



Penerapan Metode *K-Means Clustering* untuk Pengelompokan Data Persediaan Barang pada PT. X

Deny Rahmatullah¹, Ananto Tri Sasongko², Abdul Halim Anshor³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa

denyrahmatullah98@gmail.com, abdulhalimanshor@pelitabangsa.ac.id, ananto@pelitabangsa.ac.id

Abstract

Inventory management at PT. X still faces challenges in accurately identifying stock patterns which may lead to inventory accumulation, imbalance in inventory value and suboptimal procurement decision-making. To address this issue, this study applies data mining using the K-Means Clustering method with the aim of grouping inventory data based on similarities in stock characteristics. The research data were obtained from the Stock List E3 dataset and processed through preprocessing stages include data cleaning, duplicate removal, variable selection, label encoding and normalization of numerical features. The optimal number of clusters was determined using the Elbow Method and Silhouette Score. The analysis results indicate that the highest Silhouette Score was achieved at $k = 4$ with a value of 0.985 that indicates a very good clustering quality while the cluster interpretation revealed three main inventory categories such as normal item, bulk stock and critical part based on the combination of stock value, standard price and item availability. These findings contribute to support the company in carrying out more efficient inventory control, determine procurement priorities and minimize the risks of overstock and stockout through a more structured inventory classification. In practical terms, the results of this study can be implemented as a basis for stock management policy recommendations, the preparation of purchasing priorities and the development of an inventory classification dashboard to support data-driven decision-making in logistics management.

Keywords: Data Mining, K-means clustering, inventory management, logistics management, silhouette score

Abstrak

Pengelolaan persediaan barang di PT. X masih menghadapi tantangan dalam mengidentifikasi pola stok secara tepat, sehingga berpotensi menimbulkan penumpukan barang, ketidakseimbangan nilai persediaan, dan kurang optimalnya pengambilan keputusan pengadaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan data mining menggunakan metode *K-Means Clustering* dengan tujuan mengelompokkan data persediaan berdasarkan kesamaan karakteristik stok. Data penelitian diperoleh dari dataset *Stock List E3* dan diolah melalui tahapan prapemrosesan yang meliputi pembersihan data, penghapusan duplikasi, seleksi variabel, *encoding label*, dan normalisasi fitur numerik. Penentuan jumlah kluster optimal dilakukan menggunakan metode *Elbow* dan *Silhouette Score*. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *Silhouette Score* tertinggi diperoleh pada $k = 4$ sebesar 0,985 yang menandakan kualitas pengelompokan sangat baik, sementara hasil interpretasi kluster menunjukkan tiga kategori utama persediaan, yaitu *normal item*, *bulk stock*, dan *critical part*, berdasarkan kombinasi nilai stok, harga standar, dan ketersediaan barang. Temuan ini memberikan kontribusi dalam mendukung perusahaan untuk melakukan pengendalian persediaan yang lebih efisien, menentukan prioritas pengadaan, serta meminimalkan risiko *overstock* dan *stockout* melalui pengelompokan barang yang lebih terstruktur. Secara konkret, hasil penelitian ini dapat diwujudkan dalam bentuk dasar rekomendasi kebijakan pengelolaan stok, penyusunan prioritas pembelian, dan pengembangan *dashboard* klasifikasi persediaan sebagai pendukung pengambilan keputusan berbasis data pada manajemen logistik.

Kata kunci: *Data mining, K-means clustering, persediaan barang, manajemen logistik, silhouette score*



1. Pendahuluan

Pengelolaan persediaan pada industri manufaktur menuntut kemampuan perusahaan dalam memahami pola pergerakan material secara akurat agar ketersediaan barang tetap terjaga tanpa menimbulkan kelebihan maupun kekurangan stok. Dalam praktiknya, volume data persediaan yang besar dan beragam sering kali hanya tersimpan sebagai data operasional tanpa diolah menjadi informasi yang mendukung pengambilan keputusan. Kondisi ini menyebabkan pengendalian stok cenderung bersifat reaktif, padahal pendekatan berbasis data diperlukan untuk meningkatkan efisiensi biaya, menjaga kelancaran proses produksi, dan memperkuat sistem logistik perusahaan [1].

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengolah data persediaan adalah data mining, khususnya teknik *clustering*. *Clustering* memungkinkan data dikelompokkan berdasarkan kemiripan karakteristik atribut sehingga pola tersembunyi dapat diidentifikasi secara lebih objektif. Dalam konteks persediaan, *algoritma K-Means* banyak dipilih karena sederhana, efisien, dan mampu digunakan untuk segmentasi item berdasarkan atribut numerik seperti jumlah stok, nilai barang, harga, atau pola permintaan. Beberapa studi terkini menunjukkan bahwa *K-Means* dapat mendukung klasifikasi inventori, perencanaan persediaan, pengendalian stok, hingga pengembangan sistem rekomendasi pengadaan yang lebih adaptif [2].

