

Strategi Pengelompokan Stok Produk Toko Pertanian untuk Optimalisasi Manajemen Persediaan Menggunakan Metode *K-Means Clustering*

Brian Farrel Arkana¹, Azfa Fairuzia Hartoyo², Raditya Hidayat³, Marchell Nova Aura⁴, Dasril Aldo⁵

[#] *Department of Informatics, Telkom University, Purwokerto, Indonesia*

¹ 2211102352@ittelkom-pwt.ac.id

² 2211102328@ittelkom-pwt.ac.id

³ 2211102323@ittelkom-pwt.ac.id

⁴ 2211102326@ittelkom-pwt.ac.id

⁵ dasril@ittelkom-pwt.ac.id

Dikirim pada 20-11-2024, Direvisi pada 25-12-2024, Diterima pada 03-12-2024

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan strategi pengelompokan stok produk pada toko pertanian menggunakan metode *K-Means Clustering* untuk mengoptimalkan manajemen inventori. Data historis transaksi penjualan dari 30 produk periode satu bulan digunakan untuk menganalisis pola permintaan dan tingkat kebutuhan. Metode ini berhasil mengelompokkan produk ke dalam tiga kategori: "Tidak Laku" (6 produk, 20%), "Laku" (15 produk, 50%), dan "Sangat Laku" (9 produk, 30%). Teknik ini juga mengidentifikasi tujuh produk yang perlu di-*restock* berdasarkan kriteria objektif, yaitu sisa stok di bawah 1000 unit untuk produk dengan persediaan awal ≥ 1000 unit atau di bawah 100 unit untuk produk dengan persediaan awal < 1000 unit. Kedelapan belas produk tersebut adalah benih padi IR64, alat semprot hama, benih jagung hibrida, mulsa plastik hitam, pupuk kandang organik, baja organik, herbisida glifosat, obat anti gulma, ember penyiraman, bubuk pemacu tumbuh, benih terong, alat pengukur pH, kapur pertanian, benih semangka, pot *polybag*, pupuk daun, perangkap hama kuning, dan *sprayer* elektrik. Penggunaan metode ini menghasilkan peningkatan efisiensi manajemen stok, dengan potensi pengurangan biaya penyimpanan hingga 20% dan risiko kehilangan keuntungan akibat kekurangan stok produk laku sebesar 15%. Hal ini membuktikan keefektifan metode ini dalam pengelolaan inventori produk toko agribisnis. Selain itu, temuan penelitian ini memberikan kontribusi dalam ilmu manajemen stok produk dan bisa dikembangkan lebih banyak dalam mendukung strategi berbasis data yang adaptif pada perubahan permintaan pasar.

Kata Kunci: Efisiensi Inventori, *K-Means Clustering*, Manajemen Persediaan.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden:

Brian Farrel Arkana

Teknik Informatika, Universitas Telkom Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto Kidul, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53147, Indonesia Email: 2211102352@ittelkom-pwt.ac.id

I. PENDAHULUAN

Produk pertanian seperti pupuk, benih, pestisida, dan alat-alat pertanian memegang peranan penting dalam mendukung keberlangsungan sektor agribisnis di Indonesia. Keberagaman produk yang dijual di toko-toko pertanian menuntut pengelolaan stok yang cermat untuk memastikan ketersediaan barang yang sesuai dengan kebutuhan petani. Pengelolaan stok ini menjadi tantangan besar mengingat perbedaan karakteristik setiap produk, seperti masa simpan, pola permintaan, dan faktor musiman yang memengaruhi penjualan [1][2]. Selain itu, banyak produk pertanian seperti alat-alat mekanisasi memiliki siklus penggunaan yang berbeda dibandingkan dengan produk cepat habis, seperti pestisida dan benih [3][4].

Tanpa manajemen stok yang baik, toko-toko pertanian berisiko menghadapi kerugian besar akibat kelebihan stok atau kehilangan peluang penjualan akibat kekurangan stok.

Ketidakeimbangan dalam pengelolaan stok menjadi masalah utama yang sering dihadapi oleh toko-toko pertanian. Penelitian menunjukkan bahwa stok yang berlebihan untuk produk yang kurang diminati dapat meningkatkan biaya penyimpanan, sementara kekurangan stok untuk produk yang sangat diminati dapat mengurangi tingkat kepuasan pelanggan dan loyalitas mereka [5][6]. Kesalahan dalam pengelolaan stok sering kali terjadi akibat kurangnya pemanfaatan data historis penjualan dalam perencanaan inventaris. Kekurangan stok untuk produk yang laris tidak hanya menurunkan penjualan tetapi juga berpotensi menurunkan kepuasan konsumen yang pada akhirnya memengaruhi citra toko pertanian tersebut di mata pelanggan [7].

