

Implementasi Sistem Informasi Kluster Penjualan Beras Menggunakan Algoritma K-Means

Syahrul Adi Saputra¹, Galet Guntoro Setiaji², Ahmad Rifa'i³

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Semarang, Semarang, Indonesia

³Program Studi Sistem Informasi, Universitas Semarang, Semarang, Indonesia

Email : syahrulsaputra6366@gmail.com, gallet@usm.ac.id, rifai@usm.ac.id

Article Information

Article history

Received 10 May 2026

Revised 15 April 2026

Accepted 8 June 2026

Available 11 June 2026

Keywords

Information System

Rice Sales

Data Mining

K-Means Clustering

Davies Bouldin Index

Corresponding Author:

Syahrul Adi Saputra,
Universitas Semarang,

Email:

syahrulsaputra6366@gmail.com

Abstract

Manual processing of rice sales transaction data results in data being archived and cannot be used optimally in decision-making. Therefore, business owners find it difficult to manage stock in sales planning. The K-Means Clustering algorithm was implemented in a web-based information system to create a recommendation feature for the best-selling rice. UD Maju Mapan, located in Demak Regency, was the location for the sales transaction data collection process for the sales period from October 2025 to March 2026. Data was processed using the Min-Max Normalization method and the K-Means algorithm with 3 clusters: premium, standard, and economy. The grouping will automatically appear in the dashboard display of the web-based information system, providing information for decision-making. The results show that the standard cluster has the largest amount of data compared to the premium and economy clusters. A value of 0.5361 is the result of the evaluation process using the Davies Bouldin Index method, which can be interpreted as quite good cluster quality. The rice sales information system is capable of managing and determining sales strategies and stock procurement based on the results of real transaction data analysis.

Keywords : *Information System, Rice Sales, Data Mining, K-Means Clustering, Davies Bouldin Index.*

Abstrak

Pengolahan data transaksi penjualan beras yang masih dilakukan manual akan menyebabkan data transaksi hanya di gunakan arsip dan belum bisa digunakan optimal dalam pengambilan Keputusan. Maka pelaku usaha sulit untuk pengelolaan stok dalam perencanaan penjualan. Penerapan algoritma *K-Means Clustering* ke dalam system informasi berbasis web untuk menciptakan fitur rekomendasi beras yang paling laku dijual. UD Maju Mapan yang berlokasi di Kabupaten Demak menjadi tempat proses pengambilan data transaksi penjualan pada periode penjualan Oktober 2025 hingga Maret 2026. Data diolah menggunakan metode *Min-Max Normalization* dan *algoritma K-Means* dengan 3 cluster yaitu premium, standar, dan ekonomi. Pengelompokan akan langsung otomatis tampil di dalam di tampilan dashboard system informasi berbasis web sehingga ada informasi untuk pengambilan keputusan. Hasilnya menunjukkan cluster standar memiliki jumlah data paling banyak dibandingkan cluster premium dan ekonomi. Nilai 0.5361 merupakan hasil dari proses evaluasi menggunakan metode *Davies Bouldin Index* dapat diartikan kualitas cluster cukup baik. Sistem informasi penjualan beras mampu dalam memajemen dan menentukan strategi penjualan serta pengadaan stok berdasarkan hasil analisis data transaksi nyata.

Kata Kunci : *Sitem Informasi, Penjualan Beras, Data Mining, K-Means Clustering, Davies Bouldin Index.*

Copyright@2026 first author, second author, and so on
This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Teknologi informasi telah berkembang akan menjadi komponen inti yang mengubah cara berbisnis dalam membuat keputusan, terutama pada sektor perdagangan pada tempat produksi beras (Ocsiana & Wijaya, 2025). Persaingan yang semakin sengit maka perusahaan kini perlu memahami perilaku pelanggan untuk merancang strategi penjualan yang baik (Mado & Hendry, 2025). Pemanfaatan teknologi informasi tidak hanya terbatas pada proses pencatatan transaksi, tetapi juga bisa dalam pengolahan data untuk mendapatkan informasi yang bernilai dalam pengambilan keputusan (Pasaribu & Nasution, 2025). Dalam dunia usaha yang semakin kompetitif, kemampuan suatu perusahaan dalam memanfaatkan data secara optimal menjadi cara untuk meningkatkan kinerja operasional dan daya saing (Prasetya et al., 2025).

Salah satu sektor perdagangan yang sangat bergantung pada pengelolaan data penjualan adalah perdagangan bahan pangan, khususnya komoditas beras. Beras yang menjadi kebutuhan pokok pada masyarakat Indonesia yang memiliki tingkat permintaan pelanggan tinggi dan relatif stabil (Habibah et al., 2024). Namun demikian, beras memiliki yang terdapat berberapa jenis beras tergantung kualitas, harga, serta tingkat penjualan yang berbeda-beda (Abdiansyah et al., 2024). Dengan perbedaan tersebut menjadikan pelaku usaha mengalami bimbang untuk menentukan jenis beras yang paling banyak dibeli oleh pelanggan. Apabila ada kesalahan dalam menentukan jenis beras yang berdampak pada penumpukan stok, menurunnya efisiensi distribusi, serta berkurangnya keuntungan (F. D. Anggraini et al., 2025).

Pada praktiknya, masih banyak usaha perdagangan beras yang mengandalkan sistem pencatatan penjualan sederhana atau bahkan manual (Arista & Nugroho, 2023). Sistem yang hanya sebagai alat pencatatan nota transaksi, seperti mencatat jenis beras yang terjual, jumlah, harga, dan tanggal transaksi. Meskipun sistem pencatatan ini membantu dalam administrasi, data penjualan yang dihasilkan belum difungsikan dengan maksimal guna memperkuat sebagai dasar membuat keputusan strategis. Data hanya tersimpan sebagai arsip tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk mengetahui pola penjualan atau kinerja masing-masing jenis beras.

Padahal, data penjualan yang tercatat dalam sistem memiliki potensi besar untuk dijadikan informasi yang berguna. Data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kecenderungan permintaan pasar, tingkat penjualan setiap jenis beras, serta performa produk dalam periode tertentu. Apabila data penjualan ini dianalisis secara sistematis, maka pihak manajemen atau atasan dapat memperoleh gambaran yang lebih objektif dalam menentukan jenis beras terbaik yang perlu diprioritaskan dalam strategi penjualan dan pengadaan stok.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, pengolahan data penjualan dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknik data mining. Sebuah metode yang banyak digunakan untuk pengolahan data berupa algoritma K-Means Clustering. Algoritma K-

Means merupakan cara pengelompokan data yang bekerja dengan mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat jarak kedekatan data dengan titik pusat tertentu (Ariansah et al., 2025). Metode ini dikenal memiliki konsep yang sederhana, proses perhitungan yang efisien, serta mampu memberikan hasil pengelompokan yang mudah dipahami (Fatkhudin et al., 2023).

