
KLASTERISASI PENGELOLAAN BAN DI PT.GST MENGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING

Mario Anugraha Agung Eka Tjandra¹⁾, Andre Hartanto^{2)*}, Ryan Putranda Kristianto³⁾, Yohanes Junardi Palis⁴⁾

¹Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 601171.

Email: mario.anugraha@student.ukdc.ac.id

^{2*}Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 601171.

Email: silvian.andre@gmail.com

³Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya ³Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 601171.

Email: ryan@ukdc.ac.id

⁴Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 601171.

Email: yohanes.palis@student.ukdc.ac.id

Abstrak

Pengelolaan ban kendaraan pada suatu perusahaan merupakan aspek penting untuk memastikan efisiensi operasional dan kualitas armada. PT. GST menghadapi tantangan dalam pengelolaan ban kendaraan yang berdampak pada biaya

operasional tinggi dan risiko kecelakaan. Penelitian ini menggunakan metode k-means clustering untuk mengelompokkan ban berdasarkan pola pemakaian, dengan tujuan mengidentifikasi ban yang layak dan kurang atau tidak layak untuk digunakan. Dengan metode elbow untuk menentukan jumlah cluster optimal dan Davies Bouldin Index untuk evaluasi akurasi, hasil penelitian menunjukkan dua cluster utama dengan nilai akurasi 0,631. Setelah melalui proses clustering hasilnya menunjukkan bahwa cluster pertama terdiri dari 118 nomor seri ban yang cenderung layak dengan penggunaan hari lebih sedikit namun jarak tempuh lebih jauh, hal ini menunjukkan bahwa ban-ban pada cluster ini tetap dalam kondisi baik meskipun telah menempuh jarak yang panjang dalam waktu singkat sedangkan cluster kedua terdiri dari 144 nomor seri ban yang cenderung kurang layak atau tidak layak dengan penggunaan hari lebih banyak namun jarak tempuh lebih pendek, ini mengindikasikan bahwa ban-ban dalam cluster ini mengalami penurunan kualitas yang lebih cepat meskipun digunakan dalam jarak yang lebih pendek. Pendekatan ini membantu PT. GST mengurangi biaya perawatan dan meningkatkan keselamatan kendaraan melalui identifikasi dini pada ban yang membutuhkan perhatian khusus.

Kata kunci: *K-Means, Metode Elbow, Davies Bouldin Index.*

1. PENDAHULUAN

Bagian Pengelolaan ban merupakan aspek penting dalam industri otomotif, terutama bagi perusahaan yang memiliki armada kendaraan besar seperti PT.GST. Ban yang tidak terawat dengan baik dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan akibat penurunan kinerja kendaraan, biaya perawatan yang tinggi, dan bahkan kecelakaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengembangkan sistem pengelolaan ban yang efektif untuk memastikan penggunaan ban yang optimal dan umur pakai ban yang panjang.

Ilmu data mining memberikan kontribusi penting dalam menganalisis data jumlah besar dengan cermat dan efisien (Purwanto and Mulyanto, 2022). Metode data mining salah satunya Clustering. Data mining adalah proses yang memanfaatkan kombinasi kecerdasan buatan, teknik statistik, dan matematika. Proses ini juga menggunakan algoritma machine learning untuk menganalisis dan menginterpretasi data (Gustientiedina, Adiya and Desnelita, 2019). Clustering adalah proses pengelompokan data berdasarkan kesamaan karakteristik (Fernando, Pratama and Jumadi, 2022). Hal ini dilakukan dengan tujuan agar titik-titik data yang sejenis dikelompokkan bersama, sementara data yang berbeda

dikelompokkan secara terpisah [4]. K-Means adalah metode untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang serupa. Teknik ini membagi data menjadi dua kelompok atau lebih yang memiliki kesamaan dalam sifat-sifatnya. Data yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan secara terpisah dalam kelompok yang berbeda (Handoko, 2016).