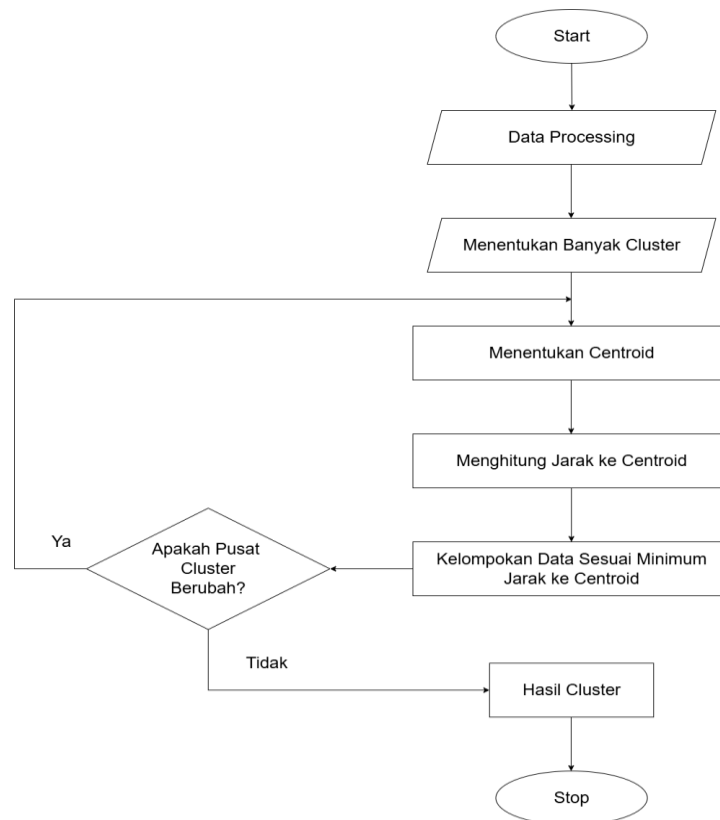
Untuk mengatasi masalah pengelolaan stok ini, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah metode *clustering*. *Clustering* adalah teknik yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki karakteristik yang sama. Dengan menggunakan metode ini, toko pertanian dapat mengelompokkan produk berdasarkan tingkat permintaan dan ketersediaan stok. Hal ini memungkinkan manajer toko untuk lebih mudah dalam mengambil keputusan strategis mengenai produk mana yang perlu diprioritaskan untuk *restock* atau yang perlu dikurangi [8][9]. Salah satu algoritma *clustering* yang banyak digunakan adalah *K-Means*, yang dikenal dengan kemampuannya untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kluster berdasarkan kesamaan pola data tersebut, yang dalam konteks toko pertanian dapat mencakup jumlah penjualan dan tingkat permintaan produk [10][11].

Penelitian terdahulu mengenai pengelolaan stok menggunakan metode *K-Means* sudah dilakukan, namun sebagian besar masih terbatas pada analisis pengelompokan produk berdasarkan volume penjualan tanpa memperhitungkan faktor musiman atau variabel lain yang mungkin memengaruhi pola permintaan produk [12]. Gap penelitian ini adalah kurangnya penerapan metode *clustering* dengan mempertimbangkan karakteristik musiman atau faktor eksternal lainnya dalam pengelolaan stok toko pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pengelolaan stok produk yang lebih komprehensif dengan menggabungkan faktor-faktor eksternal dalam analisis menggunakan metode *K-Means*.

Kontribusi dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi pengelolaan stok produk di toko pertanian, dengan menggunakan data historis transaksi penjualan yang dianalisis melalui algoritma *K-Means*. Dengan demikian, pengelola toko dapat mengelola persediaan produk secara lebih efisien, mengurangi biaya penyimpanan, dan meminimalkan risiko kerugian akibat kekurangan atau kelebihan stok. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan baru bagi pengembangan model manajemen stok yang lebih adaptif terhadap fluktuasi pasar dan permintaan yang dinamis.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data-data produk di toko pertanian ke dalam beberapa *cluster* yang jumlah *cluster*-nya akan ditentukan menggunakan *silhouette score*, di mana jumlah *cluster* dengan nilai *silhouette score* tertinggi akan dipilih dan data akan dibagi menjadi sebanyak jumlah *cluster* yang terpilih tersebut. Tahapan dalam penelitian ini meliputi langkah-langkah penelitian. Langkah-langkah penelitian ini digambarkan dengan flowchart sebagai berikut:



Gambar 1. Gambar Flowchart Metode *K-Means*

Berikut adalah langkah-langkah lengkap untuk melakukan *clustering* stok produk toko pertanian menggunakan metode *K-Means*:

1. *Data Processing (Persiapan Data)*

- a. Pengumpulan Data: kumpulkan data stok produk, termasuk atribut yang relevan seperti nama produk, kategori, jumlah stok, tingkat penjualan, dan harga. Di sini kami mengambil atribut nama produk, stok awal, dan terjual atau jumlah produk yang telah terjual.
- b. Pembersihan Data: Periksa data untuk menemukan anomali seperti nilai yang hilang, data duplikat, atau data *outlier*. lakukan penghapusan atau imputasi sesuai kebutuhan pada data-data yang memiliki anomali tersebut.
- c. Normalisasi Data: lakukan standarisasi pada data dengan nilai numerik agar semua atribut berada pada skala yang sama dan tidak berjauhan (misalnya, menggunakan metode *Min-Max Scaling* atau *Z-Score*).
- d. Format Data: pastikan data dalam format yang sesuai untuk dimasukkan ke dalam algoritma *K-Means* (biasanya berupa *array* numerik atau tabel), seperti file csv, file excel, atau *input* manual pada *array* dalam kode ketika data yang digunakan tidak memiliki jumlah yang terlalu banyak.

2. *Menentukan Jumlah Cluster, dalam menentukan jumlah cluster terdapat beberapa cara atau metode yang dapat digunakan, berikut merupakan beberapa cara tersebut.*

- a. *Elbow Method*: melakukan analisis *inertia* untuk menemukan jumlah *cluster* optimal. Plotkan nilai *inertia* terhadap jumlah *cluster* dan pilih titik "*elbow*" pada grafik.
- b. *Silhouette Score*: evaluasi kualitas pengelompokan menggunakan nilai *silhouette* untuk menentukan jumlah *cluster* yang memberikan hasil terbaik. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, pilih *cluster* dengan nilai *silhouette score* tertinggi (Metode ini merupakan metode yang kami gunakan pada penelitian ini).
- c. *Domain Knowledge*: mempertimbangkan keahlian domain dan tujuan bisnis untuk menetapkan jumlah *cluster* yang sesuai dengan kebutuhan toko pertanian.

3. Menentukan Centroid Awal

- Pilih *centroid* awal secara acak dari data yang tersedia. Lakukan pemilihan *centroid* untuk setiap *cluster* yang ada.
- Pastikan *centroid* terdistribusi dengan baik untuk menghindari bias awal yang dapat memengaruhi hasil pengelompokan.

4. Menghitung Jarak ke Centroid

- Gunakan rumus jarak *Euclidean* berikut untuk menghitung jarak setiap data point ke semua *centroid*:

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

Keterangan:

- $d(x, c)$ = Jarak *Euclidean* antara titik x dan c .
- x, c = Dua titik di ruang- n *Euclidean*
- x_i, c_i = Vektor *Euclidean*, dimulai dari asal ruang (titik awal)
- n = Ruang- n

Vektor *Euclidean* itu sendiri merupakan vektor dalam ruang Euklidan berdimensi n yang memiliki awal di titik acuan dan ujung di posisi mereka masing-masing (x dan c). Seperti vektor dari data-data pada *cluster* dan *centroid* yang ada.

- Setelah mendapatkan jarak ke setiap *centroid* untuk semua point data yang ada, catat jarak tersebut.

5. Mengelompokkan Data Berdasarkan Jarak ke Centroid

- Tentukan *cluster* untuk setiap data point berdasarkan *centroid* terdekat (kelompokkan data berdasarkan jarak ke *centroid* terdekat).
- Masukkan semua data point ke *cluster* yang memiliki jarak minimum atau terdekat ke *centroid*-nya.

6. Evaluasi dan Pembaruan Centroid

- Hitung ulang posisi *centroid* untuk setiap *cluster* sebagai rata-rata posisi semua data point dalam *cluster* tersebut.
- Bandingkan semua posisi *centroid* yang baru dengan semua posisi *centroid* yang sudah ada sebelumnya.
- Perhatikan apakah ada perubahan pada posisi *centroid*. Jika *centroid* berubah, maka ulangi proses dari langkah 4. Jika tidak, maka lanjutkan hingga ke tahap akhir.

7. Hasil Akhir Clustering

- Output Cluster*: hasil akhir atau *output* dari *clustering* ini berupa pembagian data ke dalam *cluster-cluster* stabil.
- Analisis Hasil: analisis karakteristik setiap *cluster*, seperti kelompok produk dengan stok tinggi, kelompok produk dengan tingkat penjualan rendah, atau kelompok produk yang perlu dioptimalkan.
- Visualisasi: visualisasikan pengelompokan hasil *clustering* yang telah dilakukan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan grafik seperti *scatter plot* atau *heatmap* untuk memvisualisasikan pengelompokan hasil *clustering*. Pada penelitian ini kami menggunakan *scatter plot* sebagai visualisasi datanya, baik data sebelum maupun sesudah dilakukannya *clustering*.
- Interpretasi dan Rekomendasi: berdasarkan hasil *clustering* yang telah dilakukan, buat rekomendasi untuk strategi manajemen stok, seperti fokus pada produk dengan stok berlebih atau peningkatan pemasaran untuk produk dengan penjualan rendah. Contohnya di sini kami berfokus untuk memberikan rekomendasi pengadaan kembali pada produk-produk yang laku terjual namun memiliki sisa stok yang sedikit.