Dalam strategi penjualan beras, algoritma K-Means berfungsi untuk mengategorikan jenis beras berdasarkan variabel penjualan, seperti jenis beras, harga per kg dan jenis beras yang terjual. Hasil pengelompokan tersebut nantinya akan menghasilkan jenis beras dengan tingkat penjualan tinggi, sedang, dan rendah. Informasi akan bermanfaat sebagai dasar rekomendasi bagi pihak manajemen dalam menentukan jenis beras terbaik yang memiliki performa penjualan paling optimal.

Dari masalah sulitnya menentukan mana yang diproduksi banyak dan mana yang diproduksi sedikit. Maka akan dibuatnya sebuah sistem informasi penjualan beras berbasis web yang dilengkapi dengan algoritma K-Means. Sistem yang dibangun tidak hanya berfungsi sebagai media pencatatan nota penjualan saja, tetapi juga sebagai alat bantu analisis data penjualan. Melalui sistem, data transaksi yang sebelumnya hanya berfungsi sebagai arsip dapat diolah secara otomatis untuk menghasilkan informasi dan rekomendasi yang mendukung pengambilan keputusan.

Banyak penelitian telah menerapkan algoritma k-means dalam pengelompokan data transaksi untuk mengetahui grafik penjualan produk sebagai pondasi dalam pengambilan keputusan (Widad & Fatah, 2025; Yahya & Kurniawan, 2025). Dan ada yang sudah meneliti penjualan beras memanfaatkan teknik *k-means* sebagai cara mengelompokkan data berdasarkan karakteristik tertentu (F. D. Anggraini et al., 2025). Jadi banyak yang melakukan penelitian terdahulu dengan fokus algoritma *k-means* dalam pengelompokan data dengan menganalisis produk terlaris dalam perdagangan. Namun, masih terbatasnya penelitian terdahulu bagian besar penelitian hanya fokus pengelompokan saja tanpa adanya integrasi yang nantinya akan ditampilkan pada sistem informasi pada website. Maka dikembangkannya sistem informasi kluster penjualan beras berbasis web yang mengintegrasikan algoritma K-Means dengan otomatis data penjualan akan diolah menjadi rekomendasi otomatis dalam menentukan prioritas jenis beras yang harus disediakan stoknya agar tidak mengalami kelangkaan.

Dengan adanya implementasi sistem informasi penjualan beras berbasis web menggunakan algoritma K-Means, diharapkan pihak manajemen atau atasan dapat memperoleh rekomendasi jenis beras terbaik secara objektif dan berbasis data. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan penjualan, membantu perencanaan pengadaan stok, serta mendukung pengambilan keputusan strategis yang lebih tepat dan akurat dalam usaha perdagangan beras.

2. Kajian Terdahulu

Penerapan algoritma *K-Means Clustering* dalam pengolahan data transaksi penjualan telah banyak dilakukan untuk membantu proses pengambilan keputusan. Salah satu penelitian menyatakan bahwa metode *K-Means* mampu mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan atribut sehingga memudahkan proses analisis data penjualan dengan akurasi yang tinggi (Widad & Fatah, 2025). Pengelompokkan yang dilakukan cepat dan sederhana menjadikan metode menjadi efektif namun, belum adanya integrasi agar dapat dimanfaatkan langsung oleh pihak manajemen dalam bentuk aplikasi berbasis web. Metode ini banyak digunakan karena memiliki proses perhitungan yang sederhana dan efisien dalam mengolah data dalam jumlah besar.

Penelitian lain dilakukan oleh Ardigo Yahya mengenai penerapan algoritma *K-Means* pada sistem penjualan toko sembako. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelompokan data transaksi penjualan dapat bisa menjadikan pemilik usaha untuk mengetahui produk dengan tingkat penjualannya tertinggi dan terendah sehingga pengelolaan stok menjadi lebih efektif dan efisien (Yahya & Kurniawan, 2025). Mampu memberikan informasi dalam pengambilan keputusan ketersediaan stok namun, hanya masih bersifat analisis tanpa adanya fitur rekomendasi otomatis berbasis data mining.

Penelitian Darma et al menjadikan *K-Means* sebagai dari bagian metode *non-hierarchical clustering*, yang memiliki fungsi mempartisi data ke dalam beberapa kelompok tersipah (Darma et al., 2024). Kelebihan penelitian ini adalah fleksibilitas *K-Means* pada berbagai jenis data. Namun, kelemahannya tidak membahas implementasi pada sektor perdagangan atau sistem keputusan bisnis. Karena hasil dari clustering nantinya sangat bergantung dengan variasi data yang di dapatkan dan tujuan akhir analisis, dan diwajibkan untuk menentukan jenis cluster yang diperlukan sebelum algoritma dijalankan. Kelebihan penelitian ini adalah sudah spesifik pada komoditas beras. Namun kelemahannya masih terbatas pada analisis clustering tanpa integrasi ke dalam sistem informasi berbasis web.

Pada studi internasional menunjukkan pemanfaatan algoritma *k-means* dalam penelitian yang dilakukan oleh Tabianan et al. menggunakan pendekatan *K-Means Clustering* untuk segmentasi pelanggan cerdas berdasarkan data perilaku pembelian produk berperan dalam strategi pemasaran ritel secara cerdas. Kelebihan penelitian pada kemampuan dalam mengelola data perilaku konsumen (*purchase behavior data*) yang kompleks secara akurat sehingga dapat mengidentifikasi loyalitas dan preferensi produk. Akan tetapi, analisis yang dilakukan belum adanya diintegrasikan dengan sistem informasi penjualan berbasis web yang memberikan rekomendasi otomatis untuk manajemen internal perusahaan (Tabianan et al., 2022).

Andrade Ferreira dalam penelitiannya menjelaskan diterapkannya algoritma *K-Means* untuk Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*) untuk mengklasifikasikan data sebagai kebutuhan industri. Algoritma *K-Means* menghasilkan

performa metrik terbaik dan memiliki tingkat simplisitas penggunaan yang tinggi dibandingkan algoritma klusterisasi lainnya dalam mengolah data yang besar. Algoritma *k-means* berhasil memberikan akurasi klasifikasi yang tinggi untuk memudahkan manajemen logistik. Meskipun demikian, ruang lingkup penelitian yang masih berfokus pada sektor industri aeronautika dan manufaktur makro, serta belum adanya dikustomisasi secara spesifik dalam komoditas pangan seperti perdagangan beras ritel (Ferreira et al., 2025).

