

ANALISIS KOMPARASI K-MEANS DAN K-MEDOIDS DALAM PEMETAAN WILAYAH PRIORITAS DISTRIBUSI BBM BERSUBSIDI SUMATERA UTARA

Ade Iskandar^{1*}, Aradi Sebayang², Tengku Didi Ferdillah³, Toni Prabowo⁴,
Muhammad Fuad Hafiz⁵, Muhammad Zainal Arifin Pohan⁶, Muhammad Syahputra
Novelan⁷

Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

e-mail: ^{1*}suratiskandar@gmail.com, ²aradisebayang23@gmail.com,

³tengkididiferdillah23@gmail.com, ⁴toniprabowo@gmail.com, ⁵fizgilang@gmail.com,

⁶muelap1224755@gmail.com, ⁷putranovelan@dosen.pancabudi.ac.id

Abstract: *The inequality in the distribution of subsidized fuel (BBM) is a strategic issue in North Sumatra Province, influenced by the volume of motorcycles, cars, buses, and trucks across 33 Regencies/Cities. This research aims to map priority distribution areas using clustering techniques by comparing the performance of the K-Means and K-Medoids algorithms. Real data on the number of vehicles from 2025, sourced from BPS North Sumatra Province, serves as the primary variable. Evaluation results using the Silhouette Score indicate that the K-Means algorithm demonstrates superior performance with a score of 0.63, compared to K-Medoids which only reached 0.09. K-Means successfully identified Medan City as an extreme outlier requiring independent distribution policies, whereas K-Medoids experienced overlap among smaller regional clusters. These findings provide empirical recommendations for policymakers to ensure that subsidized fuel quota allocations are more accurately targeted.*

Keywords: *K-Means; K-Medoids; Subsidized Fuel; Clustering; North Sumatra.*

Abstrak: Ketimpangan distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) bersubsidi merupakan isu strategis di Provinsi Sumatera Utara yang dipengaruhi oleh volume kendaraan motor, mobil, bus, dan truk di 33 Kabupaten/Kota. Penelitian ini bertujuan memetakan wilayah prioritas distribusi menggunakan teknik clustering dengan membandingkan performa algoritma K-Means dan K-Medoids. Data riil jumlah kendaraan tahun 2025 dari BPS Provinsi Sumatera Utara digunakan sebagai variabel utama. Hasil evaluasi menggunakan Silhouette Score menunjukkan bahwa algoritma K-Means memiliki performa lebih unggul dengan skor 0,63 dibandingkan K-Medoids yang hanya mencapai 0,09. K-Means berhasil mengidentifikasi Kota Medan sebagai extreme outlier yang memerlukan kebijakan distribusi mandiri, sementara K-Medoids mengalami tumpang tindih (overlap) pada klaster daerah kecil. Temuan ini memberikan rekomendasi empiris bagi pengambil kebijakan agar alokasi kuota BBM subsidi lebih tepat sasaran.

Kata kunci: K-Means; K-Medoids; BBM Bersubsidi; Clustering; Sumatera Utara.

PENDAHULUAN

Pengelolaan energi nasional, khususnya distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) bersubsidi, tetap menjadi tantangan kompleks bagi pemerintah Indonesia. Di tingkat regional, Provinsi Sumatera Utara menghadapi persoalan serius terkait ketimpangan distribusi. Isu

utama dalam penelitian ini adalah menekan ketimpangan distribusi tersebut agar kuota BBM subsidi tepat sasaran melalui pendekatan berbasis data. Logika data yang digunakan didasarkan pada korelasi positif antara jumlah kendaraan bermotor dengan beban konsumsi energi suatu wilayah.

Metode unsupervised learning

melalui teknik clustering merupakan solusi untuk memetakan wilayah yang memiliki kemiripan beban konsumsi energi. Penelitian ini membandingkan algoritma K-Means yang berbasis rata-rata (centroid) dan K-Medoids yang berbasis objek riil (medoid). Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya validasi matematis mengenai algoritma mana yang paling stabil untuk memproses data kendaraan di Sumatera Utara, mengingat Kota Medan merupakan penciran ekstrem (outlier).

METODE

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif eksperimental yang terbagi dalam beberapa tahapan sistematis: (1) Pengumpulan data sekunder dari BPS, (2) Preprocessing data menggunakan normalisasi Z-Score, (3) Implementasi algoritma K-Means dan K-Medoids, serta (4) Evaluasi menggunakan Silhouette Score.



Gambar 1 Alur Tahapan Penelitian

Sumber dan Karakteristik Data

Data riil yang digunakan adalah data jumlah kendaraan bermotor tahun 2025 dari BPS Provinsi Sumatera Utara. Data mencakup 33 kabupaten/kota dengan fitur utama: Mobil Penumpang (X_1), Bus (X_2), Truk (X_3), dan Sepeda Motor (X_4).