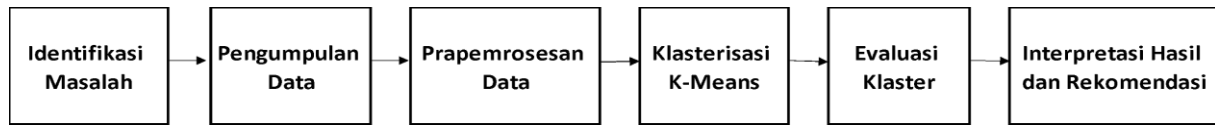
Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *K-Means* dalam domain persediaan dan logistik telah memberikan hasil yang relevan. Studi pada inventori perangkat teknologi menunjukkan bahwa *clustering* mampu membantu optimasi strategi pengelolaan inventori dengan pemilihan jumlah kluster berdasarkan metrik evaluasi kualitas kluster. Penelitian lain pada data penjualan dan stok menunjukkan bahwa hasil segmentasi dapat digunakan untuk membedakan kelompok produk dengan karakteristik stok tinggi, stok stabil, maupun stok rendah sebagai dasar strategi *restock* dan promosi. Selain itu, pendekatan yang menggabungkan *K-Means* dengan kerangka pengambilan keputusan juga terbukti dapat menurunkan biaya inventori serta mendukung kebijakan *restocking* yang lebih adaptif. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa *clustering* tidak hanya berguna untuk deskripsi data, tetapi juga bernilai praktis dalam mendukung keputusan operasional perusahaan [3].

Meskipun demikian, penerapan analisis *clustering* pada data persediaan *Warehouse E3 PT. X* masih belum dilakukan secara spesifik. Data persediaan periode Januari sampai Desember 2025 yang memuat variabel *available stock*, *standard price*, dan *stock amount* memiliki potensi besar untuk dianalisis, tetapi belum dimanfaatkan sebagai dasar segmentasi material yang objektif. Ketiadaan klasifikasi berbasis karakteristik stok menyebabkan pengelompokan barang belum sepenuhnya mendukung identifikasi material bernilai tinggi, stok berlebih, maupun item yang perlu diprioritaskan dalam pengadaan. Dengan demikian, terdapat kesenjangan antara ketersediaan data operasional yang cukup lengkap dan pemanfaatannya dalam pengambilan keputusan persediaan yang berbasis analitis. Inilah yang menjadi justifikasi utama dilakukannya penelitian ini [4].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan *algoritma K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data persediaan barang pada *Warehouse E3 PT. X*. Penelitian difokuskan pada penentuan jumlah kluster optimal menggunakan *Elbow Method* dan *Silhouette Score*, kemudian dilanjutkan dengan interpretasi karakteristik setiap kluster yang terbentuk. Nilai kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan *K-Means* pada data persediaan aktual perusahaan manufaktur dengan variabel stok, harga standar, dan nilai stok sebagai dasar segmentasi operasional, sehingga hasil kluster tidak hanya menunjukkan kualitas pemisahan data, tetapi juga dapat diterjemahkan menjadi kategori persediaan yang relevan bagi perusahaan, seperti *normal item*, *bulk stock*, dan *critical part*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung pengendalian stok, penentuan prioritas pengadaan, dan penyusunan kebijakan logistik yang lebih berbasis data [5].

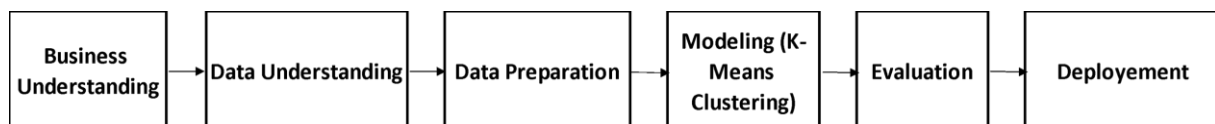
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan data mining dengan kerangka kerja CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) yang terdiri dari enam tahapan utama, yaitu *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modeling*, *Evaluation*, dan *Deployment* [6]. Selain menyajikan alur penelitian, pada penelitian ini juga digunakan desain penelitian untuk memperjelas hubungan antar tahapan, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, proses klasterisasi, evaluasi model, hingga interpretasi hasil penelitian. Dengan demikian, metode penelitian tidak hanya menjelaskan urutan proses, tetapi juga menggambarkan struktur pelaksanaan penelitian secara menyeluruh.



Gambar 1. Desain Penelitian

Desain penelitian menunjukkan bahwa penelitian diawali dari identifikasi permasalahan pengelolaan persediaan di *Warehouse E3 PT. X*, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data persediaan. Data yang diperoleh diproses melalui tahapan prapemrosesan agar siap dianalisis. Setelah itu dilakukan pemodelan menggunakan *algoritma K-Means Clustering*, kemudian hasil klasterisasi dievaluasi menggunakan *Elbow Method* dan *Silhouette Score*. Tahap akhir penelitian adalah interpretasi klaster menjadi kategori operasional persediaan yang dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi pengendalian stok dan pengambilan keputusan.

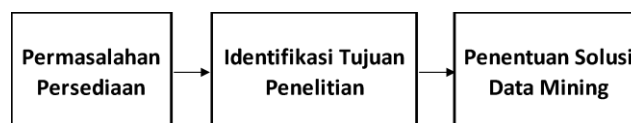


Gambar 2. Alur Penelitian

Alur penelitian berdasarkan CRISP-DM digunakan untuk menjelaskan proses *data mining* yang dilakukan secara bertahap. Setiap tahapan saling berkaitan, di mana keluaran dari satu tahap menjadi masukan bagi tahap berikutnya hingga diperoleh hasil klasterisasi yang dapat diimplementasikan pada konteks pengelolaan persediaan barang.

2.1. Business Understanding

Tahap awal penelitian difokuskan pada identifikasi permasalahan pengelolaan persediaan di *Warehouse E3 PT. X*. Permasalahan yang ditemukan adalah belum adanya pengelompokan material berdasarkan karakteristik stok sehingga proses pengendalian persediaan belum tersegmentasi secara objektif.



