

IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS DALAM PENGELOMPOKAN ARMADA BUS LAYAK JALAN DI TERMINAL KLATEN

Hanifah Hanun Nisa^{a,1,*}, Ari Wahyono^{a,2}, Donna Setiawati^{a,3}

Universitas Boyolali, Jl. Pandanaran No.405 Winong, Boyolali, Boyolali, Jawa Tengah 57315, Indonesia

hanifah.hanunnisa@gmail.com ; namaku.ariwahoyono@gmail.com ; donna.setiawati@gmail.com

Korespondensi Penulis

Submission:15/08/2024, Revision: 15/11/2024, Accepted : 30/11/2024

Abstract

Accidents in land transportation modes, especially buses, often result in fatalities. Technical problems such as inadequate fleet suitability conditions should be prevented by carrying out routine testing through the terminal service unit. However, if the management of test result data carried out by the terminal service unit is not optimal, it can result in less than optimal results, so a method is needed to overcome this. K-Means clustering is an unsupervised learning cluster analysis method that groups objects into one or more clusters based on their characteristics. This method was chosen to make it easier to manage information so that data can be obtained on which autobus companies have good and bad levels of compliance with operational feasibility based on the percentage of fleet feasibility test results. This research uses Rampcheck data at Klaten Terminal in the period 1 January 2023 – 31 May 2024 which is then analyzed using Rapidminer software. The test results show that autobus companies that have carried out operational feasibility tests can be divided into 3 clusters, namely autobus companies that have a high level of compliance with operational feasibility, autobus companies that have a medium level of compliance with operational feasibility and autobus companies that have a high level of compliance with operational feasibility. low. In this way, it can help the Klaten terminal in developing new strategies and taking more efficient legal action against bus companies that commit violations in order to improve services and ensure the safety of land transportation for the community.

Key Words : K-Means, Clustering, Rampcheck, Rapidminer

Abstrak

Operasional sedang dan perusahaan otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap kelayakan operasional rendah. Dengan demikian, dapat membantu pihak terminal klaten dalam menyusun strategi baru dan mengambil tindakan hukum yang lebih efisien terhadap perusahaan otobus yang melakukan pelanggaran guna meningkatkan pelayanan dan menjamin keamanan transportasi darat bagi masyarakat Kecelakaan moda transportasi darat terutama bus tak jarang berakhir memakan korban jiwa. Permasalahan teknis seperti kondisi kelayakan armada yang kurang memadai hendaknya dapat dicegah dengan melakukan pengujian rutin melalui satuan pelayanan terminal. Namun, apabila pengelolaan data hasil pengujian yang dilakukan oleh pihak satuan pelayanan terminal kurang maksimal, maka dapat berpengaruh pada hasil yang kurang optimal pula, sehingga dibutuhkan suatu metode untuk mengatasi hal tersebut. K-Means clustering merupakan salah satu metode analisis cluster unsupervised learning yang mengelompokkan objek menjadi satu atau lebih cluster berdasarkan karakteristiknya. Metode ini dipilih untuk mempermudah pengelolaan informasi sehingga diperoleh data perusahaan otobus mana saja memiliki tingkat kepatuhan terhadap kelayakan operasional yang baik dan tidak baik berdasarkan presentase dari hasil pengujian kelayakan armada. Penelitian ini menggunakan data *Rampcheck* di Terminal Klaten pada periode 1 Januari 2023 – 31 Mei 2024 yang kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak Rapidminer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perusahaan otobus yang telah melakukan uji kelayakan operasional dapat dibagi menjadi 3 cluster. Terdapat 3 cluster yang dapat diidentifikasi berdasarkan tingkat kepatuhan terhadap kelayakan operasional perusahaan otobus

yang diuji. Cluster pertama adalah perusahaan otobus dengan tingkat kepatuhan yang tinggi terhadap kelayakan operasional. Cluster kedua adalah perusahaan otobus dengan tingkat kepatuhan sedang, dan cluster ketiga adalah perusahaan otobus dengan tingkat kepatuhan rendah terhadap kelayakan operasional. Dengan pembagian ini, pihak terminal Klaten dapat lebih mudah mengidentifikasi perusahaan otobus mana yang perlu mendapat perhatian khusus dalam hal peningkatan kualitas dan kepatuhan terhadap standar kelayakan operasional.