8. Validasi Hasil Clustering

- Evaluasi Konsistensi: menggunakan metrik seperti *silhouette score* atau *Davies-Bouldin Index* untuk mengevaluasi kualitas *cluster*.

- *Silhouette* adalah cara untuk mengevaluasi *cluster* yang menggabungkan Metode *Cohesian and Separation*. *Cohesian* dapat diukur dengan menghitung semua objek dalam *cluster*, dan *separation* dapat diukur dengan menghitung jarak rata-rata antara objek dalam *cluster* terdekat [13].
 - *Davies Bouldin Index (DBI)* adalah metode yang dapat digunakan untuk menentukan banyaknya *cluster* optimum dengan jumlah *k cluster* optimum ditentukan berdasarkan nilai kohesi dan separasi data/objek [14].
- b. Implementasi Bisnis: pastikan hasil *clustering* relevan dengan kebutuhan bisnis toko pertanian untuk meningkatkan efisiensi manajemen stok dari segi pengadaan stok kembali pada produk-produk dengan kriteria tertentu.
9. *Penggunaan Hasil*
- a. Integrasikan hasil *clustering* ke dalam sistem manajemen toko untuk membantu pengambilan keputusan.
 - b. Gunakan informasi ini untuk merencanakan strategi pemasaran, pengelolaan stok, atau peramalan permintaan di masa depan.

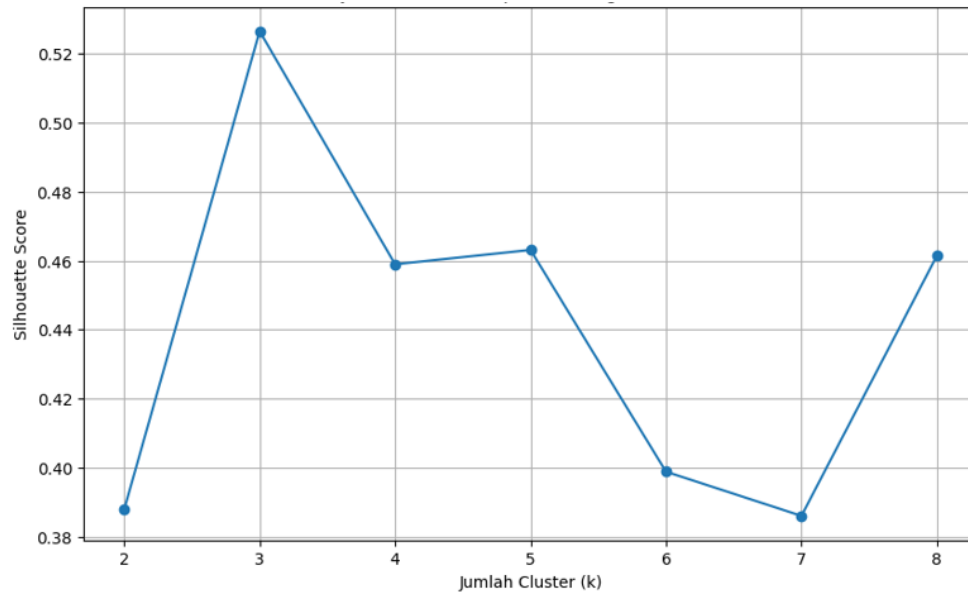
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, data produk yang berisi nama produk, stok awal, dan terjual diolah menggunakan metode *K-Means Clustering*. Kami mengambil 30 data produk dari toko pertanian “Mutolib” dengan rentang waktu selama satu bulan atau 30 hari. Berikut merupakan data tersebut serta visualisasi data awalnya sebelum dilakukan *clustering*.