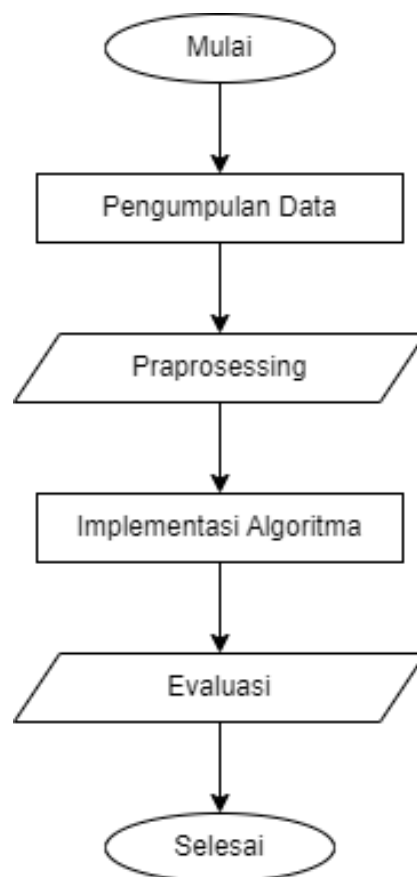
Dalam konteks ini, penggunaan metode klasterisasi seperti K-Means dapat menjadi solusi yang efektif. Metode klasterisasi ini memungkinkan perusahaan untuk mengelompokkan ban-ban kendaraan berdasarkan karakteristik tertentu, seperti kondisi fisik, usia, atau pola pemakaian. Dengan demikian, perusahaan dapat mengidentifikasi kondisi ban dan dapat mengambil tindakan preventif atau perbaikan yang diperlukan secara proaktif. Untuk menentukan nilai k dalam penelitian ini menggunakan metode elbow, dimana metode ini digunakan untuk mengidentifikasi jumlah cluster sesuai dengan dataset yang digunakan. Untuk mendapatkan keakuratan dari hasil metode elbow, pada penelitian ini dilakukan perhitungan akurasi nilai menggunakan Davies Bouldin Index. Hasil pada perhitungan ini memberikan evaluasi tambahan dengan mengukur rata-rata rasio jarak antar cluster terhadap ukuran cluster, sehingga memastikan bahwa pemilihan jumlah cluster tidak hanya berdasarkan grafik elbow, tetapi juga didukung oleh metrik evaluasi yang kuat (Fathurrahman, Harini and Kusumawati, 2023).

Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan ban di PT.GST dengan memanfaatkan data yang ada untuk melakukan klasterisasi ban kendaraan. Metode k-means clustering akan digunakan untuk mengelompokkan ban-ban tersebut berdasarkan karakteristik yang relevan (Wardani and Selatan, 2021). Dengan demikian, penggunaan metode dan algoritma ini sangat sesuai untuk mengelompokkan berbagai jenis data, karena penggunaan algoritma k-means mempermudah proses pengelompokan dan penyaringan data (K-means, Sudarsono and Lestari, 2021). K-means memiliki keunggulan karena implementasinya yang sangat mudah dan proses pembelajarannya yang cepat, termasuk kemudahan dalam implementasi dan pemahaman untuk mengidentifikasi pola-pola dalam kondisi ban, memperkirakan umur pakai ban, serta mengoptimalkan pemeliharaan dan penggantian ban secara tepat waktu (Tendean and Purba, 2020). Tujuan utama dari

penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi nomor seri ban mana yang masih layak untuk digunakan dan kurang atau tidak layak untuk digunakan pada pengelolaan ban di PT.GST, dengan harapan dapat mengurangi biaya perawatan dan meningkatkan keselamatan serta kinerja armada kendaraan secara keseluruhan.

2. METODE

Metodologi penelitian adalah serangkaian tahapan proses pengelolaan data yang dijalankan untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan ini melibatkan langkah-langkah sistematis yang meliputi pengumpulan data, analisis data, hingga penyajian hasil penelitian, memastikan bahwa data yang diperoleh akurat dan relevan. Tahapan ini disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

Dalam melaksanakan metode penelitian ini terdapat beberapa tahapan yaitu metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data ban kendaraan pada PT.GST dari tahun 2019 hingga tahun 2024. Data ini mencakup 29 nomor polisi kendaraan, dengan setiap kendaraan rata-rata memiliki lebih dari 10 nomor seri ban yang berbeda. Informasi yang terkandung dalam data ini meliputi jumlah ban, usia ban, jarak tempuh ban dan pola pemakaian ban dari setiap kendaraan. Data ini akan digunakan untuk proses pengklasifikasian kinerja pengelolaan ban, yang bertujuan untuk mengidentifikasi ban mana yang masih layak digunakan dan ban mana yang memerlukan perawatan lebih lanjut atau penggantian. Dengan demikian, analisis ini dapat membantu PT.GST dalam mengambil keputusan yang lebih baik mengenai perawatan ban, yang pada akhirnya akan meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan serta kualitas dari armada.