Gambar 3. Proses *Business Understanding*

Tahap ini menunjukkan hubungan antara masalah yang dihadapi perusahaan dengan tujuan penelitian dan pendekatan solusi yang dipilih, yaitu penerapan data mining menggunakan metode *K-Means Clustering*. Tujuan penelitian ini adalah mengelompokkan data persediaan berdasarkan kemiripan karakteristik menggunakan *algoritma K-Means clustering* untuk mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen stok [7].

2.2. Data Understanding

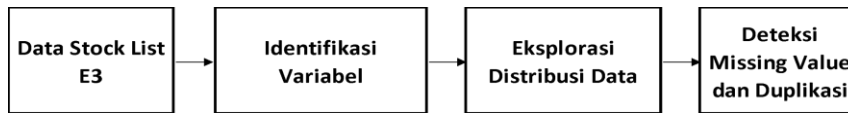
Data yang digunakan berasal dari dataset internal perusahaan “*Stock List E3*” periode Januari–Desember 2025. Dataset memuat informasi material aktif beserta atribut kuantitatif yang relevan terhadap kondisi persediaan [8].

Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi :

1. *Qty Available Stock*
Informasi jumlah stok material yang tersedia di warehouse
2. *Standard Price*
Nilai harga satuan material yang digunakan untuk perhitungan nilai stok.
3. *Stock Amount*

Nilai total persediaan yang dihitung berdasarkan jumlah stok dan harga standar.

Pada tahap ini dilakukan eksplorasi awal untuk memahami distribusi data, rentang nilai, serta mendeteksi adanya nilai kosong dan duplikasi.



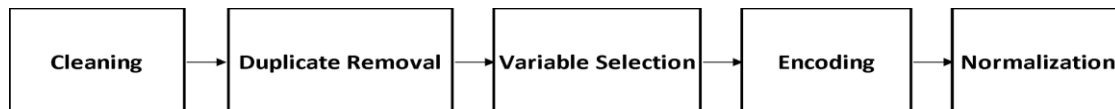
Gambar 4. Proses *Data Understanding*

Gambar ini menjelaskan bahwa tahap *Data Understanding* tidak hanya berfokus pada pengumpulan data, tetapi juga pada pemahaman isi dataset dan kualitas awal data sebelum diproses lebih lanjut.

2.3. *Data Preparation*

Tahap persiapan data dilakukan untuk memastikan kualitas data sebelum proses klusterisasi. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. *Data Cleaning*
Menghapus data yang memiliki nilai kosong atau inkonsistensi format numerik.
2. *Duplicate Removal*
Menghilangkan data material yang terduplikasi agar tidak memengaruhi hasil centroid.
3. Seleksi Variabel
Memilih tiga variabel numerik utama yang mewakili karakteristik stok.
4. Normalisasi Data
Normalisasi bertujuan untuk menyamakan skala antar variabel agar tidak terjadi dominasi pada perhitungan jarak.



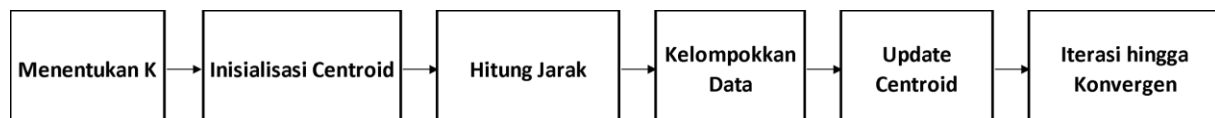
Gambar 5. Proses *Data Preparation*

Tahapan ini menunjukkan proses transformasi data mentah menjadi data siap olah. Dengan adanya gambar ini, pembaca dapat memahami bahwa hasil klusterisasi diperoleh melalui proses persiapan data yang bertahap dan terstruktur.

2.4. *Modeling (K-Means Clustering)*

Tahap pemodelan dilakukan menggunakan algoritma *K-Means*. Proses klusterisasi dimulai dengan menentukan jumlah kluster (k), kemudian menghitung jarak antara data dan centroid menggunakan *Euclidean Distance* :

Iterasi dilakukan hingga *centroid* stabil (*konvergen*). Penelitian ini menguji beberapa variasi jumlah kluster untuk menemukan konfigurasi yang paling sesuai dengan karakteristik data persediaan [9].



Gambar 6. Proses *K-Means Clustering*

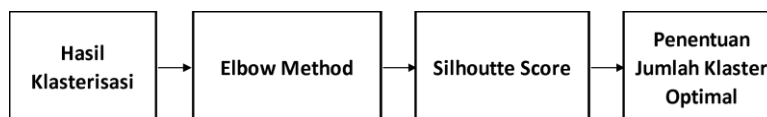
Gambar ini memperjelas mekanisme kerja *algoritma K-Means* sehingga pembaca dapat memahami bagaimana data persediaan dikelompokkan secara iteratif hingga terbentuk kluster yang stabil.

2.5. *Evaluation*

Evaluasi dilakukan menggunakan dua pendekatan :

1. *Elbow Method*
Mengamati perubahan nilai *Within Cluster Sum of Squares* (WCSS) untuk menentukan titik optimal jumlah kluster.
2. *Silhouette Score*

Nilai *Silhouette* digunakan untuk mengukur kualitas pemisahan antar kluster. Semakin mendekati 1 menunjukkan struktur kluster yang semakin baik.



Gambar 7. Proses *K-Means Clustering*

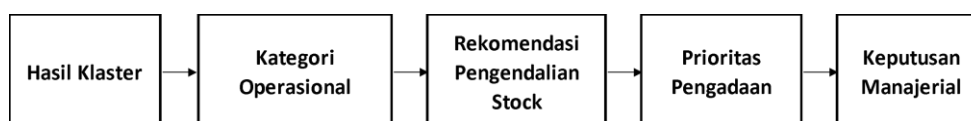
Gambar evaluasi membantu menjelaskan bahwa pemilihan jumlah kluster tidak dilakukan secara subjektif, tetapi berdasarkan hasil pengujian menggunakan dua metode evaluasi.