Table 1. DATA PRODUK SEBELUM *CLUSTERING*

Nama Produk	Stok Awal	Terjual
Pupuk Urea	4172	407
Benih Padi IR64	3024	2942
Insektisida Cypermethrin	2418	1272
Alat Semprot Hama	260	260
Pupuk NPK	4531	1548
Benih Jagung Hibrida	1682	1682
Fungisida Mancozeb	1897	329
Mulsa Plastik Hitam	4526	4454
Sekop Tangan	4641	170
Pupuk Kandang Organik	1092	1092
Baja Organik	2018	2018
Benih Kedelai	3611	1128
Herbisida Glifosat	1546	1546
Pestisida Organik	2245	308
Alat Cangkul	4139	3027
Obat Anti Gulma	3240	3240
Benih Cabai	2861	1566
Pupuk Dolomit	4186	1136
Ember Penyiraman	4187	3717
Bubuk Pemacu Tumbuh	522	522
Benih Terong	2243	2243
Alat Pengukur pH	3134	3134
Kapur Pertanian	2751	2751
Benih Semangka	1449	1323
Pot Polybag	278	278
Pupuk Daun	1923	1467
Perangkap Hama Kuning	2244	2244
Benih Tomat	3819	2520
Pupuk Kalium	4588	608
Sprayer Elektrik	4114	3594

Setelah data di dapatkan maka lakukan evaluasi untuk menentukan data di atas akan dibagi menjadi berapa *cluster*. Evaluasi tersebut akan dilakukan menggunakan metode *silhouette score* seperti yang telah dijelaskan pada metode penelitian. Jumlah *cluster* dengan nilai *silhouette* terbesar akan dipilih. Pengujian akan dilakukan mulai dari jumlah *cluster* sebanyak 2 ($k = 2$) hingga jumlah *cluster* sebanyak 8 ($k = 8$). Berikut merupakan grafik diagram garis dan tabel dari hasil pengujian *silhouette score* pada data yang dimulai dari pembagian *cluster* menjadi 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 *cluster* utama.



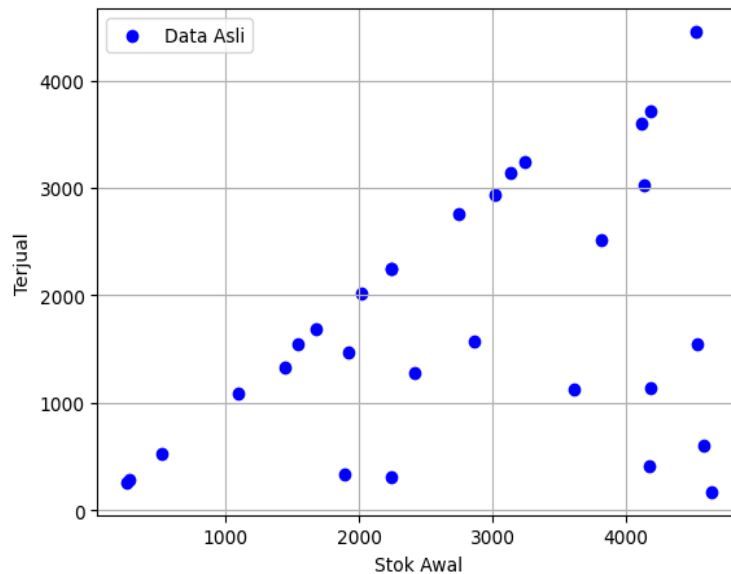
Gambar 2. Gambar Grafik Hasil Evaluasi *Silhouette Score*

Untuk mempermudah pembacaan data pada grafik hasil evaluasi *silhouette score* di atas, berikut merupakan tabel perincian hasil evaluasi *silhouette score* yang berisi jumlah *cluster* (k) dari 2 hingga 8 (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) dan nilai *silhouette score* dengan format penulisan 3 angka di belakang koma.

Table II. TABEL HASIL EVALUASI *SILHOUETTE SCORE*

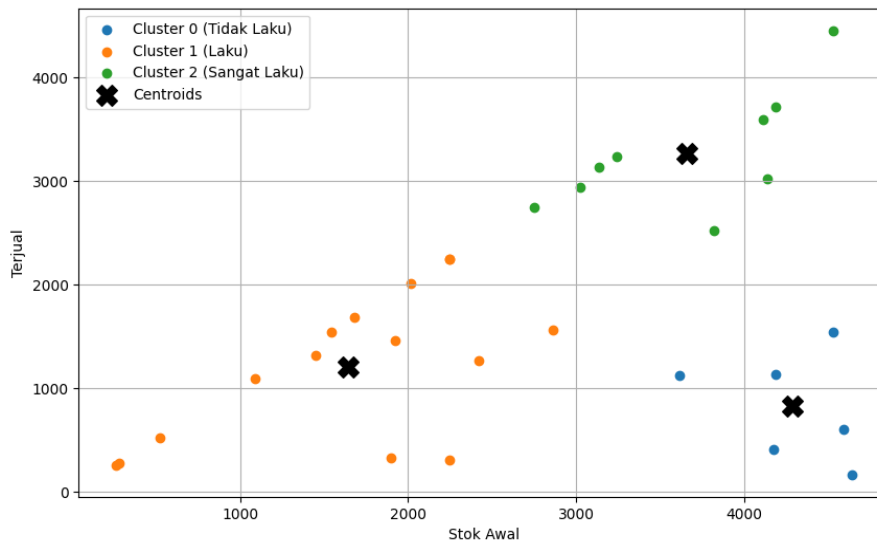
Jumlah Cluster (k)	<i>Silhouette Score</i>
2	0,387
3	0,526
4	0,458
5	0,463
6	0,398
7	0,385
8	0,461