Kata Kunci : K-Means, Clustering, Rampcheck, Rapidminer.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



1. Pendahuluan

Negara Indonesia, merupakan negara kepulauan dengan 3 moda transportasi umum yang seringkali digunakan oleh masyarakatnya, yakni moda udara, laut, dan darat. Di wilayah provinsi Jawa Tengah, khususnya Klaten, moda transportasi darat terutama armada bus menjadi salah satu alat transportasi umum yang sering digunakan oleh masyarakat sekitar. Oleh karena itu, aspek keamanan kendaraan dan aspek keselamatan merupakan hal yang sangat penting bagi pelayanan masyarakat. Seperti pada penelitian kualitas pengujian kendaraan bermotor di Dinas Perhubungan Kabupaten Tabalong [1], pelaksanaan pengujian kendaraan bermotor pada Dinas Perhubungan Kabupaten Wonogiri [2], evaluasi angkutan bus Trans Padang [3], Uji KIR kendaraan bermotor [4], peranan Dinas Perhubungan Buleleng dalam pelaksanaan program keselamatan [5].

Dalam kurun waktu 1 tahun lebih dari 5000 armada telah dilakukan pengujian oleh Tim Penguji Terminal Klaten. Namun, pengolahan data yang kurang baik pasti akan memberikan hasil yang kurang maksimal, baik dari segi pencatatan, pengolahan data ataupun lainnya. Untuk itulah diperlukan sebuah langkah agar dapat mengatasi masalah tersebut salah satunya ialah menggunakan pengelompokan data atau clustering.

Clustering merupakan sebuah proses dalam pengelompokan suatu objek berdasarkan informasi yang telah diperoleh dari data yang menjelaskan hubungan antar objek dengan menggunakan sebuah prinsip untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimalkan kesamaan antar kelasnya. Penerapan dari sebuah metode clustering dapat menghasilkan pengetahuan berupa penentuan berapa cluster data yang memiliki kesamaan atribut [6]. Ada berbagai macam algoritma untuk melakukan sebuah clustering, diantaranya adalah Algoritma K-Means. K-Means clustering merupakan salah satu metode cluster analysis non hirarki yang berusaha untuk mempartisi objek yang ada kedalam satu atau lebih cluster berdasarkan karakteristiknya. K-Means Clustering termasuk pada metode penganalisaan data atau metode data mining yang prosesnya tanpa pengawasan (unsupervised), serta menjadi suatu metode pengelompokan yang datanya dilakukan dengan sistem partisi [7].

Algoritma K-Means Clustering juga telah digunakan pada penelitian klasifikasi data obat [8], penelitian untuk mengetahui potensi penyebaran virus corona di Kota Cirebon [9], klasifikasi peringkat murid [10], sistem rekomendasi pembelian smartphone [11], klasifikasi data sasaran imunisasi pada puskesmas [12], analisis fitur music [13], klasifikasi lagu tradisional pada media sosial tiktok [14], pengelompokan data prestasi siswa [15], Analisa penentuan karyawan tetap [16], Analisa kualitas pelayanan public [17], Analisis biaya rawat inap [18].

Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari Terminal Klaten. Topik yang diangkat dalam penelitian ini yaitu pengelompokan Perusahaan Otobus terkait kelayakan armada berdasarkan persentase status perizinan operasional armada menggunakan metode K-Means Clustering. Metode ini digunakan untuk mempermudah proses analisa dan pengelompokan data untuk mengetahui Perusahaan Otobus yang paling sering mendapatkan peringatan ataupun larangan izin operasional armada dari hasil pengujian kelayakan armada oleh Tim Penguji di Terminal Klaten. Hasil dari penelitian ini dapat dipergunakan sebagai masukan Terminal Klaten guna menjadi perhatian khusus terhadap Perusahaan Otobus yang masih sering melanggar standar kelayakan operasional armada karena keamanan merupakan faktor yang paling penting dalam menjalankan pelayanan yang baik untuk masyarakat.

2. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan sebanyak 5418 data. Data yang digunakan merupakan kumpulan data dari hasil pengujian kendaraan bermotor moda transportasi bus di Terminal Klaten selama satu tahun yang berisikan 11 parameter mulai dari tanggal pengujian, nama perusahaan otobus, status kelayakan kendaraan, hingga nomor kendaraan.