2.6. Deployment

Tahap *deployment* dilakukan dengan menginterpretasikan hasil klasterisasi menjadi kategori operasional persediaan, yaitu :

1. *Normal Item*
Material dengan kuantitas dan nilai persediaan relatif moderat serta pergerakan stok stabil.
2. *Bulk Stock*
Material dengan kuantitas sangat besar dan kebutuhan ruang simpan tinggi, meskipun nilai per unit relatif rendah.
3. *Critical Part*
Material bernilai tinggi dengan jumlah stok terbatas dan berdampak signifikan terhadap kelangsungan proses produksi.

Hasil segmentasi ini digunakan sebagai dasar rekomendasi pengendalian stok, prioritas pengadaan, dan strategi manajemen persediaan di *Warehouse E3*.



Gambar 8. Implementasi Hasil *Deployment*

Gambar ini menunjukkan bagaimana hasil klasterisasi diterjemahkan ke dalam bentuk yang lebih konkret dan aplikatif bagi perusahaan.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil pengolahan data persediaan menggunakan metode *K-Means Clustering* serta pembahasan terhadap temuan yang diperoleh. Penyajian hasil diawali dengan analisis proses *clustering* untuk menunjukkan pola pengelompokan data persediaan berdasarkan karakteristik kuantitas stok, harga standar, dan nilai persediaan. Selanjutnya, setiap *cluster* diinterpretasikan ke dalam kategori operasional yang relevan, yaitu *Normal Item*, *Bulk Stock*, dan *Critical Part*, sehingga hasil penelitian tidak hanya menggambarkan pemisahan data secara matematis, tetapi juga memberikan makna praktis dalam konteks pengelolaan persediaan. Untuk memperjelas temuan penelitian, hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi, tabel, dan visualisasi gambar agar perbedaan karakteristik antar kelompok material dapat terlihat secara lebih jelas dan sistematis. Pembahasan kemudian diarahkan pada implikasi hasil *clustering* terhadap pengendalian stok, strategi pengadaan, serta implementasi operasional di *Warehouse E3 PT. X*.

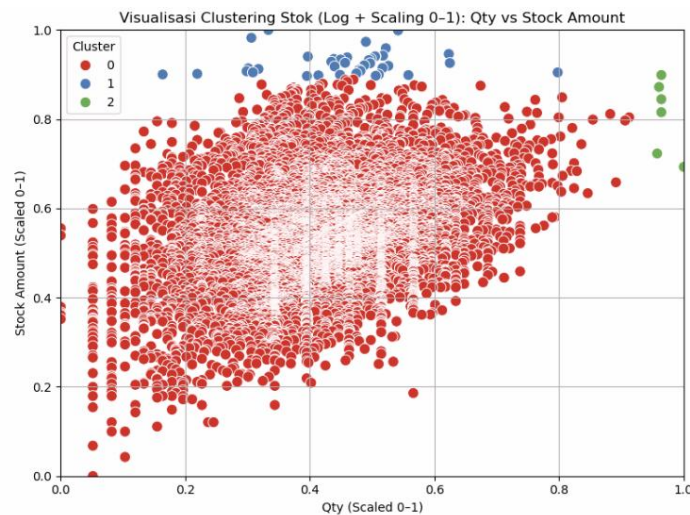
3.1 Analisis Hasil *Clustering*

Data yang digunakan berasal dari dataset internal perusahaan *Stock List E3* periode Januari–Desember 2025 dengan total 9.052 material [10]. Variabel utama yang dianalisis meliputi *qty available stock*, *standard price*, dan *stock amount*, karena ketiga variabel tersebut mampu merepresentasikan kondisi ketersediaan stok sekaligus nilai ekonomis persediaan. Sebelum proses *clustering* dilakukan, data terlebih dahulu melalui tahap *data cleaning*, *duplicate removal*, seleksi variabel, dan normalisasi, sehingga dataset berada dalam kondisi siap olah dan memiliki skala yang seimbang untuk proses perhitungan jarak [11].

Hasil eksplorasi data menunjukkan adanya variasi karakteristik persediaan yang cukup besar antar material. Sebagian material memiliki kuantitas stok tinggi namun nilai per unit rendah, sedangkan sebagian lainnya

memiliki jumlah stok terbatas tetapi bernilai tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa data persediaan bersifat heterogen, sehingga metode *clustering* menjadi relevan untuk mengelompokkan material secara lebih sistematis dan objektif [12].

Proses pemodelan dilakukan menggunakan algoritma *K-Means* dengan menghitung kedekatan data terhadap *centroid* menggunakan *Euclidean Distance*. Penentuan jumlah *cluster* optimal dilakukan menggunakan *Elbow Method*, dan hasil evaluasi menunjukkan bahwa titik optimal berada pada $K = 3$. Dengan demikian, data persediaan dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* utama yang kemudian diinterpretasikan sebagai *Normal Item*, *Bulk Stock*, dan *Critical Part* [13].



Gambar 9. Visualisasi Hasil Clustering Algoritma K-Means

Secara umum, hasil *clustering* menunjukkan bahwa *Normal Item* merupakan kelompok material dengan kuantitas dan nilai persediaan moderat, *Bulk Stock* mewakili material dengan jumlah stok sangat besar dan kebutuhan ruang simpan tinggi, sedangkan *Critical Part* menggambarkan material bernilai tinggi dengan stok terbatas yang berpotensi berdampak langsung terhadap kelangsungan proses produksi. Hasil ini menunjukkan bahwa *K-Means Clustering* mampu memberikan segmentasi persediaan yang lebih jelas dan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengendalian stok, prioritas pengadaan, serta pengelolaan operasional gudang [14].