Dari grafik dan tabel hasil evaluasi di atas, dapat dilihat bahwa jumlah *cluster* 2 ($k = 2$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,387, lalu untuk jumlah *cluster* 3 ($k = 3$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,526, untuk jumlah *cluster* 4 ($k = 4$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,458, jumlah *cluster* 5 ($k = 5$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,463, jumlah *cluster* 6 ($k = 6$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,398, jumlah *cluster* 7 ($k = 7$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,385, dan terakhir jumlah *cluster* 8 ($k = 8$) memiliki nilai *silhouette score* sebesar 0,461. Dari hasil nilai-nilai *silhouette score* tersebut dapat disimpulkan bahwa, nilai *silhouette score* terkecil adalah jumlah *cluster* 7 ($k = 7$) dengan nilai *silhouette score* sebesar 0,385 dan nilai *silhouette score* terbesar ada pada *cluster* 3 ($k = 3$) dengan nilai *silhouette score* sebesar 0,526. Karena nilai *silhouette score* didapatkan oleh jumlah *cluster* 3 ($k = 3$), maka data pada penelitian ini akan dibagi menjadi 3 *cluster* utama. Setelah mendapatkan jumlah *cluster* yang harus dibuat maka visualisasikan data terlebih dahulu sebelum dilakukan *clustering* supaya perbedaan dari data awal dan hasil dapat dilihat dengan mudah.



Gambar 3. Gambar Visualisasi Data Asli Sebelum *Clustering*

Setelah mendapatkan data dan memvisualisasikan data tersebut ke dalam *scatter plot* maka terapkan metode *K-Means Clustering* dengan mengelompokkan data menjadi 3 kelompok atau *cluster* sesuai dengan hasil evaluasi *silhouette score* yang telah dilakukan sebelumnya. Ketiga kelompok atau *cluster* tersebut yakni kelompok atau *cluster 0* dengan warna biru yang mewakili produk-produk “Tidak Laku” atau produk dengan tingkat penjualan rendah dan stok sisa yang masih tinggi atau banyak, kelompok atau *cluster 1* dengan warna jingga yang mewakili produk-produk “Laku” atau produk dengan tingkat penjualan tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi serta sisa stok yang terhitung rendah atau sedikit, dan terakhir kelompok atau *cluster 2* dengan warna hijau yang mewakili produk-produk “Sangat Laku” atau produk dengan tingkat penjualan tinggi dan stok sisa rendah atau sedikit. Pengelompokan yang telah dilakukan pada data berdasarkan pada selisih atau sisa stok yang didapatkan dengan cara mengurangi stok awal dengan terjual (banyaknya produk yang terjual). Berikut merupakan hasil dari *clustering* yang telah dilakukan kepada data tersebut.



Gambar 4. Gambar Visualisasi Data Setelah *Clustering*

Dari hasil *clustering* tersebut dapat dilihat bahwa dari 30 produk, terdapat 9 produk yang masuk ke dalam *cluster 2* (Sangat Laku) dengan warna hijau, 15 produk yang masuk ke dalam *cluster 1* (Laku) dengan warna jingga, dan 6 produk yang masuk ke dalam *cluster 0* (Tidak Laku) dengan warna biru. Dari ketiga *cluster* tersebut, produk-produk yang akan diolah lebih lanjut untuk dilakukannya pengadaan stok kembali atau *restock* adalah data-data pada *cluster 2* (Sangat Laku) dan *cluster 1* (Laku). Karena tidak semua produk

yang ada pada *cluster 2* (Sangat Laku) dan *cluster 1* (Laku) memerlukan pengadaan stok kembali atau *restock*. Untuk mengetahui produk mana yang memerlukan pengadaan stok kembali atau *restock* tambahkan ketentuan berupa batasan sisa stok produk. Seperti yang kami lakukan di sini, kami memberi batas produk untuk dilakukannya pengadaan stok kembali atau *restock* dengan ketentuan ketika sisa stok kurang dari 1000 (Sisa Stok < 1000) untuk produk dengan stok awal di atas atau sama dengan 1000 (Stok Awal \geq 1000) dan sisa stok kurang dari 100 (Sisa Stok < 100) untuk produk dengan stok awal di bawah 1000 (Stok Awal < 1000). Setelah menentukan ketentuan batasan sisa stok produk, kombinasikan ketentuan tersebut dengan data yang ada pada *cluster 1* (Laku) dan *cluster 2* (Sangat Laku) sehingga menghasilkan data seperti pada tabel 3 di bawah ini. Data-data pada tabel di bawah ini merupakan data-data produk yang perlu untuk dilakukannya pengadaan stok kembali atau *restock* dengan total produk sebanyak 18 produk dengan sisa stok yang sedikit.