2.2. Preprocessing Data

Terdapat 2 tahapan dalam *preprocessing data* yaitu : *data cleaning* dan *data formatting*. *Data cleaning* adalah proses penting dalam *preprocessing data* yang bertujuan untuk memastikan keakuratan, konsistensi, dan kegunaan dataset. Dalam proses ini, langkah-langkah dilakukan untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan data, data yang kurang lengkap, data yang kosong, atau data yang corrupt. Dalam penelitian ini, beberapa tabel dari dataset awal yang tidak diperlukan akan eliminasi. Hingga hanya menghasilkan 2 tabel yang akan digunakan dalam penelitian yakni Tabel Perusahaan Otobus dan Tabel status kelayakan kendaraan. Berdasarkan hasil *data cleaning* yang telah dilakukan, kemudian dilakukan transformasi data dimana Tabel Status kelayakan armada akan dibagi menjadi tiga tabel yakni : Tabel Izin Operasional, Tabel Peringatan, dan Tabel Tilang. Setelah tabel dipecah, kemudian dihitung presentase tiap tabel tersebut berdasarkan tiap Perusahaan otobus dengan perhitungan sebagai berikut :

- a. Presentase Tabel Izin Operasional

$$\frac{\text{jumlah izin operasional}}{\text{jumlah armada}} \times 100\% \quad (1)$$

- b. Presentase Tabel Peringatan

$$\frac{\text{jumlah peringatan}}{\text{jumlah armada}} \times 100\% \quad (2)$$

- c. Presentase Tabel Tilang

$$\frac{\text{jumlah tilang}}{\text{jumlah armada}} \times 100\% \quad (3)$$

2.3. K-Means Clustering

Clustering adalah metode pengelompokan dengan memakai teknik *unsupervised learning* yang tidak memerlukan termin pembelajaran dan tidak memakai labeling di setiap gerombolan . Metode *clustering* mempartisi data menjadi beberapa grup sehingga data menggunakan ciri yang sama dikelompokkan ke pada *cluster* yang sama [19]. Salah satu algoritma dari metode *clustering* ialah algoritma K-Means. Algoritma K-Means merupakan metode yg berupaya membagi data menjadi satu atau lebih cluster. Metode ini membagi menjadi beberapa cluster sebagai akibatnya data yang berciri-ciri sama. prosedur pemecahan ini cukup efisien untuk memproses objek dalam jumlah yang sangat banyak karena mempunyai akurasi terbaik tentang berukuran objek. Langkah-langkah dari metode K-Means artinya sebagai berikut :

- Tentukan nilai k sebagai jumlah cluster yang ingin dibentuk.
- Bangkitkan k centroid (titik pusat cluster) awal secara acak.
- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid menggunakan rumus korelasi antar dua objek (Euclidian Distance) dimana rumusnya dalah sebagai berikut :

$$d_{(i,j)} = \sqrt{(X_{i1} - X_{j1})^2 + (X_{i2} - X_{j2})^2 + \dots + (X_{in} - X_{jn})^2} \quad (4)$$

$d_{(i,j)}$ = jarak antara data ke i dan data ke j

x_{i1} = nilai atribut ke 1 dari data i

x_{j1} = nilai atribut ke 1 dari data j

n = jumlah atribut yang digunakan

- Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan centroidnya.
- Tentukan posisi centroid baru (kC) dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data yang ada pada centroid yang sama.

$$C_k = \left(\frac{1}{n_k}\right) \sum d_i \quad (5)$$

n_k = jumlah dokumen dalam cluster k

d_i = dokumen dalam cluster k

- Kembali lagi ke langkah 3 jika posisi *centroid* baru dengan *centroid* lama, tidak sama.