Berdasarkan tinjauan studi literatur terdahulu bahwa algoritma *k-means* telah banyak digunakan di berbagai banyak bidang usaha, mencakup pada logistik, segmentasi pelanggan, analisi data sebuah organisasi, hingga optimalisasi pada penjualan produk. Sebagian besar studi literatur dulu hanya membuktikan kemampuan algoritma *k-means* dalam pengelompokan data yang akurat sebagai bahan untuk pengambilan keputusan bisnis. Namun, belum banyak yang hasilnya otomatis tampil dalam sistem informasi berbasis web yang dapat dilihat secara langsung. Celah penelitian yang diidentifikasi masih minim visualisasi pada sistem informasi penjualan beras berbasis web yang menggabungkan fungsi pencatatan nota transaksi konvensional dengan penyajian rekomendasi otomatis berbasis luaran yang sudah berkelompok. Keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi algoritma K-Means Clustering ke dalam sistem informasi penjualan beras berbasis web sehingga sistem mampu mengolah data transaksi secara otomatis, akan otomatis merekomendasikan jenis beras yang harus diproduksi banyak, serta informasi dan visualisasi yang dapat digunakan sebagai pendukung keputusan dalam pengelolaan stok dan membuat strategi penjualan.

K-Means adalah algoritma *unsupervised learning* yang mempartisi dan observasi (jumlah total data atau titik yang akan dikelompokkan) ke dalam k kluster (jumlah kelompok yang ingin dibentuk), pada setiap observasi termasuk dalam kluster dengan rata-rata terdekat (centroid). Algoritma ini meminimalkan varian dalam kluster menggunakan fungsi objektif *Sum of Squared Errors* (SSE). Kekuatan pada efisiensi komputasi untuk dataset besar, namun sangat sensitif terhadap pemilihan nilai awal k dan pencilan (outliers) (Nwoye & Okoli, 2025).

Pengelolaan ketersediaan bertujuan untuk menyeimbangkan antara biaya penyimpanan dan risiko kehabisan stok (*stockout*). Pada sebuah operasional ritel modern, keputusan yang berbasis data diperlukan untuk mengoptimalkan *Stock Keeping Unit* (SKU). Penggunaan algoritma klusterisasi memungkinkan memetakan produk berdasarkan tingkat perputaran (*turnover rate*) dalam strategi *Just-in-Time* (JIT) (Matuan et al., 2026).

Decision Support System (DSS) berupa sistem informasi yang dirancang untuk pengambil keputusan dalam menyelesaikan persoalan berskala semi-terstruktur maupun tidak terstruktur. Menyatukan teknik *data mining* ke dalam DSS—yang dikenal sebagai *Data-Driven DSS*—membantu organisasi merubah tumpukan data transaksi mentah

menjadi acuan strategi yang bernilai. Integrasi algoritma klusterisasi *K-Means* pada infrastruktur inventaris mampu mengotomatisasi pengeluaran barang serta menyajikan sistem rekomendasi stok secara presisi untuk menekan subjektivitas (Windraningsih et al., 2026).

Validasi kluster sebagai penjamin kualitas dari partisi data yang dihasilkan oleh algoritma klusterisasi. Salah satu metode evaluasi internal yang banyak diterapkan adalah Davies-Bouldin Index (DBI). Metode ini mengukur kesamaan antar-kluster berdasarkan jarak antar dengan centroid dan penyebaran data setiap kelompok. Semakin kecil nilai DBI yang diperoleh, kualitas kluster yang dihasilkan dikategorikan semakin baik karena menunjukkan tingkat pemisahan antar-kluster yang optimal serta *homogenitas* data internal yang tinggi (Fitriani et al., 2024).

3. Metodologi Penelitian

Penjelasan Penelitian yang menggunakan metode terstruktur untuk mengimplementasikan algoritma K-Means dalam sistem informasi penjualan beras berbasis web. Untuk memastikan proses pengolahan data penjualan berjalan sistematis maka menggunakan metode algoritma *K-Means* mampu menghasilkan rekomendasi jenis beras terbaik secara objektif dan evaluasinya dengan metode Davies Bouldin Index (DBI) (Hakim & Wibowo, 2024).

3.1. Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian diambil dari data yang diperoleh dari sistem pencatatan transaksi nota penjualan beras dari bulan Oktober 2025 sampai Maret 2026 di pabrik penggilingan beras UD, Maju Mapan yang berlokasi di Kecamatan Dempet, Kabupaten Demak Jawa Tengah. Data tersebut berasal dari hasil transaksi disetiap harinya dari penjualan yang tersimpan dalam *database* sistem. Adapun atribut data yang digunakan dalam proses analisis meliputi:

1. Jenis Beras
2. Harga rata-rata per kilogram
3. Jumlah rata-rata penjualan (kg)

Data penjualan tersebut dikumpulkan lalu digunakan sebagai data masukan (input) dalam melakukan proses pengelompokan menggunakan algoritma K-Means.

3.2. Normalisasi Data

Sebelum dilakukannya clustering maka datanya akan dinormalisasi menggunakan metode *min – max Normalization*. Proses normalisasi untuk menselaraskan rentang nilai antar atribut sehingga tidak akan terjadinya perbedaan skala data yang nantinya akan besar hasilnya jika tidak di normalisasi (Beti & Juliansa, 2024).

Nilai atribut yang dinormalisasi diambil dari harga rata-rata per kilogram dan jumlah rata-rata penjualan beras. Hasil normalisasi memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1 sehingga proses pengelompokan data menjadi lebih optimal (Tambunan et al., 2026). Rumus normalisasi yang digunakan adalah:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Keterangan :

X' = nilai hasil normalisasi

X = nilai data

X_{min} = nilai minimum atribut

X_{max} = nilai maximum atribut

Hasil normalisasi lalu digunakan sebagai data masukan dalam proses perhitungan jarak pada algoritma K-Means Clustering.

3.3. Algoritma K-Means Clustering

Algoritma K-Means sebagai langkah cara pengelompokan data yang bertujuan untuk membagikan data sesuai kluster dengan jarak yang terdekat objek data dengan pusat kluster (centroid)(Syaqila & Fakhriza, 2025). Proses algoritma *K-Means* dengan melalui langkah-langkah berikut:

1. Penentuan Jenis Kluster (k) berupa cluster premium, cluster standar, dan cluster ekonomi.
2. Melakukan normalisasi data memakai metode Min-Max Normalization.
3. Menentukan centroid memakai data hasil normalisasi. Data dengan nilai harga tinggi dan jumlah penjualan rendah dikelompokkan sebagai cluster premium, data dengan harga rendah dan jumlah penjualan tinggi dikelompokkan sebagai cluster ekonomi, sedangkan data lainnya dimasukkan ke dalam cluster standar.
4. Menghitung nilai centroid dari masing-masing cluster berdasarkan rata-rata atribut harga dan jumlah penjualan hasil normalisasi.
5. Menghitung jarak setiap data terhadap centroid menggunakan metode Euclidean Distance.
6. Mengelompokkan data ke dalam cluster yang memiliki jarak terdekat terhadap centroid.
7. Mengulangi Menghasilkan kategori cluster berupa premium, standar, dan ekonomi berdasarkan hasil perhitungan jarak.