Table III. TABEL DATA PRODUK YANG PERLU PENGADAAN STOK KEMBALI

Nama Produk	Sisa Stok
Benih Padi IR64	82
Alat Semprot Hama	0
Benih Jagung Hibrida	0
Mulsa Plastik Hitam	72
Pupuk Kandang Organik	0
Baja Organik	0
Herbisida Glifosat	0
Obat Anti Gulma	0
Ember Penyiraman	470
Bubuk Pemacu Tumbuh	0
Benih Terong	0
Alat Pengukur pH	0
Kapur Pertanian	0
Benih Semangka	126
Pot Polybag	0
Pupuk Daun	456
Perangkap Hama Kuning	0
Sprayer Elektrik	520

Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa untuk mencapai hasil yang maksimal dalam menentukan produk yang memerlukan pengadaan stok kembali atau *restock*, produk perlu dibagi menjadi 3 *cluster* berdasarkan hasil evaluasi *silhouette* yang telah dilakukan. Ketiga *cluster* ini adalah *cluster 0* dengan warna biru yang mewakili produk-produk “Tidak Laku” atau produk dengan tingkat penjualan rendah dan stok sisa yang masih tinggi atau banyak, *cluster 1* dengan warna jingga yang mewakili produk-produk “Laku” atau produk dengan tingkat penjualan tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi serta sisa stok yang terhitung rendah atau sedikit, dan terakhir *cluster 2* dengan warna hijau yang mewakili produk-produk “Sangat Laku” atau produk dengan tingkat penjualan tinggi dan stok sisa rendah atau sedikit. Dari ketiga *cluster* ini, produk dari *cluster 1* (Laku) dan *cluster 2* (Sangat Laku) merupakan produk yang akan dilakukan pengadaan stok kembali atau *restock* dengan ketentuan tambahan berupa batasan sisa stok produk. Batasan sisa stok produk ini berupa sisa stok kurang dari 1000 (Sisa Stok < 1000) untuk produk dengan stok awal di atas atau sama dengan 1000 (Stok Awal \geq 1000) dan sisa stok kurang dari 100 (Sisa Stok < 100) untuk produk dengan stok awal di bawah 1000 (Stok Awal < 1000). Setelah diterapkannya semua ketentuan di atas maka didapatkan ada 18 produk pada toko pertanian "Mutolib" yang perlu dilakukan pengadaan stok kembali atau *restock*. 18 produk ini terdiri dari 11 produk dari *cluster 1* (Laku) dan 7 produk dari *cluster 2* (Sangat Laku). Dari 18 produk yang perlu dilakukannya pengadaan stok kembali atau *restock* dapat dilihat bahwa 12 produk di antaranya sudah tidak memiliki sisa stok (Sisa Stok = 0), 4 produk memiliki sisa stok di bawah 1000 (Sisa Stok < 1000), dan 2 produk lainnya memiliki sisa stok di bawah 100 (Sisa Stok < 100).

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini sukses menunjukkan efektivitas penggunaan metode pengelompokan *K-Means* dalam meningkatkan manajemen stok produk di toko pertanian. Dari analisis terhadap 30 produk selama satu bulan, teknik ini berhasil mengidentifikasi 9 produk dalam kelompok “sangat laku” dan 15 produk dalam kelompok “laku”. Teknik ini juga memberikan saran yang detail untuk 18 produk yang perlu di *restock* berdasarkan kriteria sisa stok yang telah ditetapkan. Temuan ini mendukung klaim awal penelitian bahwa *K-Means* dapat menjadi alat yang bermanfaat dalam pengambilan keputusan terhadap inventori, terutama dalam memahami pola permintaan produk dan meningkatkan kebijakan pengadaan stok kembali atau *restock*.

Implementasi teknik pengelompokan telah terverifikasi mampu memberikan solusi yang praktis terhadap tantangan yang diidentifikasi pada awal studi ini, yakni kesulitan menetapkan kebijakan persediaan yang optimal untuk berbagai jenis produk. Dengan memanfaatkan pendekatan berbasis informasi dan kriteria objektif (seperti pembatasan sisanya persediaan di bawah 1000 untuk produk dengan persediaan awal ≥ 1000 , atau kurang dari 100 untuk produk dengan persediaan awal < 1000), teknik ini memberikan landasan pengambil keputusan yang lebih sistematis dibandingkan dengan pendekatan konvensional yang bersifat lebih subjektif.