2. Praprocessing

Pada tahap ini, dilakukan proses pemisahan antara data yang lengkap dan tidak lengkap untuk mendapatkan kumpulan data yang valid dan dapat dipercaya dalam proses pengklasifikasian data ban. Langkah ini menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa data yang dipakai dalam analisis ini memiliki kualitas yang optimal. Data yang tidak valid atau tidak lengkap tidak akan dimasukkan ke dalam proses pengklasifikasian, karena dapat mengakibatkan hasil yang tidak akurat. Dengan melakukan pemisahan ini, diharapkan dapat meningkatkan validitas dan keakuratan dari hasil analisis yang akan dilakukan terhadap data ban, sehingga data yang dihasilkan menjadi lebih tepat dan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan ban di PT.GST.

3. Implementasi Algoritma

a. *K-Means*

K-Means adalah algoritma clustering yang diterapkan dalam penelitian ini. Teknik ini membagi data menjadi beberapa kelompok berdasarkan kesamaan karakteristik, sehingga data yang mirip ditempatkan dalam kelompok yang sama. Sebaliknya, data dengan karakteristik yang berbeda akan dikelompokkan secara terpisah dalam kelompok yang berbeda. Prinsip utama metode ini adalah membentuk K partisi atau pusat massa dari kumpulan data. Tujuannya adalah untuk mengurangi variasi dalam setiap kelompok sehingga data dalam kelompok tersebut lebih homogen. Selain itu, metode ini juga berupaya mengoptimalkan variasi antara kelompok, sehingga perbedaan antara kelompok satu dengan yang lain menjadi lebih jelas (Sulistiyawati and Supriyanto, 2021). Berikut adalah urutan untuk melakukan klasterisasi dengan metode k-means (Paembonan and Abduh, 2021):

$$D(x_p, z_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (x_{pi} - z_{ji})^2} \quad (1)$$

Dimana:

X_p : titik data ke-p

Z_j : titik pusat *cluster* ke-j

d : jumlah atribut dari tiap pusat *cluster*

Setiap data akan ditempatkan ke dalam *cluster* yang memiliki jarak terkecil dengan pusat *cluster*. Kemudian, pusat *cluster* baru dihitung menggunakan persamaan yang tersedia.

$$z_j = \frac{1}{n_j} \sum_{x_p \in c_j} x_p \quad (2)$$

Dimana:

n_j : jumlah titik data dalam *cluster* j

c_j : himpunan titik data dalam *cluster* k

Proses ini berulang hingga terpenuhi kriteria penghentian

Beberapa kriteria dapat digunakan untuk menghentikan proses klasterisasi *k-means*, salah satunya adalah saat *k-means* telah mencapai jumlah iterasi maksimum yang telah ditetapkan, jika posisi *centroid* mengalami sedikit atau tidak ada perubahan selama beberapa iterasi tertentu dan tidak ada lagi perpindahan data antar *cluster*. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma telah mencapai konvergensi dan pembagian *cluster* yang telah stabil. (Paembonan and Abduh, 2021).

b. Elbow Method

Metode elbow sering digunakan sebagai teknik untuk menentukan jumlah cluster yang optimal dalam suatu dataset selama proses klasterisasi. Teknik ini mengevaluasi nilai SSE (Sum of Squared Errors) untuk berbagai jumlah cluster, lalu mencari titik di mana penurunan SSE paling signifikan atau membentuk sudut paling tajam (Riani, Voutama and Ridwan, 2023). Jika terdapat nilai yang menunjukkan penurunan paling signifikan pada grafik, jumlah cluster tersebut dianggap sebagai jumlah cluster yang optimal (Amrullah *et al.*, 2022). Proses elbow ini digunakan untuk menentukan nilai k dalam *k-means* clustering.