Rumus jarak Euclidean yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$d(x, c) = \sqrt{(x_{harga} - c_{harga})^2 + (x_{jumlah} - c_{jumlah})^2}$$

Keterangan :

$d(x, c)$ = Jarak data transaksi beras (x) ke titik pusat kluster (c)

- x_{harga} = Nilai rata-rata harga per kg beras hasil normalisasi
 C_{harga} = Nilai pusat klaster untuk atribut harga
 x_{jumlah} = Nilai rata-rata jumlah kg beras terjual hasil normalisasi
 C_{jumlah} = Nilai pusat klaster untuk atribut jumlah

3.4. Implementasi Sistem

Implementasi algoritma K-Means dilakukan pada sistem pencatatan nota transaksi penjualan beras. Selain untuk mencatat data transaksi penjualan sistem juga dapat mengolah data memakai algoritma K-Means agar menghasilkan rekomendasi jenis beras terbaik sesuai cluster. Hasil pengolahan data menggunakan algoritma k-means akan berbentuk informasi berupa klaster dan visualisasi grafik yang dapat dilihat oleh pihak atasan atau manajemen.

4. Hasil dan Pembahasan

Sistem Informasi penjualan beras web yang berfungsi untuk mencatat transaksi penjualan dan juga menampilkan rekomendasi jenis beras terbaik dari hasil olah data menggunakan algoritma K-Means Clustering. Sistem mampu untuk membantu pihak manajemen atau atasan dalam mengambil keputusan Langkah strategis berdasarkan data penjualan yang tercatat.

Fitur utama yang tersedia pada sistem meliputi pencatatan data transaksi penjualan, tampilan dashboard sebagai ringkasan informasi penjualan, serta rekomendasi jenis beras terbaik yang ditampilkan langsung pada halaman dashboard.

4.1. Tampilan Sistem

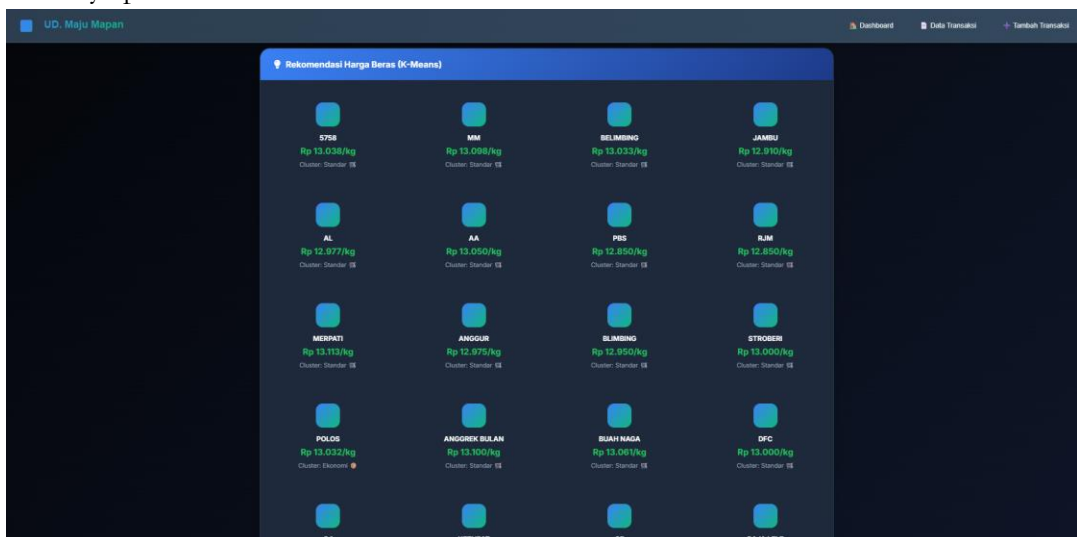
Tampilan data transaksi penjualan berfungsi untuk menampilkan daftar transaksi yang telah tercatat dalam sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi tanggal transaksi, jenis beras, jumlah penjualan, harga, serta total transaksi. Data transaksi ini menjadi sumber utama yang digunakan dalam proses pengelompokan dalam algoritma K-Means. Silahkan Simak gambarnya pada Gambar 1

Nama Pembeli	Tanggal	Total Harga	Bayar	Kurang	Status	Aksi
Febi	2026-03-13	Rp 125.921.250	Rp 125.921.250	-	Lunas Tgl Bayar: 13 March 2026	Lihat Nota Edit Hapus
Bos Joni	2026-03-12	Rp 124.032.000	Rp 124.032.000	-	Lunas Tgl Bayar: 12 March 2026	Lihat Nota Edit Hapus
Acong	2026-03-12	Rp 136.000.000	Rp 136.000.000	-	Lunas Tgl Bayar: 12 March 2026	Lihat Nota Edit Hapus
Edi	2026-03-12	Rp 125.921.250	Rp 125.921.250	-	Lunas Tgl Bayar: 12 March 2026	Lihat Nota Edit Hapus
Anta Bae	2026-03-11	Rp 124.032.000	Rp 124.032.000	-	Lunas Tgl Bayar: 11 March 2026	Lihat Nota Edit Hapus
Maman	2026-03-12	Rp 142.983.750	Rp 142.983.750	-	Lunas Tgl Bayar: 12 March 2026	Lihat Nota Edit Hapus

Gambar 1 data transaksi

Dashboard sistem menampilkan ringkasan informasi penjualan, seperti total penjualan harian, total penjualan keseluruhan, serta riwayat transaksi pada hari berjalan. Selain itu, pada halaman dashboard juga ditampilkan hasil rekomendasi jenis beras terbaik sebagai keluaran dari proses pengelompokan memanfaatkan algoritma *K-Means Clustering*.

Tampilan dashboard dirancang agar informasi penting dapat diakses secara cepat oleh pihak manajemen tanpa harus melihat detail seluruh data transaksi. Simak detailnya pada Gambar 2.