3.2 Interpretasi *Cluster* dan Kategorisasi Persediaan

Untuk meningkatkan interpretasi hasil *clustering*, setiap cluster dikategorikan menjadi tiga kelompok operasional, yaitu *Normal Item*, *Bulk Stock*, dan *Critical Part*.

Jupyter hasil_kmeans_stock_e3_labeled.csv Last Checkpoint: 3 days ago

File Edit View Settings Help

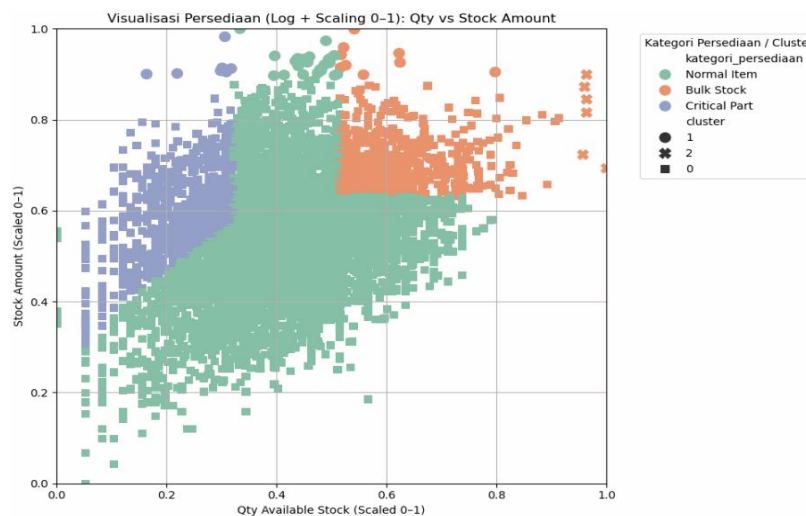
Delimiter: ,

	vmi (btk)	standard_price (idr)	stock_amount (idr)	cluster	qty_log	price_log	amount_log	kategori_persediaan
1		18353398.0	1596745666.0	1	4.477336814478207	16.725325346919227	21.191233436765216	Normal Item
2		1091523.0	1571793264.0	1	7.273092595999522	13.903085442820187	21.175483011490872	Bulk Stock
3		20071962.0	1204317730.0	1	4.110873864173311	16.814834523662807	20.90917904519797	Critical Part
4		1448556.0	1042230822.0	1	6.579251212010101	14.186768550475477	20.76462927493969	Normal Item
5		747228.0	827181839.0	1	7.010311867307229	13.524126976706789	20.53353510789912	Bulk Stock
6		156432.0	672658021.0	1	8.366602832783736	11.960383082278973	20.32674761878918	Bulk Stock
7		608840.0	633193974.0	1	6.947937068614969	13.319312428859897	20.266287370764775	Bulk Stock
8		703668.0	622042512.0	1	6.785587645007929	13.464063354120848	20.248518997242375	Normal Item
9		703668.0	617116836.0	1	6.777646593635117	13.464063354120848	20.240568926989745	Normal Item
10		2986952.0	612325024.0	1	5.327876168789581	14.90976436222343	20.23277378610133	Normal Item
11		1240801.0	595584595.0	1	6.175867270105761	14.031268502706482	20.205053995444377	Normal Item
12		703668.0	563638068.0	1	6.687108607866515	13.464063354120848	20.14992288183967	Normal Item
13		1560647.0	561832992.0	1	5.8888779583328005	14.260611677592799	20.146715198215126	Normal Item
14		1318654.0	548559971.0	1	6.0330862217988015	14.092122835696966	20.12280716989765	Normal Item
15		703668.0	539009888.0	1	6.642486801367256	13.464063354120848	20.10524410459297	Normal Item
16		1490669.0	508318035.0	1	5.834810737062605	14.21473624128242	20.046617864770116	Normal Item
17		1064516.0	488612651.0	1	6.131226489483141	13.878031733127091	20.007080610844802	Normal Item
18		110414.0	485489873.0	1	8.388905171114706	11.612001273160915	20.00066898862954	Bulk Stock
19		610129.0	480781496.0	1	6.670766320845874	13.321427328197869	19.990923456667716	Normal Item
20		645029.0	447005097.0	1	6.542471960506805	13.377052106324184	19.918080557434507	Normal Item
21		376223.0	439428268.0	1	7.063903961472068	12.83793989667468	19.9009050130279	Bulk Stock
22		1173211.0	429395135.0	1	5.905361848054571	13.97525584468172	19.8778811591117	Normal Item
23		393719.0	405136851.0	1	6.937314081223682	12.883395275743148	19.81973547416622	Bulk Stock
24		7155328.0	400698381.0	1	4.04305126783455	15.783367951746444	19.808719537664604	Critical Part
25		5592175.0	391452351.0	1	4.2626798770413155	15.536879035934122	19.78537435973034	Critical Part
26		609742.0	379869138.0	1	6.436150368369428	13.32079283589747	19.755337380322747	Normal Item
27		570474.0	365103168.0	1	6.46302945692067	13.254224626114624	19.715690256401946	Normal Item
28		6688579.0	361183235.0	1	4.007333185232471	15.715912152474536	19.704895966469902	Critical Part
29		5584311.0	346222724.0	1	4.143134726391533	15.535471795788958	19.66260998154301	Critical Part
30		7692.0	346106142.0	1	10.714373323320329	8.948066103458935	19.66225605765349	Bulk Stock

Gambar 10. Produk dengan Label Cluster dan Kategori Persediaan

Normal Item menunjukkan material dengan kondisi stok relatif stabil. *Bulk Stock* menggambarkan material dengan kuantitas besar yang memerlukan ruang penyimpanan tinggi. Sementara itu, *Critical Part* merupakan material bernilai tinggi dengan jumlah terbatas yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kelangsungan proses produksi.