Hanifah Hanun Nisa et.al (Implementasi Algoritma K-Means Dalam Pengelompokan Armada Bus Layak Jalan Di Terminal Klaten)

2.4. Davies Bouldin Index

Davies Bouldin Index (DBI) adalah metode digunakan untuk mengevaluasi cluster terbaik menggunakan ukuran kohesi dan ukuran pemisahan. Jumlah kuadrat dalam cluster (SSW) sebagai ukuran kohesi pada cluster-*i* dimodelkan dengan persamaan berikut :

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} d(x_j, c_i) \quad (6)$$

m_i = jumlah data yang berada dalam *cluster* ke-*i*
 c_i = adalah *centroid cluster* ke-*i*
 $d(x_j, c_i)$ = adalah jarak dari data ke-*i* ke titik *cluster*-*i*

Sementara *metric* untuk separasi antara dua *cluster*, misalnya *cluster i* dan *j*, menggunakan formula *sum of square between cluster* (SSB) dengan mengukur jarak antara *centroid* c_i dan c_j seperti pada persamaan berikut :

$$SSB_{i,j} = d(c_i, c_j) \quad (7)$$

Setelah diperoleh nilai kohesi dan separasi, selanjutnya diukur rasio (R_{ij}) untuk mengetahui nilai perbandingan antara *cluster* ke-*i* dan ke-*j*. *Cluster* yang baik adalah *cluster* yang mempunyai kohesi sesedikit mungkin dan pemisahan sebanyak mungkin. $R_{i,j}$ disusun dengan persamaan berikut:

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{i,j}} \quad (8)$$

Sifat-sifat yang dimiliki $R_{i,j}$ sebagai berikut :

- $R_{i,j} \geq 0$
- $R_{i,j} = R_{j,i}$
- Jika $SSW_j \geq SSW_r$ dan $SSB_{i,j} = SSB_{i,r}$ maka $R_{i,j} > R_{i,r}$
- Jika $SSW_j = SSW_r$ dan $SSB_{i,j} \leq SSB_{i,r}$ maka $R_{i,j} > R_{i,r}$

Adapun rumus untuk menghitung besar *davies bouldin index*, sebagai berikut :

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \max_{i \neq j} (R_{i,j}) \quad (9)$$

K = merupakan jumlah *cluster* yang digunakan
 R_{ij} = jarak antara titik pusat *cluster i* dan *cluster j*

Asal kondisi perhitungan diatas terlihat bahwa semakin kecil nilai SSW maka hasil pengelompokanya semakin baik. pada dasarnya, DBI menginginkan nilai terkecil (non-negatif ≥ 0) untuk mengevaluasi kualitas *cluster* yg dihasilkan.

2.5. Rapidminer

Rapidminer adalah perangkat lunak penambangan data. Menggunakan aturan dan algoritma pemrosesan data, memiliki akurasi dan metode yang tinggi serta mudah digunakan. Aplikasi ini menganalisis data secara mandiri atau alat pemrosesan data diintegrasikan ke dalam produk. Analisis ini menggunakan teknologi deskriptif dan prediktif untuk memberikan pengguna pengetahuan yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang optimal. [20]

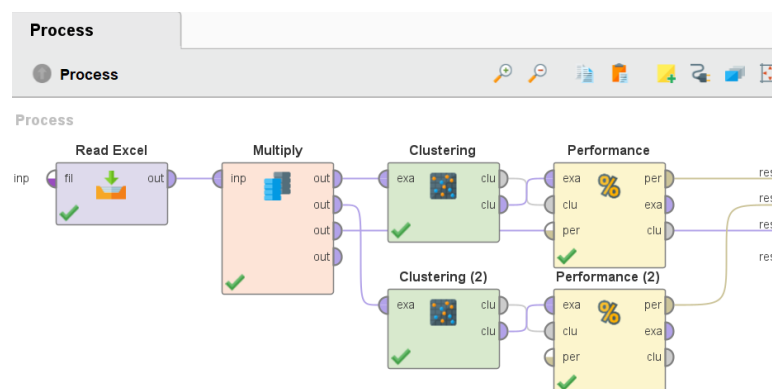
3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 adalah hasil dari proses *data transform* yang menghasilkan tabel Perusahaan Otobus, tabel Jumlah, tabel presentase izin operasional, tabel presentase peringatan dan tabel presentase tilang berdasarkan perhitungan dari persamaan (1),(2), dan (3) yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Data Formatting