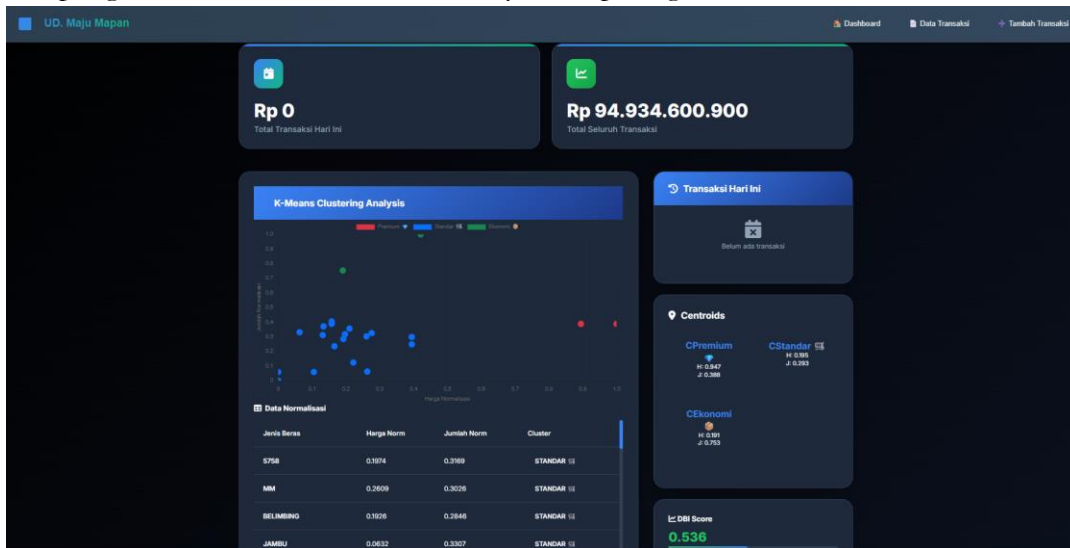


Gambar 2 dashboard

Rekomendasi jenis beras ditampilkan pada bagian bawah halaman dashboard. Informasi rekomendasi meliputi jenis beras, frekuensi penjualan, harga rata-rata, serta

kluster hasil pengelompokan. Jenis beras yang berada pada kluster dengan performa penjualan tertinggi dijadikan sebagai rekomendasi utama bagi pihak manajemen.

Penyajian rekomendasi pada dashboard bertujuan agar hasil analisis dapat langsung digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan strategi penjualan dan pengadaan stok beras. Simak detailnya lihat pada gambar 3.



Gambar 3 grafik Clustering

4.2. Proses Pengolahan Data

Data yang diproses clustering diambil dari data penjualan yang di simpan di dalam database sistem. Kemudian data direkap dikelompokkan berdasarkan jenis beras dengan menggunakan atribut harga rata-rata per kilogram dan jumlah rata-rata penjualan.

Prosesnya dilakukan dengan mengambil jumlah cluster (k) 3 kluster, yaitu cluster premium, standar, dan ekonomi. Tahapan awalnya dimulai dari proses normalisasi data untuk menyamakan rentang nilai antar atribut agar hasilnya tidak terlalu besar.

Pada tabel 1. diambil dari sebagian data transaksi penjualan sudah dinormalisasi dengan rumus yang digunakan dalam proses clustering.

Tabel 1. Normalisasi data

Jenis Beras	Harga rata-rata	Jumlah rata-rata penjualan	Normalisasi Harga	Normalisasi jumlah penjualan
5758	13037,55	8326	0,197	0,317
AA	13050	8825	0,211	0,356
AL	12977,0833	9020	0,134	0,371
Anggrek bulan	13100	5040	0,263	0,062
Anggur	12975	8253	0,132	0,311

4.3. Penentuan Centroid

Penentuan centroid merupakan sebuah nilai acuan yang digunakan untuk menentukan pembagian pada masing-masing kluster (D. Anggraini & Hasibuan, 2025). Centroid tidak ditentukan secara acak, namun berdasarkan karakteristik dari data hasil normalisasi. Data dengan nilai harga tertinggi tapi penjualannya rendah maka dikelompokkan dengan cluster premium. Dan dengan nilai nilai harga rendah dengan jumlah penjualan tinggi dikelompokkan dengan cluster ekonomi. Kemudian data selain cluster premium dan cluster ekonomi maka akan dimasukkan ke dalam cluster standar.

Pada tabel 2. nilai Centroid diperoleh dari hasil normalisasi harga rata-rata dan jumlah rata-rata kilogram yang terjual pada masing-masing cluster. Penentuan centroid nantinya menjadi titik pusat dalam proses perhitungan jarak menggunakan algoritma *K-Means Clustering*.

Tabel 2.Nilai centroid

Cluster	Centroid Harga	Centroid Jumlah
Premiun	0,947	0,388
Standar	0,195	0,293
Ekonomi	0,191	0,753

4.4. Perhitungan Jarak Menggunakan Euclidean Distance

Setelah centroid sudah diketahui maka kemudian akan dihitung jaraknya setiap jenis beras ke masing-masing titik pusat menggunakan rumus *Euclidean Distance*. Perhitungan jarak dilakukan dengan menentukan seberapa dekat data dengan cluster tertentu. Contoh perhitungan menggunakan jenis beras 5758 dengan nilai normalisasi harga sebesar 0,197 dan nilai normalisasi jumlah penjualan sebesar 0,317.

1. Perhitungan terhadap centroid premium

$$\text{Centroid Premium} = (0.947 ; 0.388)$$

$$d = \sqrt{(0.197 - 0.947)^2 + (0.317 - 0.388)^2}$$

$$d = \sqrt{(-0.75)^2 + (-0.071)^2}$$

$$d = \sqrt{0.5625 + 0.0050}$$

$$d = \sqrt{0.5675}$$

$$d = 0.753$$

2. Perhitungan terhadap centroid standar

$$\text{Centroid Standar} = (0.195 ; 0.293)$$

$$d = \sqrt{(0.197 - 0.195)^2 + (0.317 - 0.293)^2}$$

$$d = \sqrt{(-0.002)^2 + (-0.024)^2}$$

$$d = \sqrt{0.000004 + 0.000576}$$

$$d = \sqrt{0.00058}$$

$$d = 0.024$$

3. Perhitungan terhadap centroid ekonomi

$$\text{Centroid Ekonomi} = (0.191 ; 0.753)$$

$$d = \sqrt{(0.197 - 0.191)^2 + (0.317 - 0.753)^2}$$

$$d = \sqrt{(-0.006)^2 + (-0.436)^2}$$

$$d = \sqrt{0.000036 + 0.190096}$$

$$d = \sqrt{0.190132}$$

$$d = 0.436$$

Dari perhitungan jenis beras 5758 nilai 0.024 adalah nilai yang terkecil dari ketiga hasil jarak. Dengan demikian, hasilnya jenis beras 5758 dikelompokkan ke dalam cluster standar.