1. Menetapkan nilai awal k , misal $k=2$
2. Menambahkan nilai k dengan 1
3. Hitung nilai SSE dari k yang menunjukkan penurunan paling signifikan dan membentuk sudut siku. Nilai k tersebut dianggap sebagai nilai k yang optimal. Untuk menghitung SSE, dapat digunakan rumus seperti pada persamaan (Wahyudi, Sulthan and Suhartini, 2021):

$$SSE = \sum_{i=1}^n (d)^2 \tag{3}$$

c. Davies Bouldin Index

Davies Bouldin Index digunakan untuk menilai kualitas cluster dalam analisis data. Indeks ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas algoritma klasterisasi dalam memisahkan kelompok data yang berbeda. Selain itu, indeks ini juga mengukur seberapa dekat data dalam setiap kelompok dengan pusat klasternya. Semakin rendah nilai Davies Bouldin Index, semakin baik kualitas klasterisasi yang dihasilkan. Dengan nilai indeks yang rendah, ini menunjukkan bahwa cluster yang terbentuk lebih homogen dan terpisah dengan baik dari cluster lainnya (Umagapi *et al.*, 2023).

4. Analisis Hasil

Terdapat berbagai ukuran ketepatan yang digunakan untuk menilai kualitas suatu pengelompokan. Evaluasi pada tahap ini bertujuan untuk menilai seberapa akurat pengelompokan tersebut dan seberapa baik proses pengelompokan yang dilakukan serta kualitas kelompok yang terbentuk (Aziz, Setiawan and Arwani, 2018). Ini sangat penting untuk memastikan bahwa cluster yang terbentuk benar-benar representatif dan bermanfaat bagi tujuan penelitian ini. Untuk menentukan pusat dari sejumlah k cluster menggunakan metode elbow, dilakukan inisialisasi dengan memilih titik-titik awal yang akan menjadi pusat cluster tersebut (Sulistyawati and Sadikin, 2021). Metode elbow digunakan untuk menentukan jumlah cluster optimal (k). Dengan menggunakan Davies Bouldin Index, kita dapat menilai seberapa efektif suatu metode klasterisasi dalam menghasilkan kelompok data yang terpisah dengan baik dan seragam di dalamnya. Davies Bouldin Index membantu memastikan bahwa cluster yang dihasilkan memiliki pemisahan yang jelas antara satu sama lain dan kedekatan yang erat di dalam setiap cluster. Dengan demikian, analisis ketepatan pengelompokan ini menjadi langkah krusial dalam memastikan keberhasilan penerapan algoritma k-means clustering pada pengelolaan ban di PT.GST.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Preprocessing

Pada tahap preprocessing, semua data ban yang lengkap diperiksa dan disusun. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat 24 nomor polisi kendaraan dan 262 nomor seri ban yang memenuhi kriteria untuk digunakan dalam proses pengklasifikasian.

Tabel 1. Data Ban

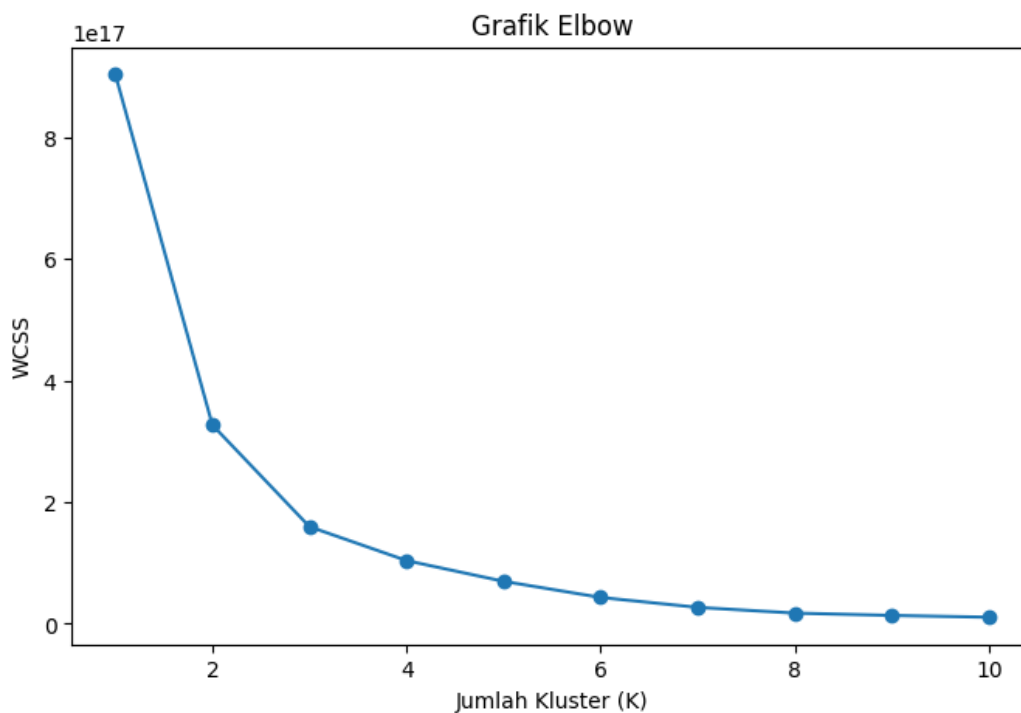
No	Nomor Polisi	Nomor Seri	Kalkulasi Hari	Jarak
1	L 9716 UX	D9UIK3849	1156	31890
2	L 9716 UX	U2068324720	635	19370
3	L 9716 UX	U1676290820	878	28150
4	L 9716 UX	D8K5K5451	90	6140
5	L 9716 UX	D9A3K1984	90	6140
6	L 8067 UB	0081908991	370	20640
7	L 8067 UB	DT5565-13/Di2121	212	12780
8	L 8067 UB	DH05565-61/Di2121	235	15160
...
153	L 9107 UI	D2L2L4843	461	24870
154	L 9107 UI	T3622/4686	363	19910
155	L 9464 UY	D9M3K 5515	397	19290
156	L 9464 UY	D9N3K 3988	406	19450
...
259	L 8946 UH	D9U1K 6080	1070	29680
260	L 8946 UH	1023902293	800	12620
261	L 8946 UH	1063007215	733	17369
262	L 8946 UH	D251L 3438	36	1900