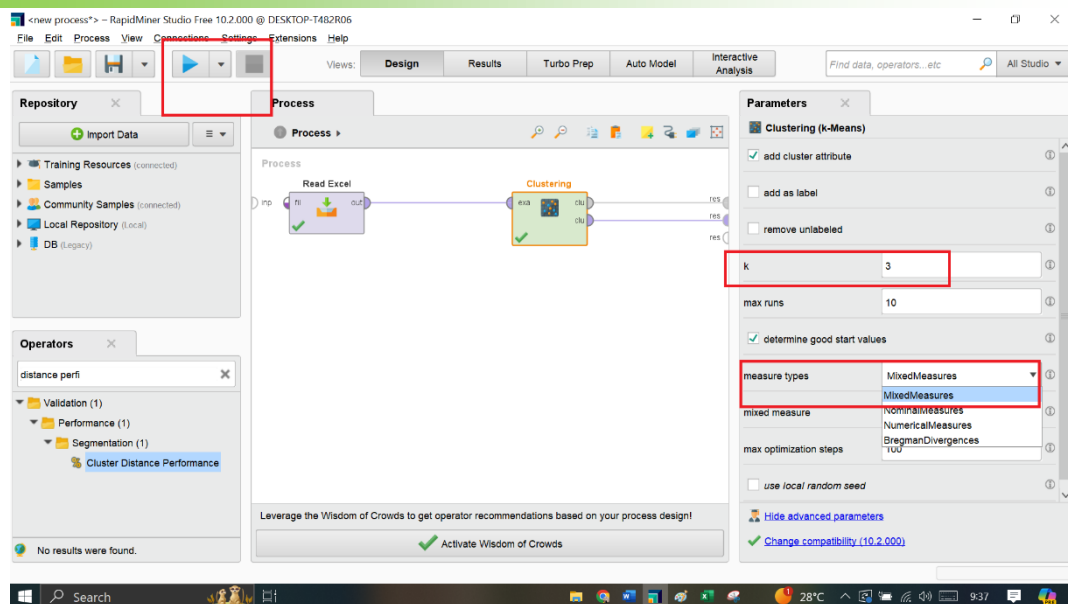
No	Perusahaan Otobus	Jumlah	Presentase Izin Operasional	Presentase Peringatan	Presentase Tilang
1.	PO001	1119	0,704200179	0,253798034	0,042001787
2.	PO002	1068	0,856741573	0,098314607	0,04494382
3.	PO003	1	1	0	0
4.	PO004	4	1	0	0
5.	PO005	1	1	0	0
6.	PO006	1	1	0	0
7.	PO007	4	0,25	0	0,75
8.	PO008	1	1	0	0
9.	PO009	5	1	0	0
10.	PO010	2	1	0	0
....		...			
111.	PO111	214	0,813084112	0,11682243	0,070093458

Selanjutnya pengujian dari dataset dilakukan dengan menggunakan aplikasi Rapidminer. Proses yang pertamakali dilakukan ialah menambahkan dataset ke dalam aplikasi. Kemudian menggunakan operator multiply > clustering > performance untuk menentukan nilai K terbaik yang akan dipilih berdasarkan dari hasil nilai *Davies Bouldin Index* yang paling kecil (mendekati nol).



Gambar 1. Mencari nilai K terbaik

Sehingga didapatkan hasil nilai *davies bouldin index* dengan nilai K terbaik 3 dengan nilai 0.053 dimana nilai tersebut merupakan nilai terkecil yang mendekati nol. Kemudian kembali ke proses awal clustering K-Means dan mengganti nilai K pada parameter menjadi 3 sesuai dengan hasil *Davies Bouldin Index* serta mengganti parameter *measure types* menjadi *MixedMeasure* kemudian jalankan aplikasi.



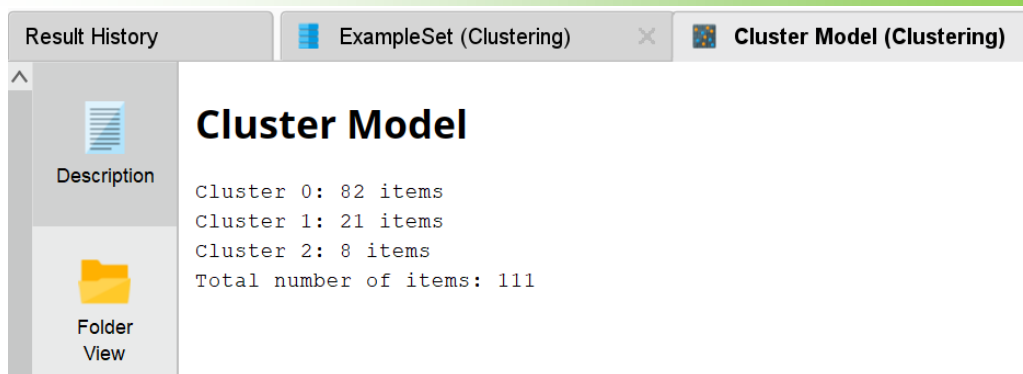
Gambar 2. Menjalankan Operator Clustering K-Means