4.5. Hasil Clustering

Hasil dari pemrosesan clustering yang dilakukan akan terbagi menjadi 3 kelompok cluster barupa yaitu cluster Premium, Standar, dan Ekonomi. Pengelompokkan dilakukan berdasarkan hasil jarak terdekat yang dengan menggunakan nilai normalisasi harga rata-rata dan jumlah rata-rata penjualan dari masing-masing jenis beras.

Pada tabel 3. akan menunjukkan sebagian dari 24 data jenis beras yang sudah dihitung berdasarkan hasil perhitungan jarak terhadap centroid.

Tabel 3. Hasil Clustering Jenis Beras

Jenis Beras	Jarak ke premium	Jarak ke standar	Jarak ke ekonomi	Kelompok cluster
5758	0.7529	0.024	0.4362	Standar
Polos	0.8395	0.4603	0.0003	Ekonomi
Raja lele	0.8069	0.7423	0.3375	Ekonomi
DNS	0.0523	0.7061	0.7928	Premium
Leci	0.0530	0.8106	0.8876	Premium

Pada hasilnya pada 24 jenis beras cluster premium dan cluster ekonomi yang paling sedikit dan cluster yang paling banyak merupakan cluster standar

4.6. Evaluasi Cluster Menggunakan Davies Bouldin Index (DBI)

Proses evaluasi *clustering* kini menggunakan metode *Davies Bouldin Index* (DBI). Metode *Davies Bouldin Index* (DBI) adalah sebuah metrik evaluasi dan mengukur dari ketepatan pada kelompok clustering (Sopyan et al., 2022). Perhitungan Davies Bouldin Index (DBI) melakukan perhitungan rata-rata jarak terhadap centroid pada setiap cluster (S_i), Menghitung jarak antar centroid (M_{ij}), Kemudian akan ditentukan nilai *rasio similarity* antar cluster (R_{ij}). Maka dalam penentuan hasil *Davies Bouldin Index* (DBI) diperoleh dari rata-rata nilai similarity terbesar pada setiap cluster.

Pada table 4 akan ditampilkan hasil dari perhitungan S_i untuk mengevaluasi cluster menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI) pada setiap cluster.

Table 4. Hasil Perhitungan S_i

Cluster	Nilai S_i
Premium	0.0526
Standar	0.1403
Ekonomi	0.1689

Tabel 5. Perhitungan nilai M_{ij} dan R_{ij}

Perbandingan Cluster	Nilai M_{ij}	Nilai R_{ij}
Premium dengan Standar	0.7579	0.2545
Premium dengan ekonomi	0.8395	0.2639
Standar dengan ekonomi	0.46	0.6721

Pada tabel 5. menampilkan hasil perhitungan M_{ij} dan R_{ij} . Nilai M_{ij} yang mempresentasikan jarak antar centroid cluster. Nilai R_{ij} digunakan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar cluster. Semakin nilai R_{ij} kecil maka antar cluster memiliki pemisahan yang cukup baik.

Tabel 6. Nilai maksimum similarity cluster

Cluster	Nilai Maksimum
Premium	0.2639
Standar	0.6721
Ekonomi	0.6721

Lihat tabel 6 bahwa nilai similarity terbesar pada cluster yang digunakan melalui proses perhitungan akhir untuk menentukan DBI. Pencapaian nilai maksimum tersebut bersumber dari hasil perbandingan antar cluster yang memiliki tingkat paling dekat dan menunjukkan kemiripan yang signifikan.

Perhitungan nilai akhir DBI dilakukan sebagai berikut :

$$DBI = \frac{0.2639 + 0.6721 + 0.6721}{3}$$

$$DBI = \frac{1.6081}{3}$$

$$DBI = 0.5361$$

Nilai DBI yang hasilnya semakin kecil menunjukkan bahwa semakin kecil kualitas cluster yang semakin baik. Berdasarkan hasil pengujian evaluasi menggunakan metode *Davies Bouldin Index* (DBI) dengan nilai 0.5361 dapat diartikan bahwa algoritma *K-Means Clustering* mampu mengelompokkan data penjualan beras dengan cukup baik.

Berdasarkan hasil Clustering terhadap 24 jenis beras, pada cluster standar memiliki jumlah data yang paling banyak jika dibandingkan dengan cluster premium dan cluster ekonomi. Cluster premium kini hanya ada 2 jenis beras saja dengan kelompok dengan harga tertinggi tapi jumlah penjualan rendah. Sedangkan cluster ekonomi terdiri hanya 2 data jenis beras dengan kelompok harga rendah tapi jumlah

penjualannya tinggi. Maka sebagian jenis beras berada pada cluster standar dengan karakteristik harga dan jumlah penjualan yang berada pada kategori menengah. Dapat disimpulkan bahwa mayoritas data penjualan beras pada sistem memiliki grafik penjualan yang relatif konsisten dari waktu ke waktu.

Hasil clustering mengindikasikan bahwa sebagian besar jenis beras berada pada cluster standar. Pola penjualan mengindikasikan beras pada objek penelitian cenderung stabil dan tidak menunjukkan perbedaan yang terlalu ekstrem antara harga dan jumlah penjualan. Sementara cluster premium hanya berisi sedikit jenis beras dengan karakteristik harga tinggi dan tingkat penjualan yang relatif rendah. Dapat disimpulkan bahwa konsumen lebih selektif dalam membeli beras premium sehingga perputaran stoknya lebih lambat. Sebaliknya, cluster ekonomi memiliki jumlah penjualan yang tinggi dengan harga cenderung rendah sehingga dapat menjadikan opsi produk prioritas dalam strategi penjualan dan mengelola persediaan stok.

Hasil penelitian hampir mirip dengan penelitian (Yahya & Kurniawan, 2025) yang menunjukkan kemampuan algoritma K-Means mampu memetakan kelompok produk berdasarkan tingkat penjualan sehingga membantu pengelolaan stok. Kemiripan terjadi pada kapabilitas algoritma dalam mengelompokkan produk menjadi beberapa kategori yang mendukung dalam keputusan bisnis. Perbedaan paling dasar pada pemanfaatan luaran klusterisasi yang tidak terbatas sebagai materi analisis statis, sehingga ditampilkan langsung ke dalam arsitektur sistem informasi penjualan berbasis web demi menyajikan rekomendasi otomatis bagi pihak manajemen

Temuan lain yang selaras pada hasil riset (Widad & Fatah, 2025) yang menyatakan bahwa K-Means sangat efektif digunakan mengelompokkan data penjualan berdasarkan karakteristik tertentu. Aspek pembeda dalam penelitian tidak adanya visualisasi hasil clustering dan rekomendasi jenis beras yang dapat digunakan secara langsung dalam proses pengambilan keputusan operasional.