Pengklasifikasian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana sistem pengelolaan ban berjalan dengan baik dan efisien. Data ban yang digunakan, mencakup informasi penting seperti nomor seri ban, jumlah ban, usia ban dan jarak tempuh pada ban tersebut, dapat dilihat

pada Tabel 1. Informasi ini akan menjadi dasar analisis untuk meningkatkan kinerja dan keamanan pengelolaan ban di PT. GST.

2. Hasil Clustering

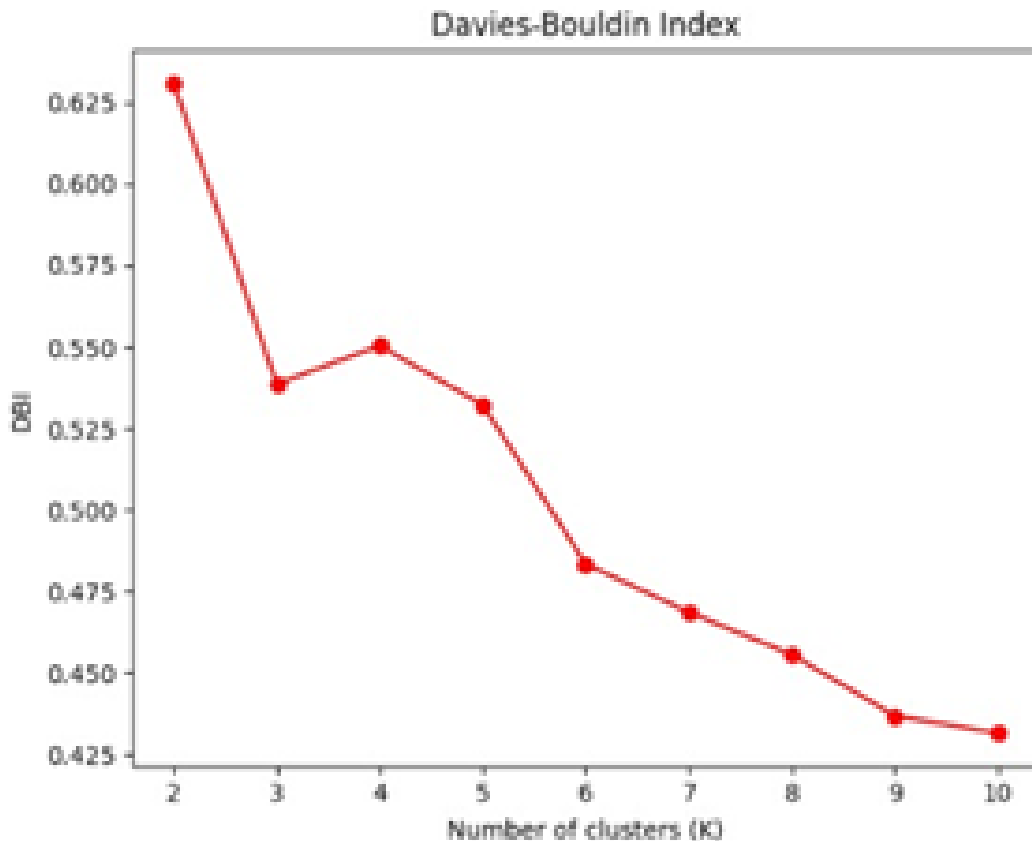
Tahapan clustering dengan algoritma k-means diterapkan pada data menggunakan metode elbow untuk menentukan nilai k yang optimal. Hasil dari metode elbow ini divisualisasikan dalam Gambar 2. Hasil dari grafik nilai k yang dihasilkan dari metode elbow tersebut mengindikasikan bahwa jumlah cluster (k) yang paling optimal untuk digunakan adalah 2 (dua). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembagian data ke dalam dua cluster merupakan konfigurasi yang paling efisien dan representatif berdasarkan evaluasi yang dilakukan.