Setelah proses selesai dijalankan, hasil akan ditampilkan pada menu *Result* seperti pada gambar berikut :

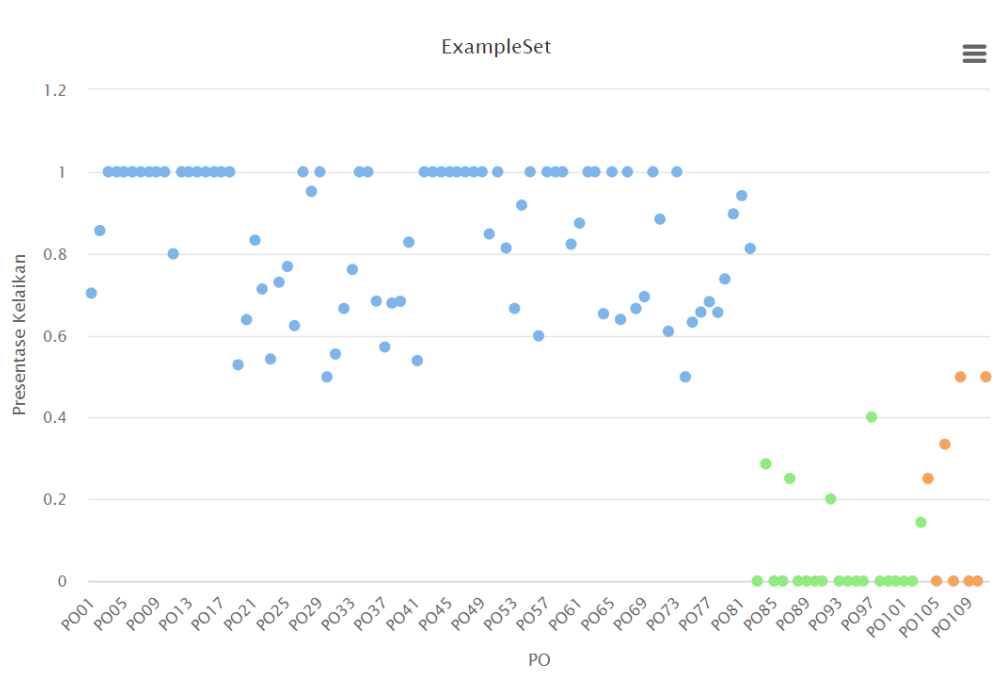
Row No.	PO	cluster	Presentase ...	Presentase ...	Presentase ...
7	BAYU MAWL...	cluster_2	0.250	0	0.750
28	PT. 99MURA...	cluster_2	0	0	1
54	PT. KACEBE ...	cluster_2	0.333	0	0.667
72	PT. RANAJA...	cluster_2	0	0	1
84	PT. SUHARN...	cluster_2	0.500	0	0.500
87	PT. SURYA J...	cluster_2	0	0	1
88	PT. SURYAP...	cluster_2	0	0	1
96	PT. MIDAS T...	cluster_2	0.500	0	0.500
19	ONDO TRAN...	cluster_1	0	1	0
22	PT MUJI JAY...	cluster_1	0.286	0.714	0
24	PT NARI EXP...	cluster_1	0	1	0
25	PT PANGALI...	cluster_1	0	1	0
26	PT SAFARI D...	cluster_1	0.250	0.750	0
27	PT WISATA K...	cluster_1	0	0.667	0.333

Gambar 3. Tampilan Result

Hasil perhitungan dari aplikasi Rapidminer didapatkan 3 kelas yaitu cluster_0 yang terdiri dari Perusahaan Otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap standar kelayakan yang tinggi, cluster_1 sebanyak yang terdiri dari Perusahaan Otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap standar kelayakan yang sedang, cluster_2 yang terdiri dari Perusahaan Otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap standar kelayakan yang rendah.