Pada penelitian internasional oleh (Tabianan et al., 2022) yang memanfaatkan K-Means sebagai segmentasi pelanggan berdasarkan perilaku pembelian. Meskipun objek penelitian berbeda, kedua penelitian menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu menghasilkan kelompok data yang memiliki karakteristik yang jelas. Namun penelitian ini lebih berfokus pada pengelolaan stok dan penjualan komoditas beras dibandingkan segmentasi pelanggan.

Pada bidang Data Mining, penelitian algoritma K-Means Clustering dapat diterapkan secara efektif pada data penjualan beras dengan karakteristik data yang bersifat operasional dan tidak terstruktur. Kontribusi ilmiah yang memperkaya kajian clustering dengan menunjukkan bahwa kombinasi normalisasi Min-Max dan penentuan centroid berbasis karakteristik bisnis (premium, standar, dan ekonomi) mampu menghasilkan segmentasi data yang stabil dengan nilai evaluasi *Davies Bouldin Index* sebesar 0.5361. Sementara bidang Clustering, studi memberikan pendekatan

implementasi *K-Means* yang tidak hanya bersifat analitis, tetapi juga terintegrasi dengan sistem informasi sehingga hasil clustering dapat digunakan secara langsung sebagai rekomendasi. Dalam Sistem Informasi, studi memperluas konsep *Decision Support System* (DSS) dengan mengintegrasikan proses data mining ke dalam dashboard web sehingga hasil analisis tidak hanya berupa output statis, tetapi menjadi informasi yang dapat digunakan secara real-time untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen dalam pengelolaan stok dan strategi penjualan.

Secara teoritis, hasilnya memperkuat konsep bahwa algoritma *K-Means Clustering* dapat bermanfaat sebagai pendekatan data mining yang efektif dalam mendukung *Decision Support System* (DSS). Perolehan hasil pengelompokan yang diperoleh mampu menghasilkan informasi yang lebih mudah dipahami dibandingkan data transaksi mentah sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan keterkaitan antara teknik clustering dan konsep inventory management, hasilnya pengelompokan dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas pengelolaan stok berdasarkan karakteristik penjualan produk.

Keterbatasannya hanya berasal dari satu tempat usaha penggilingan beras sehingga karakteristik data yang diperoleh belum tentu mewakili seluruh usaha perdagangan beras di wilayah lain. Selain itu, atribut yang digunakan dalam proses clustering hanya terdiri dari harga rata-rata dan jumlah rata-rata penjualan sehingga belum mempertimbangkan faktor lain seperti musim panen, wilayah distribusi, preferensi konsumen, maupun tingkat keuntungan produk.

Pengembangan selanjutnya dengan menambahkan atribut yang lebih beragam seperti tingkat keuntungan, frekuensi pembelian pelanggan, dan wilayah pemasaran agar hasil clustering menjadi lebih komprehensif. Selain itu, penelitian berikutnya dapat membandingkan algoritma *K-Means* dengan metode clustering lainnya seperti *K-Medoids*, *Fuzzy C-Means*, atau *Hierarchical Clustering* agar mempunyai model pengelompokan yang lebih optimal. Pengembangan lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan mengintegrasikan sistem rekomendasi berbasis kecerdasan buatan untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih adaptif.

5. Kesimpulan

Dari proses pengolahan serta analisis pada data transaksi menggunakan algoritma *K-Means* yang diimplementasikan pada sistem informasi berbasis website dapat berjalan secara efektif. Jadi sistem dibuat bukan untuk pencatatan data transaksi tapi kini menggunakan algoritma *k-means* mampu mengolah data transaksi menjadi informasi bagi manajemen untuk dasar pengambilan keputusan. Proses clustering melibatkan atribut harga rata-rata dan jumlah rata-rata penjualan dari data transaksi penjualan. Kemudian akan dinormalisasi menggunakan metode *Min-Max Normalization*. Hasil pengelompokan akan menjadikan tiga cluster, yaitu cluster Premium, Standar, dan

Ekonomi. Dari 24 jenis beras yang dianalisis, cluster Standar menjadi cluster dengan jumlah anggota terbanyak karena sebagian besar jenis beras memiliki karakteristik harga dan tingkat penjualan pada kategori menengah. Sedangkan cluster Premium dan cluster Ekonomi memiliki jumlah anggota lebih sedikit.

Metode *Davies Bouldin Index* (DBI) yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja algoritma *K-Means* memperoleh nilai sebesar 0.5361. Hasilnya menunjukkan bahwa proses clustering memiliki kualitas yang cukup baik karena jarak antar cluster sudah terpisah dengan jelas, sementara data pada masing-masing cluster memiliki tingkat kedekatan yang baik terhadap titik pusat centroid cluster. Hasil penelitian memberikan manfaat nyata dari pengembangan sistem untuk membuat keputusan berbasis data pada bidang perdagangan. Pelaku usaha dapat memanfaatkan sistem dalam penentuan strategi penjualan dan pengelolaan stok berdasarkan pola data penjualan harian. Sementara itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa algoritma *K-Means Clustering* dapat diterapkan pada sistem informasi berbasis website untuk menghasilkan rekomendasi jenis beras mana yang sering laku secara otomatis.

6. Ucapan Terima Kasih

Puji kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi kelancaran dalam pembuatan penelitian. Dan juga ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan, dan saran yang telah diberikan, serta kepada UD Maju Mapan telah memberi izin dan dukungan penuh selama proses penelitian berlangsung.

7. Pernyataan Penulis

Penulis menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa artikel ini merupakan karya orisinal dan bebas dari segala bentuk plagiarisme. Seluruh data, analisis, dan isi yang disajikan dalam artikel ini menjadi tanggung jawab penuh penulis atas keasliannya. Selain itu, penulis juga menegaskan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan (*conflict of interest*), baik secara finansial maupun non-finansial, terkait dengan proses pelaksanaan penelitian hingga publikasi artikel ini.