Gambar 2. Grafik Nilai K Menggunakan Metode Elbow

Pada tahap ini, evaluasi digunakan menggunakan Davies Bouldin Index untuk menilai kualitas clustering yang telah dilakukan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai Davies Bouldin Index yang diperoleh sebesar 0,631. Nilai ini mengindikasikan bahwa struktur data

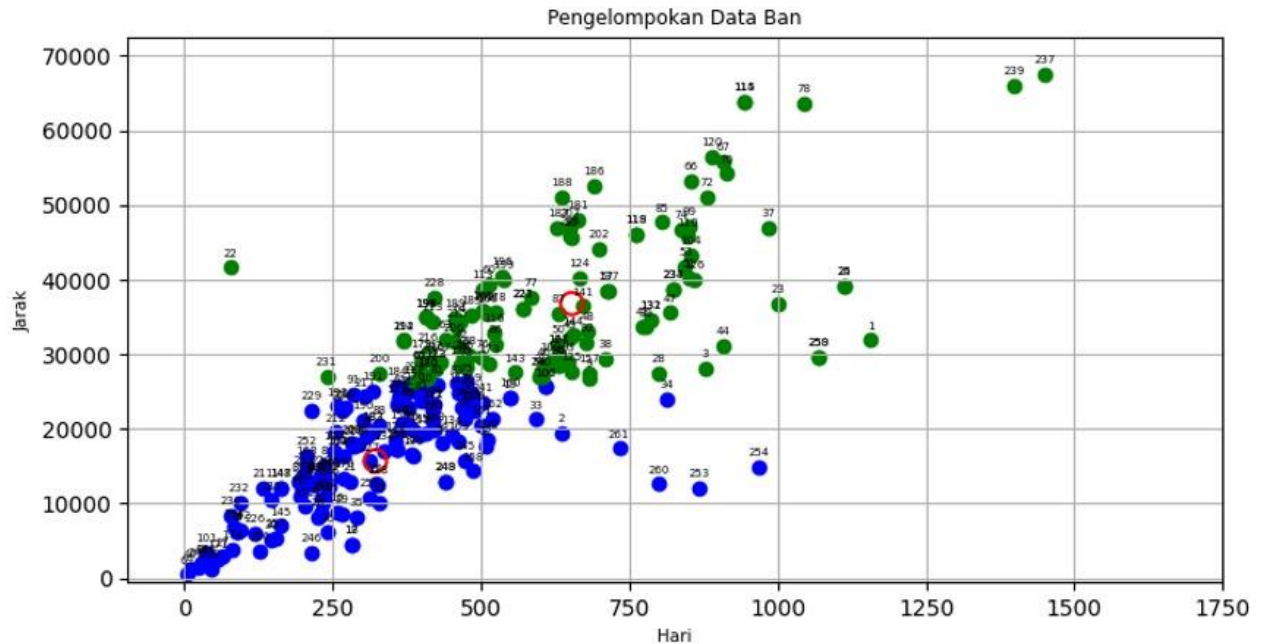
dalam penelitian ini kuat, mencerminkan bahwa cluster yang terbentuk memiliki jarak yang memadai antara satu dengan yang lainnya, serta tingkat kesamaan yang tinggi di dalam setiap cluster. Dengan demikian, hasil evaluasi ini memberikan keyakinan bahwa pembagian data ke dalam cluster-cluster yang telah ditentukan adalah efektif dan dapat diandalkan. Hasil dari evaluasi nilai Davies Bouldin Index dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil evaluasi nilai DBI