Gambar 4. Tampilan *Cluster Model*

Gambar 5 merupakan tampilan salah satu *cluster* yaitu *cluster_0* yang divisualisasikan dengan diagram Scatter Bubble pada aplikasi Rapidminer. Pada gambar dibawah dapat terlihat perbandingan antar *cluster* dan anggota-anggota *cluster* tersebut.

Gambar 5. Tampilan Grafik *cluster_0*

Hasil pengujian menggunakan algoritma K-Means clustering pada data perusahaan otobus di Terminal Klaten diperoleh hasil yang terbagi dalam tiga klaster, yaitu perusahaan otobus dengan tingkat kepatuhan tinggi, sedang, dan rendah terhadap kelayakan operasional. Hasil ini memberikan wawasan penting mengenai tingkat kepatuhan perusahaan otobus terhadap standar kelayakan yang ditetapkan.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, terdapat kesamaan dalam penggunaan algoritma K-Means untuk mengelompokkan data. Penelitian oleh Gunawan & Purwayoga (2022) menggunakan K-Means clustering untuk mengetahui potensi penyebaran virus Corona, sementara penelitian oleh Pangestu et al. (2023) dan Pamungkas et al. (2024) juga menggunakan K-Means untuk mengklasifikasikan data obat dan data nilai siswa, masing-masing. Meskipun objek penelitian berbeda, ketiga penelitian ini menggunakan metode yang sama, yakni K-Means clustering.

Namun, perbedaan signifikan terletak pada objek penelitian dan tujuan yang ingin dicapai. Penelitian ini lebih fokus pada evaluasi kelayakan operasional perusahaan otobus, yang sangat relevan untuk meningkatkan keselamatan transportasi darat, sementara penelitian terdahulu lebih fokus pada klasifikasi data kesehatan, pendidikan, atau rekomendasi produk. Berdasarkan hasil yang diperoleh, penelitian ini mendukung temuan-temuan dari penelitian terdahulu yang juga menggunakan algoritma K-Means clustering untuk mengelompokkan data. Metode ini terbukti efektif dalam mengelompokkan data yang memiliki karakteristik serupa, baik itu dalam konteks penyebaran penyakit, klasifikasi data obat, atau evaluasi kelayakan operasional kendaraan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini juga konsisten dengan prinsip dasar K-Means clustering, yaitu mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik. Oleh karena itu, hasil penelitian ini memberikan konfirmasi atas relevansi dan aplikasi metode K-Means dalam berbagai bidang analisis data.