Preprocessing Data

Mengingat perbedaan skala yang mencolok (misalnya, jumlah motor mencapai jutaan unit sementara bus hanya ribuan), data diproses menggunakan Z-Score Scaling. Langkah ini krusial agar variabel dengan nilai besar tidak mendominasi perhitungan jarak dalam algoritma.

Formulasi Algoritma

Perbandingan dilakukan menggunakan metrik jarak yang berbeda. K-Means menerapkan Euclidean Distance:

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

Sementara K-Medoids menerapkan Manhattan Distance:

$$d(x, m) = \sum_{i=1}^n |x_i - m_i|$$

Evaluasi akhir dilakukan dengan menghitung Silhouette Score untuk menentukan kualitas pemisahan antar-kluster pada rentang nilai -1 hingga 1.

Evaluasi Validitas

Kualitas hasil pengelompokan diuji menggunakan Silhouette Coefficient. Metrik ini mengukur seberapa mirip suatu objek dengan klasternya sendiri dibandingkan dengan kluster lain. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan pemisahan yang sangat baik, sementara nilai negatif menunjukkan kesalahan penempatan data dalam kluster.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian harus diterangkan secara jelas dan ringkas. Hasilnya harus merangkum temuan (ilmiah) dari pada memberikan data dengan sangat rinci.

Pembahasan harus mengeksplorasi signifikansi dihasil penelitian. Sebaiknya berikan kutipan dari penelitian penelitian

terdahulu yang dapat mendukung hasil dari penelitian anda.

Deskripsi Data Penelitian

Berikut adalah data jumlah kendaraan menurut Kabupaten/Kota di Sumatera Utara tahun 2025 yang bersumber dari BPS:

Tabel 1 Data Jumlah Kendaraan Bermotor Provinsi Sumatera Utara 2025

Kabupaten/Kota	Mobil Penumpang	Bus	Truk	Sepeda Motor	Total
Nias	3.283	24	2.093	66.362	71.762
Mandailing Natal	6.970	60	2.972	110.020	120.022
Tapanuli Selatan	10.263	224	6.367	148.412	165.266
Tapanuli Tengah	5.004	59	2.681	95.269	103.013
Tapanuli Utara	10.203	278	3.732	49.857	64.070
Toba Samosir	7.501	126	3.097	40.470	51.194
Labuhan Batu	22.476	218	14.376	394.136	431.206
Asahan	22.372	157	12.350	449.952	484.831
Simalungun	27.714	651	14.211	319.976	362.552
Dairi	7.787	91	4.768	47.531	60.177
Karo	23.041	220	14.317	70.403	107.981
Deli Serdang	148.710	1.956	63.666	1.151.716	1.366.048
Langkat	26.657	370	15.656	397.771	440.454
Nias Selatan	1.171	4	591	20.301	22.067
Humbang Hasundutan	4.887	114	2.502	19.349	26.852
Pakpak Bharat	785	13	431	8.874	10.103
Samosir	3.197	89	1.109	15.795	20.190
Serdang Bedagai	21.050	258	10.735	259.088	291.131
Batu Bara	14.939	110	10.669	202.825	228.543
Padang Lawas Utara	6.012	107	2.457	64.937	73.513
Padang Lawas	7.373	109	4.298	69.344	81.124
Labuhan Batu Selatan	11.517	94	8.083	146.994	166.688
Labuhan Batu Utara	12.181	127	9.073	191.026	212.407
Nias Utara	382	4	228	10.222	10.836
Nias Barat	376	4	198	8.356	8.934
Kota Sibolga	3.036	62	903	25.109	29.110
Kota Tanjung Balai	6.136	69	2.016	76.549	84.770
Kota Pematang Siantar	19.789	674	4.545	96.657	121.665
Kota Tebing Tinggi	8.232	138	2.871	63.309	74.550
Kota Medan	534.629	6.166	94.888	2.668.618	3.304.301
Kota Binjai	17.585	161	5.617	158.423	181.786
Kota Padangsidimpuan	10.252	344	2.378	65.577	78.551
Kota Gunungsitoli	3.655	53	1.831	37.954	43.493

Analisis Statistik Hasil Klusterisasi

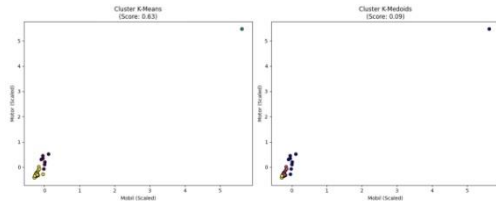
Berdasarkan pengujian komputasi, diperoleh hasil perbandingan performa yang sangat kontras sebagaimana tersaji pada:

Tabel 2 Hasil Evaluasi Performa Algoritma

Metrik Evaluasi	K-Means	K-Medoids
Silhouette	0.6283	0.0911

Score		
Jumlah Klaster (k)	3	3
Status Validitas	Strong Structure	Weak/Overlap

Gambar 2 Hasil perbandingan Clustering



Hasil ini menunjukkan bahwa K-Means secara signifikan lebih stabil dalam memproses karakteristik data Sumatera Utara. Dengan skor 0,63, K-Means mampu menciptakan batas wilayah yang tegas antar kelompok prioritas. Sebaliknya, K-Medoids gagal menghasilkan klasifikasi yang berguna karena terjadi tumpang tindih data pada kluster daerah-daerah dengan volume kendaraan rendah.