Visualisasi hasil pelabelan *cluster* dan kategori persediaan ditunjukkan pada Gambar 11, yang memperlihatkan pemisahan kelompok material berdasarkan karakteristik kuantitas stok dan nilai persediaannya. Hasil kategorisasi ini memberikan dasar yang lebih interpretatif untuk mendukung pengendalian persediaan dan pengambilan keputusan operasional di *Warehouse E3 PT. X* [10].



Gambar 11. Visualisasi Cluster hasil K-Means dan Labeling

3.3 Implikasi terhadap Pengelolaan Persediaan

Hasil *clustering* menunjukkan bahwa data persediaan dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu *Normal Item*, *Bulk Stock*, dan *Critical Part*. Setiap kategori memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga memerlukan strategi pengelolaan persediaan yang berbeda pula. *Normal Item* cenderung memiliki kuantitas dan nilai persediaan yang moderat, *Bulk Stock* memiliki volume stok besar dengan kebutuhan ruang simpan tinggi, sedangkan *Critical Part* memiliki nilai tinggi dengan jumlah terbatas sehingga memerlukan pengendalian yang lebih ketat. Temuan ini menunjukkan bahwa hasil segmentasi dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan prioritas pengadaan, pengaturan kapasitas penyimpanan, serta pengendalian stok yang lebih terarah di *Warehouse E3 PT. X*. [15].

Tabel 1. Karakteristik Akhir Cluster

Kategori Persediaan	Jumlah Item	Total Qty (EA)	Rata-rata Harga (IDR)	Rata-rata Nilai Persediaan (IDR)
<i>Normal Item</i>	8	5.916.589	26	5.793.192
<i>Bulk Stock</i>	611	7.455.464	14	31.355.884
<i>Critical Part</i>	899	25	387	9.355.411

Berdasarkan hasil akhir *clustering*, kelompok *Normal Item* memiliki jumlah anggota paling banyak dan merepresentasikan material dengan kondisi stok yang relatif stabil. Kelompok *Bulk Stock* menunjukkan material dengan total kuantitas terbesar, sehingga berimplikasi pada kebutuhan ruang penyimpanan yang lebih tinggi. Sementara itu, kelompok *Critical Part* memiliki rata-rata harga tertinggi, yang menunjukkan bahwa material pada kelompok ini memiliki nilai ekonomis tinggi dan membutuhkan perhatian lebih dalam pengendalian persediaan. Dengan demikian, hasil *clustering* tidak hanya menunjukkan pemisahan data secara numerik, tetapi juga memberikan makna operasional dalam pengelolaan persediaan perusahaan.

Proses pengelompokan dilakukan dengan menghitung jarak setiap data terhadap *centroid* menggunakan *Euclidean distance*. Data kemudian ditempatkan pada *cluster* dengan jarak terdekat, dan nilai *centroid* diperbarui secara iteratif hingga mencapai kondisi konvergen. Untuk menjaga fokus artikel pada temuan penelitian, rincian perhitungan manual tidak disajikan secara lengkap, karena proses dilakukan secara komputasional terhadap seluruh data. Hasil akhir pembaruan *centroid* menunjukkan tiga karakteristik utama *cluster*, yaitu kelompok dengan stok moderat, kelompok dengan kuantitas stok tinggi, dan kelompok dengan nilai material tinggi namun jumlah terbatas.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Akhir Clustering

Cluster	Interpretasi	Standard Price (IDR)	Qty Available Stock (EA)	Karakteristik Umum
C1	<i>Normal Item</i>	25.853	784	Stok moderat, stabil
C2	<i>Bulk Stock</i>	13.108	11	Kuantitas besar, butuh ruang tinggi
C3	<i>Critical Part</i>	386.528	27	Nilai tinggi, stok terbatas

Komposisi akhir anggota *cluster* menunjukkan bahwa sebagian besar material berada pada kategori *Normal Item*, sedangkan kategori *Bulk Stock* dan *Critical Part* memiliki jumlah anggota yang lebih sedikit tetapi menunjukkan karakteristik yang lebih spesifik dari sisi volume maupun nilai persediaan. Distribusi ini menegaskan bahwa data persediaan di *Warehouse E3* memiliki tingkat heterogenitas yang cukup tinggi dan memerlukan strategi pengelolaan yang berbeda untuk setiap kelompok.

3.4 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh [17], [9], [13] yang sama-sama menerapkan algoritma *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data persediaan sebagai dasar pengambilan keputusan manajemen stok. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan clustering mampu memberikan gambaran kondisi persediaan yang lebih terstruktur dibandingkan pengelolaan stok secara konvensional.

Perbedaan penelitian ini terletak pada variabel dan konteks data yang digunakan. Penelitian terdahulu umumnya menggunakan variabel penjualan atau pergerakan stok, sedangkan penelitian ini menggunakan data persediaan aktual *Warehouse E3* dengan variabel *qty available stock*, *standard price*, dan *stock amount*. Pendekatan ini memungkinkan pengelompokan material berdasarkan kuantitas sekaligus nilai ekonomis persediaan sehingga lebih relevan untuk mendukung pengendalian persediaan di lingkungan *warehouse* manufaktur [18].