Bibliografi

- Abdiansyah, Baharuddin, & Said, M. S. (2024). Menggunakan metode convolutional neural network. *Jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, 9(2), 299–305. <https://doi.org/https://doi.org/10.51876/simtek.v9i2.1334>
- Anggraini, D., & Hasibuan, M. S. (2025). Initial Centroid Pada Algoritma K-Means Dan K-Medoids. *Jatilima: Jurnal Multimedia Dan Teknologi Informasi*, 07(03), 487–500. <https://doi.org/https://doi.org/10.54209/jatilima.v7i03.1615>
- Anggraini, F. D., Anggraeni, D., & Akmal. (2025). IMPLEMENTASI DATA MINING

- PENJUALAN BERAS DENGAN MENERAPKAN TEKNIK K-MEANS CLUSTERING UD. NAINGGOLAN. *DINAMIK*, 30, 250–257. <https://doi.org/https://doi.org/10.35315/dinamik.v30i2.10148>
- Ariansah, B., Khaira, U., & Abidin, Z. (2025). Penerapan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Data Industri Kecil Menengah di Provinsi Jambi. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 6(September), 359–371. <https://doi.org/10.35957/jtsi.v6i2.13553>
- Arista, L. P., & Nugroho, Y. S. (2023). SISTEM INFORMASI PENCATATAN TRANSAKSI PENJUALAN DAN PEMBELIAN PRODUK BERBASIS WEBSITE DI TOKO SEMBAKO PUTRASENA. *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, 9(4), 397–404. <https://doi.org/https://doi.org/10.33795/jip.v9i4.1347>
- Beti, I. Y., & Juliansa, H. (2024). Penerapan Normalisasi Data Metode Decimal Scaling Dan Metode K-Means Dalam Mengelompokkan Kasus Demam Berdarah. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(6), 2928–2936. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i6.1925>
- Darma, S., Yusman, Y., & Hendrawan, J. (2024). Analisis Data Tingkat Kehadiran Pegawai dengan Menggunakan Clustering K-Means Pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Langkat. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1), 1106–1116. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i1.13958>
- Fatkhudin, A., Khambali, A., Artanto, F. A., Mundriyah, & Zade, N. A. P. (2023). Implementasi Algoritma Clustering K-Means Dalam Pengelompokan Mahasiswa Studi Kasus (Prodi Manajemen Informatika). *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 777–783. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12494>
- Ferreira, A. C. A., Alexandre Ferreira de Pinho Matheus Brendon Francisco Laercio Almeida de Siqueira, J., & Vasconcelos, G. A. V. B. (2025). A Decision Support System for Classifying Suppliers Based on Machine Learning Techniques : A Case Study in the Aeronautics Industry. *Computers*, 14, 1–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/computers14070271>
- Fitriani, A., Arfi, E., & Huda, A. (2024). Penerapan Algoritma K-Means Clustering dalam Memetakan Produktivitas Lokasi Perkebunan Nanas PT Great Giant Pineapple. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 7(2), 215–231. <https://doi.org/https://doi.org/10.35580/jmathcos.v7i2.4200>
- Habibah, L., Putri, A., Khuzaeri, A. P., Shidqi, F., & Winata, W. A. (2024). Bursa : Jurnal Ekonomi dan Bisnis Beras Sebagai Makanan Pokok: Faktor Penyebab Ketergantungan Dan. *Bursa: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 3(2), 110–114. <https://doi.org/https://doi.org/10.59086/jeb.v3i2.570>
- Hakim, M. F. A., & Wibowo, A. (2024). KLASTERISASI KECAMATAN DI PAPUA DENGAN K- MEANS UNTUK DISTRIBUSI BANTUAN BERAS BULOG DI PT YAT. *TELEMATIKA MKOM*, 16(1), 31–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.36080/telematikamkom.3865>
- Mado, P. M. K., & Hendry. (2025). Implementasi Algoritma Clustering K-Means untuk. *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi (JIMIK)*, 6(3), 1680–1686. <https://doi.org/https://doi.org/10.63447/jimik.v6i3.1563>
- Matuan, H., Dude, E., Mallo, A., Yowey, H., Patey, Y. S., & Sutejo, H. (2026). Application of the K-Means Method for Grouping Product Data Based on Sales Level. *JURNAL ILMIAH SISTEM INFORMASI (JUSI)*, 5(1), 292–305.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.51903/53pfrd78>
- Nwoye, O. N., & Okoli, C. N. (2025). ENHANCING CLUSTERING PERFORMANCE: A HYBRID GENERALIZED K- MEANS APPROACH. *International Journal of Advanced Research (IJAR)*, 13(04), 403–411. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/20733>
- Ocsiana, T., & Wijaya, R. A. (2025). Sistem Informasi Web untuk Optimasi Stok dan Laporan Penjualan Beras di Toko Nurbila Sebagai Transformasi Digitalisasi UMKM Pangan. *JACIS : Journal Automation Computer Information System*, 5, 194–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.47134/jacis.v5i2.131>
- Pasaribu, A. P. A., & Nasution, I. P. (2025). Peran Sistem Informasi Manajemen dalam Pengambilan Keputusan Organisasi. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(4), 504–509. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jmia.v2i4.5414>
- Prasetya, R. P. D., Azizah, R. N., Halwa, J. B. W., Nugroho, R. H., & Kusumasari, I. R. (2025). Implementasi Penggunaan Data Analytics untuk Mengoptimalkan Pengambilan Keputusan Bisnis di Era Digital. *Jurnal Bisnis Dan Komunikasi Digital*, 2(2), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.47134/jbk.v2i2.3459>
- Sopyan, Y., Lesmana, A. D., & Juliane, C. (2022). Analisis Algoritma K-Means dan Davies Bouldin Index dalam Mencari Cluster Terbaik Kasus Perceraian di Kabupaten Kuningan. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(3), 1464–1470. <https://doi.org/10.47065/bits.v4i3.2697>
- Syaqila, S., & Fakhriza, M. (2025). K-Means Clustering Untuk Mengukur Pengaruh Kompetensi Terhadap Kinerja Pegawai. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 6(2), 1420–1431. <https://doi.org/10.47065/josh.v6i2.6758>
- Tabianan, K., Velu, S., & Ravi, V. (2022). K-Means Clustering Approach for Intelligent Customer Segmentation Using Customer Purchase Behavior Data. *Sustainability*, 14, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14127243>
- Tambunan, E., Limbeng, Y. B., & Sipayung, S. (2026). Implementasi Algoritma K-Means Dengan Normalisasi Min-Max Pada Analisis Data Ketidaktersekolahan Anak. *JDMIS: Journal of Data Mining and Information Systems*, 4(1), 26–32. <https://doi.org/10.54259/jdmis.v4i1.7064>
- Widad, R., & Fatah, Z. (2025). Penerapan Algoritma K-Means Clustering Pada Penjualan Produk Skincare. *JAMASTIKA*, 4(April), 52–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.35473/jamastika.v4i1.3611>
- Windraningsih, Setiawan, R. R., & Supriyono. (2026). Application of K-Means Clustering for Consumable Inventory Expenditure at BKPSDM of Kudus Regency. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 19(1), 1413–1429. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/jtip.v19i1.1106>
- Yahya, A., & Kurniawan, R. (2025). Implementasi Algoritma K-Means untuk Pengelompokan Data Penjualan Berdasarkan Pola Penjualan. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(January), 350–358. <https://doi.org/https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1773>