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap grafik metode elbow serta evaluasi nilai Davies Bouldin Index, dapat disimpulkan bahwa jumlah cluster (k) yang paling optimal adalah 2 (dua). Kesimpulan ini didasarkan pada pengamatan bahwa pada titik tersebut terjadi penurunan SSE yang signifikan dan nilai Davies Bouldin Index sebesar 0,631 yang menunjukkan struktur data yang kuat. Dengan mempertimbangkan kedua metode evaluasi ini, dipastikan bahwa pembagian data ke dalam dua cluster adalah yang terbaik. Selanjutnya,

akan dilakukan proses clustering menggunakan algoritma k-means untuk mengelompokkan data sesuai dengan jumlah cluster yang telah ditentukan ini, guna memperoleh hasil yang lebih akurat dan representatif. Hasil clustering dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Clustering

Hasil dari proses clustering menunjukkan bahwa cluster 0 (warna hijau) terdiri dari 118 nomor seri ban, sedangkan cluster 1 (warna biru) mencakup 144 nomor seri ban. Nomor seri ban yang termasuk dalam cluster 0 cenderung lebih layak, karena memiliki jumlah hari penggunaan yang lebih sedikit namun dengan jarak tempuh yang lebih jauh. Hal ini menunjukkan bahwa ban-ban dalam cluster 0 tetap dalam kondisi baik meskipun telah menempuh jarak yang panjang dalam waktu singkat. Sebaliknya, nomor seri ban yang tergabung dalam cluster 1 cenderung kurang layak, karena meskipun telah digunakan dalam jumlah hari yang lebih banyak, jarak tempuhnya relatif lebih pendek. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ban-ban dalam cluster 1 mengalami penurunan kualitas yang lebih cepat meskipun digunakan dalam jarak yang lebih pendek. Dengan demikian, hasil clustering ini memberikan wawasan penting mengenai kinerja dan daya tahan ban berdasarkan pola penggunaan yang teridentifikasi.

3. Analisis Hasil

Berdasarkan analisis ini, menunjukkan bahwa cluster 0 didominasi oleh jumlah anggota cluster yaitu 118 nomor seri ban, lalu cluster 1 didominasi oleh rata-rata jumlah anggota cluster yaitu 144 nomor seri ban. Pada hasilnya, cluster 0 cenderung mewakili nomor seri yang memiliki jumlah hari yang lebih sedikit tetapi jarak yang lebih jauh, sementara cluster 1 cenderung mewakili nomor seri dengan jumlah hari yang lebih banyak tetapi jarak yang lebih dekat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis yang dilakukan bahwa metode elbow menunjukkan jumlah cluster optimal adalah 2 dan hasil akurasi Davies Bouldin Index sebesar 0,631 dengan penurunan SSE yang signifikan, pembagian data ke dalam dua cluster terbukti efisien. Dengan hasil clustering menggunakan k-means, cluster 0 sebanyak 118 nomor seri ban yang cenderung layak karena memiliki jumlah hari penggunaan lebih sedikit namun jarak tempuh lebih jauh, hal ini menunjukkan bahwa ban-ban dalam cluster 0 tetap dalam kondisi baik meskipun telah menempuh jarak yang panjang dalam waktu singkat dan cluster 1 dengan 144 nomor seri ban yang cenderung kurang atau tidak layak memiliki jumlah hari penggunaan lebih banyak namun jarak tempuh lebih pendek, ini mengindikasikan bahwa ban-ban dalam cluster 1 mengalami penurunan kualitas yang lebih cepat meskipun digunakan dalam jarak yang lebih pendek. Dengan demikian, pengelompokan melalui algoritma k-means clustering, perusahaan dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan keselamatan kerja. Selain itu, metode ini juga memungkinkan identifikasi dini terhadap ban-ban yang memerlukan perhatian khusus, sehingga meminimalisir risiko kecelakaan yang dapat menyebabkan kerugian lebih besar. Hasil ini memberikan wawasan penting untuk pengambilan keputusan terkait perawatan dan penggantian ban di PT.GST.