Temuan ini mendukung prinsip manajemen persediaan modern yang menekankan pentingnya pendekatan berdasarkan data dalam pengambilan keputusan operasional. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dengan menyediakan kerangka kerja yang dapat diterapkan oleh toko pertanian lain untuk meningkatkan manajemen persediaan mereka dan juga memperluas pemahaman tentang penerapan metode *clustering*, khususnya *clustering* dengan metode *K-Means* dalam konteks bisnis retail pertanian. Untuk perkembangan selanjutnya, penelitian ini bisa dikembangkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan seperti musiman dan *lead time* pengadaan untuk memberikan rekomendasi yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) atas dukungan administrasi dan fasilitas yang diberikan selama penelitian ini. Tak lupa, rasa hormat dan terima kasih kami sampaikan kepada Dosen Pembimbing atas arahan, bimbingan, dan ilmu yang diberikan, yang menjadi fondasi penting dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga hasil karya ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan kontribusi nyata bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Guritno, N. E. Kristanti, and M. R. Tanuputri, ‘Collaborative Strategy for the Supply Chain of Rice: A Case Study on Demak and Sukoharjo Regency, Central Java, Indonesia’, *agriTECH*, vol. 41, no. 1, p. 1, Mar. 2021.
- [2] A. N. Putri, M. Hariadi, and A. D. Wibawa, ‘Smart Agriculture Using Supply Chain Management Based On Hyperledger Blockchain’, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 466, no. 1, p. 012007, Mar. 2020.
- [3] S. Banerjee and R. M. Punekar, ‘A sustainability-oriented design approach for agricultural machinery and its associated service ecosystem development’, *J. Clean. Prod.*, vol. 264, p. 121642, Aug. 2020.
- [4] Z. N. Mishina, ‘Support for the life cycle of agricultural machinery’, *Selskhozjajstvennaja Teh. Obsluzhivanie Remont Agric. Mach. Serv. Repair*, no. 6, pp. 76–82, Jun. 2020.
- [5] M. H. S. and S. Sukarman, ‘Manfaat Inovasi Teknologi Sumberdaya Lahan Pertanian Dalam Mendukung Pembangunan Pertanian’, *J. Sumberd. Lahan*, vol. 14, no. 2, p. 115, Dec. 2020.
- [6] E. Soesilowati, N. K. T. Martuti, E. Sumastuti, and A. B. Setiawan, ‘Revitalisasi Kelembagaan Petani Sebagai Wahana Alih Teknologi dan Inkubator Bisnis Pendukung Agro Techno-Park Porwosari, Semarang’, *J. Graha Pengabd.*, vol. 2, no. 4, p. 335, Dec. 2020.
- [7] S. Shukaili, Z. Jamaluddin, and N. Zulkifli, ‘The Impact of Strategic Inventory Management on Logistics Organization’s Performance’, *Int. J. Bus. Technol. Manag.*, vol. 5, pp. 288–298, Jan. 2023.
- [8] O. D. Sudarmojo, Purwanto, and M. A. Soeleman, ‘Comparison of *Clustering* Methods for Health Clinic Stock Goods’, in *2022 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, Semarang, Indonesia: IEEE, Sep. 2022, pp. 469–473.

-
- [9] R. Hardianto, H. Ramadhan, E. Putra Pane, and Y. Yunefri, 'K-Means Clustering in Determining the Category of Stock Items In Angkasa Mart', *Knowbase Int. J. Knowl. Database*, vol. 2, no. 1, p. 30, Jun. 2022.
- [10] B. Kandemir, 'A Methodology for Clustering Items with Seasonal and Non-seasonal Demand Patterns for Inventory Management', *J. Adv. Res. Nat. Appl. Sci.*, vol. 8, no. 4, pp. 753–761, Dec. 2022.
- [11] O. Prianus, 'Inventory Grouping to Support IT Business Management with the K-Means Algorithm', *J. Comput. Scine Inf. Technol.*, pp. 66–73, Jul. 2022.
- [12] S. Evdokimova, T. Novikova, and A. Novikov, 'Using Clustering methods to analyze sales of auto parts at a truck service station', *Model. Syst. Process.*, vol. 16, no. 4, pp. 23–32, Dec. 2023.
- [13] S. Paembonan and H. Abduh, "Penerapan Metode Silhouette Coeficient Untuk Evaluasi Clustering Obat," *PENA TEKNIK : Jurnal Ilmiah Ilmu - Ilmu Teknik*, vol. 6, no. 2, pp. 48–54, 2021.
- [14] Orisa, M. (2022). *Optimasi Cluster pada Algoritma K-Means*. Prosiding SENIATI. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang, pp. 430-437, 2022.