pdf yang berisi informasi hasil clustering | Berhasil |
| 6 | Export hasil klustering excel | Masuk pada halaman Clustering dan export hasil clustering excel | Sistem memberikan output berupa file excel yang berisi informasi hasil clustering | Sistem memberikan output berupa file excel yang berisi informasi | Berhasil |

| | | | | | |
|---|--------|------------------|---|--|----------|
| 7 | Logout | Melakukan Logout | Sistem berhasil menghapus sesi dan mengarahkan pada halaman Login | hasil clustering Sistem berhasil menghapus sesi dan mengarahkan pada halaman Login | Berhasil |
|---|--------|------------------|---|--|----------|

3.5 Pengujian Algoritma K-Means

Evaluasi hasil clustering dilakukan menggunakan *Silhouette Score*, untuk mengukur seberapa baik objek-objek dalam suatu cluster memiliki kemiripan satu sama lain, sekaligus membedakan diri dari cluster lainnya. Nilai *Silhouette Score* berada pada rentang -1 hingga 1, di mana nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa data semakin terkelompok dengan baik.



Gambar 9. Hasil Penujian cluster k-means dengan shilhouette score

Pada Gambar 8. ditunjukkan nilai *Silhouette Score* dari sistem yang dikembangkan. Terlihat bahwa Cluster 0 (*Low Turnover*) memiliki nilai *Silhouette Score* sebesar 0.3575, yang menunjukkan bahwa tingkat kemiripan antar data dalam cluster ini tergolong sedang. Hal ini berarti bahwa sebagian data pada cluster ini masih memiliki kedekatan dengan data pada cluster lain, sehingga pemisahan antar cluster belum sepenuhnya optimal. Cluster 1 (*High Turnover*) memiliki nilai *Silhouette Score* sebesar 0.3824, yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan cluster sebelumnya. Nilai ini menunjukkan bahwa data dalam cluster *high turnover* memiliki karakteristik yang sedikit lebih terpisah dari cluster lain, namun masih terdapat kemungkinan adanya tumpang tindih antar kelompok data. Sedangkan Cluster 2 (*Medium Turnover*) menunjukkan nilai *Silhouette Score* sebesar 0.6512. Nilai ini mengindikasikan bahwa data dalam cluster tersebut memiliki tingkat keseragaman dan pemisahan yang baik dari cluster lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa cluster *medium turnover* terbentuk dengan kualitas yang paling baik di antara ketiga cluster yang dihasilkan. Secara keseluruhan, nilai *Silhouette Score* rata-rata yang diperoleh adalah 0.5845. Nilai ini termasuk dalam kategori cukup baik, karena menurut literatur, nilai *Silhouette Score* di atas 0.5 menunjukkan bahwa hasil clustering memiliki struktur yang cukup jelas dan dapat diterima

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mengidentifikasi pola perputaran stok produk di BCS Elektronika menggunakan algoritma K-Means, yang mampu menganalisis 655 data produk dan mengelompokkannya ke dalam kategori *High Turnover* dengan jumlah 15 produk, *Medium Turnover* dengan jumlah 505 produk, dan *Low Turnover* dengan jumlah 135 produk dengan tingkat keberhasilan pengujian fungsionalitas mencapai 100%, serta nilai *silhouette score* keseluruhan sebesar 0.585 yang menegaskan bahwa metode clustering berada pada kategori dapat diterima dan efektif untuk segmentasi produk. Fitur ekspor hasil pengelompokan juga berjalan stabil dan dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengadaan, pengelolaan stok, serta strategi penjualan. Meskipun demikian, sistem ini masih dapat disempurnakan melalui penggunaan data penjualan dengan periode yang lebih panjang dan jumlah data yang lebih besar guna meningkatkan akurasi clustering, serta penambahan fitur seperti laporan otomatis, visualisasi hasil,

dan integrasi dengan basis data penjualan yang sudah ada agar pembaruan data berjalan lebih efisien dan sistem dapat memberikan manfaat yang lebih optimal bagi manajemen BCS Elektronika.

Daftar Pustaka

- [1] D. E. R. Prayoga Dwi Purwono, "Analisis Segmentasi Stok di PT Realfood Berdasarkan Pola Pergerakan Menggunakan K-Means Serta Fuzzy C-Means untuk Optimasi Penyimpanan," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 9, pp. 1-11, 2025.
- [2] M. A. Y. S. Z. Maulidah Fithriyah, "K-Means Clustering Untuk Segmentasi Produk Berdasarkan Analisis Recency, Recency, Recency (RFM) pada Data Transaksi Penjualan," *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics*, vol. 3, pp. 151-164, 2021.
- [3] P. A. B. H. F. S. Kiki Ananda Mustari, "IMPLEMENTASI DATA MINING PADA INSTANSI PEMERINTAHAN," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, pp. 3137-3142, 2024.
- [4] N. Hendrastuty, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa," *JURNAL ILMIAH INFORMATIKA DAN ILMU KOMPUTER (JIMA-ILKOM)*, vol. 3, pp. 46-56, 2024.
- [5] H. A. B. N. F. R. S. Mosses Aidjili, "Analisa Dengan Normalisasi Data Dari Kerangka Database Dengan Bentuk Tabel Untuk Pengembangan Optik Kacamata Sebagai Kebutuhan Untuk Administrasi Transaksi Pasien," *JURSIKTEKNI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, pp. 448-45, 2024.
- [6] N. A. Rezqiwati Ishak, "Optimasi K-Means pada Clustering Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Random Forest," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 7, pp. 41-47, 2024.
- [7] Y. S. Syifa Fauziyah, "Literature Review: Analisis Metode Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, vol. 8, pp. 87-93, 2022.
- [8] L. S. R. A. S. H. M. Muhammad Nugraha, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENERIMAAN MAHASISWA BARU BERBASIS WEB DENGAN MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, pp. 1162-1169, 2024.
- [9] A. P. E. H. N. Yohanes Anjar Dewantara, "RANCANG BANGUN WEBSITE PENYEWAAN LAPANGAN MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL (STUDI KASUS: GOR JAYA ABADI)," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, pp. 2398-2409, 2024.