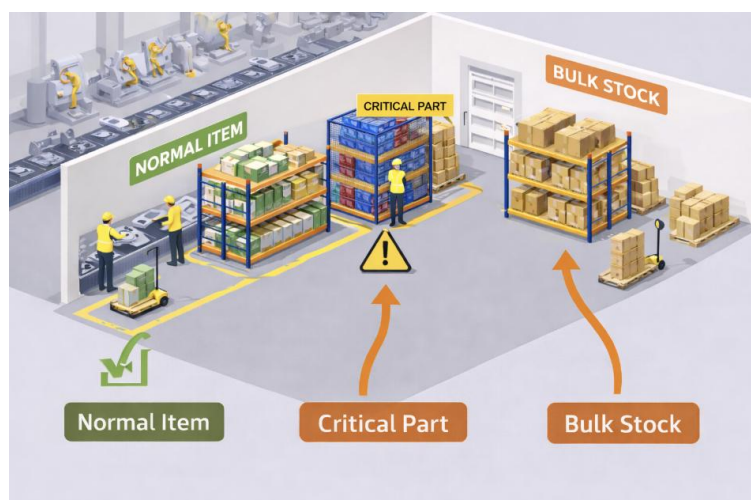
3.5 Implementasi *Operasional* di *Warehouse*

Hasil *clustering* selanjutnya diterjemahkan ke dalam rekomendasi operasional pada *warehouse*. Material Normal Item dikelola melalui pengendalian stok berkala dan penetapan *reorder point*. Material *Bulk Stock* diarahkan pada optimasi kapasitas penyimpanan dan pengendalian jumlah maksimum stok. Sementara itu, material *Critical Part* memerlukan *safety stock*, pengawasan intensif, dan evaluasi *lead time* pemasok karena berisiko menimbulkan gangguan operasional apabila tidak tersedia. Pendekatan ini menunjukkan bahwa hasil *K-Means Clustering* dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai dasar pengambilan keputusan logistik dan pengelolaan persediaan di perusahaan [20].

Tabel 3. Rekomendasi Strategis Berdasarkan Kategori Persediaan

Kategori Persediaan	Karakteristik Umum	Strategi Pengelolaan	Tujuan
<i>Normal Item</i>	Item dengan kuantitas dan nilai persediaan relatif moderat; pergerakan stok cenderung stabil.	Pengendalian stok berkala, penetapan <i>reorder point</i> dan <i>safety stock</i> moderat, pemantauan akurasi data master (<i>UoM</i> dan lokasi).	Menjaga keseimbangan antara ketersediaan dan efisiensi biaya penyimpanan.
<i>Bulk Stock</i>	Item dengan kuantitas besar dan nilai persediaan dominan karena volume; kebutuhan ruang simpan tinggi.	Optimasi kapasitas lokasi (<i>slotting</i>), penjadwalan pengadaan berbasis kapasitas, kontrol minimum–maksimum, serta <i>monitoring</i> akurasi stok fisik.	Mencegah penumpukan berlebih dan meningkatkan efisiensi ruang serta <i>handling</i> material.
<i>Critical Part</i>	Item bernilai tinggi dan/atau berdampak kritis terhadap proses; umumnya membutuhkan pengendalian lebih ketat.	Penetapan <i>safety stock</i> yang terukur, prioritas <i>cycle count</i> , penerapan <i>traceability</i> (<i>batch/serial</i>), evaluasi <i>lead time</i> pemasok, dan persetujuan berlapis untuk pengeluaran.	Mengurangi risiko kekurangan komponen kritis dan meminimalkan potensi <i>downtime</i> .

Gambar 12 menunjukkan implementasi pemetaan tata letak penyimpanan berdasarkan kategori persediaan hasil *clustering*. Material *Normal Item* ditempatkan dekat area produksi untuk mempercepat proses pengambilan dan mengurangi waktu *handling* [19]. *Critical Part* ditempatkan pada zona khusus dengan pengawasan lebih ketat untuk meminimalkan risiko kesalahan penanganan dan kekurangan komponen kritis. Sementara itu, *Bulk Stock* ditempatkan pada area penyimpanan bagian belakang untuk mengoptimalkan kapasitas ruang [15].



Gambar 12. Implementasi Area Penyimpanan Gudang

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *K-Means Clustering* pada data persediaan *Warehouse E3 PT. X* mampu menjawab permasalahan utama yang dihadapi perusahaan, yaitu belum adanya pengelompokan material secara objektif berdasarkan karakteristik stok dan nilai persediaan. Berdasarkan hasil pengolahan terhadap 9.052 data material, diperoleh tiga kelompok utama persediaan, yaitu *Normal Item*, *Bulk Stock*, dan *Critical Part*, yang masing-masing merepresentasikan perbedaan tingkat kuantitas stok, nilai ekonomis, dan prioritas pengendalian. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa data persediaan yang sebelumnya hanya tersimpan sebagai data operasional dapat diubah menjadi informasi yang lebih terstruktur dan bermakna untuk mendukung pengambilan keputusan.

Secara konkret, hasil pengelompokan ini memberikan dasar bagi perusahaan dalam menetapkan strategi pengendalian stok yang berbeda pada setiap kategori, seperti pengawasan rutin pada *Normal Item*, pengelolaan kapasitas simpan pada *Bulk Stock*, serta pengendalian lebih ketat terhadap *Critical Part* guna mengurangi risiko *overstock*, *stockout*, dan gangguan operasional. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa metode *K-Means Clustering* tidak hanya efektif digunakan untuk segmentasi data persediaan, tetapi juga relevan sebagai pendukung kebijakan pengelolaan persediaan yang lebih tepat, efisien, dan berbasis data.