5. DAFTAR PUSTAKA

Amrullah, A. *et al.* (2022) 'ANALISIS CLUSTER FAKTOR PENUNJANG PENDIDIKAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS (STUDI KASUS : KABUPATEN KARAWANG)', 5(2), pp. 244–252.

Aziz, F.N.R.F.J., Setiawan, B.D. and Arwani, I. (2018) 'Implementasi Algoritma K-Means untuk Klasterisasi Kinerja Akademik Mahasiswa', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(6), pp. 2243–2251.

Fathurrahman, F., Harini, S. and Kusumawati, R. (2023) 'Evaluasi Clustering K-Means Dan K-Medoid Pada Persebaran Covid-19 Di Indonesia Dengan Metode Davies-Bouldin Index (Dbi)', *Jurnal Mnemonic*, 6(2), pp. 117–128. Available at: <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v6i2.6642>.

Fernando, E., Pratama, A. and Jumadi, J. (2022) 'Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital', 18(2), pp. 291–301.

Gustientiedina, G., Adiya, M.H. and Desnelita, Y. (2019) 'Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan', *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 5(1), pp. 17–24. Available at: <https://doi.org/10.25077/teknosi.v5i1.2019.17-24>.

Handoko, K. (2016) 'Penerapan Data Mining Dalam Meningkatkan Mutu Pembelajaran Pada Instansi Perguruan Tinggi Menggunakan Metode K-Means Clustering (Studi Kasus Di Program Studi Tkj Akademi Komunitas Solok Selatan)', *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 02(03), pp. 31–40. Available at: <http://teknosi.fti.unand.id/index.php/teknosi/article/view/70>.

K-means, M.M., Sudarsono, B.G. and Lestari, S.P. (2021) 'Clustering Penerima Beasiswa Yayasan Untuk Mahasiswa', 5, pp. 258–263. Available at: <https://doi.org/10.30865/mib.v5i1.2670>.

Paembonan, S. and Abduh, H. (2021) 'Penerapan Metode Silhouette Coefficient untuk Evaluasi Clustering Obat', *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(2), p. 48. Available at: https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v6i2.659.

-
- Purwanto, A. and Mulyanto, S. (2022) 'Klasterisasi Sekolah Menggunakan Algoritma K-Means berdasarkan Fasilitas , Pendidik , dan Tenaga Pendidik School Clusterization Using K-Means Algorithm Based on Facilities , Educators , and Educations', 21(2). Available at: <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i2.1411>.
- Riani, A.P., Voutama, A. and Ridwan, T. (2023) 'Penerapan K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Hasil Belajar Peserta Didik Dengan Metode Elbow', *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD)*, 6(1), p. 164. Available at: <https://doi.org/10.53513/jsk.v6i1.7351>.
- Sulistiyawati, A. and Supriyanto, E. (2021) 'Implementasi Algoritma K-means Clustering dalam Penentuan Siswa Kelas Unggulan', *Jurnal Tekno Kompak*, 15(2), p. 25. Available at: <https://doi.org/10.33365/jtk.v15i2.1162>.
- Sulistiyawati, A.A.D. and Sadikin, M. (2021) 'Penerapan Algoritma K-Medoids Untuk Menentukan Segmentasi Pelanggan', *Sistemasi*, 10(3), p. 516. Available at: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i3.1332>.
- Tendean, T. and Purba, W. (2020) 'Analisis Cluster Provinsi Indonesia Berdasarkan Produksi Bahan Pangan Menggunakan Algoritma K-Means', *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(2), pp. 5–11.
- Umagapi, I.T. *et al.* (2023) 'Uji Kinerja K-Means Clustering Menggunakan Davies-Bouldin Index Pada Pengelompokan Data Prestasi Siswa', *Seminar Nasional SISFOTEK*, pp. 303–308.
- Wahyudi, I., Sulthan, M.B. and Suhartini, L. (2021) 'Analisa Penentuan Cluster Terbaik Pada Metode K-Means Menggunakan Elbow Terhadap Sentra Industri Produksi Di Pamekasan', *Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi dan Manajemen (JATIM)*, 2(2), pp. 72–81. Available at: <https://doi.org/10.31102/jatim.v2i2.1274>.
- Wardani, N.W. and Selatan, K. (2021) 'Analisis Pesebaran Penularan Virus Corona Di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Metode K-Means Clustering', 8(1).