4. Kesimpulan

Hasil dari perhitungan algoritma K-Means pada pengelompokan armada bus layak jalan di Terminal Klaten dapat ditarik kesimpulan terdapat 3 buah *cluster* dengan jumlah Perusahaan Otobus yang berbeda yang mana hasil dari jumlah tersebut dihasilkan dari pengelompokan data hasil pengujian kendaraan bermotor di Terminal Klaten. Pada Gambar 4 menampilkan hasil pengelompokan *cluster*, pada *cluster_0* terdapat 82 Perusahaan Otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap standar kelayakan yang tinggi, pada *cluster_1* terdapat 21 Perusahaan Otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap standar kelayakan yang sedang, pada *cluster_2* terdapat 8 Perusahaan Otobus yang memiliki tingkat kepatuhan terhadap standar kelayakan yang rendah. Berdasarkan hasil pengelompokan, pihak terminal dapat menggunakan data yang dihasilkan sebagai pertimbangan untuk meningkatkan pengambilan keputusan yang lebih akurat, rencana yang efisien, serta penegakan hukum yang tepat sasaran.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. & Noor, Y., 2024. Kualitas Pelayanan Pengujian Kendaraan Bermotor Dilihat Dari Dimensi Tangibles Pada Dinas Perhubungan Kabupaten Tabalong. JAPB, Volume 7, pp. 226-244.
- [2] Utomo, A. R., 2024. Pelaksanaan Pengujian Kendaraan Bermotor Pada Dinas Perhubungan Kabupaten Wonogiri Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jurnal Bevingding, pp. 41-49.
- [3] Syahni, R. R. & Yandra, M., 2024. Evaluasi angkutan Bus Trans Padang & Tingkat Kepuasan Penumpang Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda (Studi Kasus : Koridor VI Pasar Raya Padang - Universitas Andalas). Applied Science In Civil Engineering, pp. 268-274.
- [4] Kurniawan, A., Ginting, B. S. & Gultom, I., 2022. Uji KIR Kelayakan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Certainty Factor. Jurnal Komputer dan Informatika (JUKI), pp. 51-59.
- [5] Kristanto, B., Ahmad, Z. T. & Fatchan, M., 2023. Analisis Penentuan Karyawan Tetap Dengan Algoritma K-Means Dan Davies Bouldin Index. Bulletin Of Information Technology (BIT), Maret, Volume 4, pp. 112-120.
- [6] Aswan, 2019, Tindak Pidana Penipuan Berbasis Transaksi Elektronik, Guepedia.
- [7] Setiawan, S. (2019). Analisis Cluster Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Mengetahui Kemampuan Pegawai Dibidang It Pada Cv. Roxed Ltd. Pelita Informatika: Informasi dan Informatika, 7(3), 80-86.
- [8] Pangestu, F., Yasin, N., Hasugian, R. C. & Y., 2023. Penerapan Algoritma K-Means Untuk Mengklasifikasi Data Obat. Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer), Volume 12, Nomor 01, PP 53-62, 13 March, Volume 12, pp. 53-62.
- [9] Gunawan, H. & Purwayoga, V., 2022. Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Untuk Mengetahui Potensi Penyebaran Virus Corona di Kota Cirebon. Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer), Volume 11, Nomor 1, PP 1-8, 3 January, Volume 11, pp. 1-8.
- [10] Pamungkas, L., Dewi, N. A. & Putri, N. A., 2024. Classification of Student Grade Data Using the K-Means Clustering Method. Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer), Volume 13, Nomor 01, PP 86-91, 15 February, Volume 13, pp. 86-91.
- [11] Zuhdiansyah, I. & Luthfiarta, A., 2024. Sistem Rekomendasi Pembelian Smartphone berbasis Algoritma K-Means dan Singular Value Decomposition. JURNAL NASIONAL TEKNOLOGI DAN SISTEM INFORMASI - VOL. 10 NO. 01 (2024) 045-053, Volume 10, pp. 45-53.
- [12] Tiyar, N. M. & S., 2024. Klasifikasi Data Sasaran Imunisasi Bayi dan Baduta pada Puskesmas Berbasis Web Metode Clustering Algoritma K-Means. Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi, Volume 7, pp. 143-154.

- [13] Marlia, S., Setiawan, K. & Juliane, C., 2024. Analisis Fitur Musik dan Tren Popularitas Lagu di Spotify menggunakan K-Means dan CRISP-DM. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, Volume 13, pp. 595-607.
- [14] Kusmawanti, N., Suarna, N. & Prihartono, W., 2024. Pengelompokan Lagu Tradisional Di Media Sosial tiktok Menggunakan Algoritma K-Means. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, pp. 2962-2967.
- [15] Umagapi, I. T., Umaternate, B., H. & Y., 2023. Uji Kinerja K-Means Clustering Menggunakan Davies Bouldin Index Pada Pengelompokan Data Prestasi Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK)*, pp. 303-308.
- [16] Kristanto, B., Ahmad, Z. T. & Fatchan, M., 2023. Analisis Penentuan Karyawan Tetap Dengan Algoritma K-Means Dan Davies Bouldin Index. *Bulletin Of Information Technology (BIT)*, Maret, Volume 4, pp. 112-120.
- [17] Rohani, I. & Putera, R. E., 2023. Analisis Kualitas Pelayanan Publik Di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Administrasi Publik dan Pemerintahan STISIP Imam Bonjol (SIMBOL)*, pp. 74-83.
- [18] Gede Sarasvananda, I. B., Wardoyo, R. & Sari, A. K., 2019. The K-Means Clustering Algorithm With Semantic Similarity To Estimate The Cost of Hospitalization. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, Volume 13, pp. 313-322.
- [19] Fauziah, R. & Purnamasari, A. I., 2023. Implementasi Algoritma K-Means Pada Kasus Kekerasan Anak Dan Perempuan Berdasarkan Usia. *Jurnal Ilmu Komputer*, Volume 2, pp. 34-41.
- [20] Patrianingsih, N. K. W. & Sugianta, I. K. A., 2024. Analisis Kelayakan Kredit Koperasi Mitra Tani Mandiri Dengan Algoritma Naive Bayes. *ZONAsi*, Volume 6, pp. 298-307.