Daftar Rujukan

- [1] J. Homepage *et al.*, "MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science Implementation of K-Means Algorithm for Clustering Sales Data Based on Sales Patterns Implementasi Algoritma K-Means untuk Pengelompokan Data Penjualan Berdasarkan Pola Penjualan," vol. 5, no. 1, pp. 350–358, 2025.
- [2] D. Permata Sari, W. Buana, and M. Febri Mayang Sari, "Implementasi Data Mining pada Penjualan Barang dengan Teknik K Means," *J. Pustaka AI (Pusat Akses Kaji. Teknol. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 106–112, 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i1.955.
- [3] S. C. D. Akbar, S. Defit, and B. Hendrik, "Segmentasi Tunggakan Pelanggan Menggunakan Algoritma K-Means Cluster pada Perusahaan Air Minum Daerah," *J. Pustaka AI (Pusat Akses Kaji. Teknol. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 2, pp. 349–355, 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i2.1215.
- [4] A. W. Pangarso, N. Kurniati, and A. S. Editya, "Analisis Kesetiaan Pelanggan pada Penjualan Filter Rokok di CV. Karunia Abadi dengan Metode K-Means," *J. Pustaka AI (Pusat Akses Kaji. Teknol. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 58–63, 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i1.932.
- [5] D. Akbar Reyhan and T. Dwiaty Wismarini, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Inventory Gudang Berbasis Web Dengan Metode K-Means Clustering," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 5, pp. 8855–8861, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i5.15241.
- [6] F. Zahra, M. A. Ridla, and N. Azise, "Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma Apriori Dalam Menentukan Persediaan Barang (Studi Kasus: Toko Sinar Harahap)," *JUSTIFY J. Sist. Inf. Ibrahimy*, vol. 3, no. 1, pp. 55–65, 2024, doi: 10.35316/justify.v3i1.5335.
- [7] L. Alfiyani, "Penerapan Data Mining dengan Algoritma Kmeans Terhadap Data Transaksi Penjualan (Studi Kasus: CV. Sogan Batik Rejodani)," 2023, [Online]. Available: <https://fvqwy.weak.asia/handle/123456789/46829>
- [8] D. Ramadhani, T. H. Setiawan, C. Basir, and D. P. Sari, "ENHANCING ORCHID INVENTORY MANAGEMENT WITH K-MEANS CLUSTERING: A CASE STUDY IN," vol. 9, no. February, pp. 1–12, 2024.
- [9] J. M. Guntur, R. Kurniawan, and U. Hayati, "Algoritma K-Means untuk Meningkatkan Silhouette Score pada Pengelompokan Data

- Stok Bahan Manufaktur di PT . XYZ,” pp. 11–21, 2025.
- [10] R. Syahri, T. Informatika, and S. Selatan, “ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING : SEBUAH STUDI LITERATUR K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM : A LITERATUR STUDY,” vol. x, no. x, pp. 1–7, 2023, doi: 10.12345/juri.
- [11] A. R. Prasetya *et al.*, “PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK ANALISA,” vol. 06, no. 02, pp. 428–437, 2025.
- [12] A. Khaliq, I. Nawangsih, and A. M. Majid, “BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH Implementasi Algoritma K-Means Pada Sistem Persediaan Barang,” vol. 6, no. 2, pp. 735–743, 2026, doi: 10.47065/bulletincsr.v6i2.1017.
- [13] T. B. Pamungkas, S. Maesaroh, P. Ardiansyah, F. I. Komputer, U. M. Buana, and U. Raharja, “IMPLEMENTASI DATA MINING PADA ST OK PENGGUNAAN BARANG DI GMF AEROASIA MENGGUNAKAN ALGORITMA K- Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi,” vol. 7, no. 2, pp. 112–123, 2023.
- [14] J. Informatika, D. Reayasa, K. Jakakom, H. Prastiwi, J. Pricilia, and E. Raswir, “Implementasi Data Mining Untuk Menentuksn Persediaan Stok Barang Di Mini Market Menggunakan Metode K-Means Clustering Jurnal Informatika Dan Reayasa Komputer (JAKAKOM),” vol. 1, no. April, pp. 141–148, 2022.
- [15] S. H. Nisah, N. D. Maelani, N. A. Dara, and S. Entas, “Analisis Pola Pemakaian Bahan Produksi Menggunakan Algoritma K-Means Clustering di PT . Loista Indonesia,” vol. 4, no. 3, pp. 4221–4228, 2025.
- [16] Akhmad Subhan, A. Faqih, and B. Irawan, “Clustering Item Fast Moving Dan Slow Moving Pada Produk Unilever Menggunakan Algoritma K-Prototype,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 629–634, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5543.
- [17] T. I. Berliana, E. Budianita, A. Nazir, and F. Insani, “Clustering Data Persediaan Barang Menggunakan Metode Elbow dan DBSCAN,” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 258, 2023, doi: 10.30865/json.v5i2.7089.
- [18] A. Rahmadani, “Implementation of the K-Means Algorithm for Inventory Data Clustering Implementasi Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Inventori,” vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2025.
- [19] D. T. N-case, “Implementasi Metode K-Means Clustering Dalam Pengadaan Barang,” pp. 308–313, 2022.
- [20] A. K-means, “Jurnal KomtekInfo Analisis Pengelompokkan Stok Barang dengan Memanfaatkan,” vol. 11, pp. 57–63, 2024, doi: 10.35134/komtekinfo.v11i2.508.