Pemetaan Wilayah Prioritas (Berdasarkan K-Means)

Tabel 3. Hasil klasifikasi wilayah prioritas

Kab/Kota	Mobil Penumpang	Bus	Truk	Sepeda Motor	Total	K-Means	K-Medoids	Prioritas KMeans	Prioritas KMedoids
Nias	3283	24	2093	66362	71762	2	1	Rendah	Rendah
Mandailing Natal	6970	60	2972	110020	120022	2	1	Rendah	Rendah
Tapanuli Selatan	10263	224	6367	148412	165266	2	1	Rendah	Rendah
Tapanuli Tengah	5004	59	2681	95269	103013	2	1	Rendah	Rendah
Tapanuli Utara	10203	278	3732	49857	64070	2	1	Rendah	Rendah
Toba Samosir	7501	126	3097	40470	51194	2	1	Rendah	Rendah
Labuhan Batu	22476	218	14376	394136	431206	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Asahan	22372	157	12350	449952	484831	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Simalungun	27714	651	14211	319976	362552	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Dairi	7787	91	4768	47531	60177	2	1	Rendah	Rendah
Karo	23041	220	14317	70403	107981	2	0	Rendah	Sangat Tinggi
Deli Serdang	37178	205	17174	483102	537659	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Langkat	18080	120	8943	373714	400857	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Nias Selatan	974	8	646	13708	15336	2	2	Rendah	Menengah
Humbang Hasundutan	5587	87	2679	29894	38247	2	1	Rendah	Rendah
Pakpak Bharat	986	7	479	5925	7397	2	2	Rendah	Menengah
Samosir	3151	119	2001	26087	31358	2	2	Rendah	Menengah

Serdang Bedagai	11821	66	5295	222989	240171	2	1	Rendah	Rendah
Batu Bara	7340	69	2081	91377	100867	2	1	Rendah	Rendah
Padang Lawas Utara	1105	18	457	15197	16777	2	2	Rendah	Menengah
Padang Lawas	1934	17	616	28372	30939	2	2	Rendah	Menengah
Labuhan Batu Selatan	7184	83	2744	101117	111128	2	1	Rendah	Rendah
Labuhan Batu Utara	5660	22	2242	77089	85013	2	1	Rendah	Rendah
Nias Utara	222	2	119	2518	2861	2	2	Rendah	Menengah
Nias Barat	170	1	38	1668	1877	2	2	Rendah	Menengah
Kota Sibolga	3611	57	1702	52493	57863	2	2	Rendah	Menengah
Kota Tanjung Balai	4957	27	1502	81576	88062	2	1	Rendah	Rendah
Kota Pematang Siantar	25023	514	9036	178649	213222	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Kota Tebing Tinggi	12972	232	6132	176124	195460	2	1	Rendah	Rendah
Kota Medan	541618	6454	174542	3050364	3772978	1	0	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
Kota Binjai	26927	234	9548	268859	305568	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Kota Padangsidimpuan	7820	82	3769	59184	70855	2	1	Rendah	Rendah
Kota Gunungsitoli	1081	9	821	37383	39294	2	2	Rendah	Menengah
Kab/Kota	Mobil Penumpang	Bus	Truk	Sepeda Motor	Total	K-Means	K-Medoids	Prioritas KMeans	Prioritas KMedoids
Nias	3283	24	2093	66362	71762	2	1	Rendah	Rendah
Mandailing Natal	6970	60	2972	110020	120022	2	1	Rendah	Rendah
Tapanuli Selatan	10263	224	6367	148412	165266	2	1	Rendah	Rendah
Tapanuli Tengah	5004	59	2681	95269	103013	2	1	Rendah	Rendah
Tapanuli Utara	10203	278	3732	49857	64070	2	1	Rendah	Rendah
Toba Samosir	7501	126	3097	40470	51194	2	1	Rendah	Rendah
Labuhan Batu	22476	218	14376	394136	431206	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Asahan	22372	157	12350	449952	484831	0	0	Menengah	Sangat Tinggi

Simalungun	27714	651	14211	319976	362552	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Dairi	7787	91	4768	47531	60177	2	1	Rendah	Rendah
Karo	23041	220	14317	70403	107981	2	0	Rendah	Sangat Tinggi
Deli Serdang	37178	205	17174	483102	537659	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Langkat	18080	120	8943	373714	400857	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Nias Selatan	974	8	646	13708	15336	2	2	Rendah	Menengah
Humbang Hasundutan	5587	87	2679	29894	38247	2	1	Rendah	Rendah
Pakpak Bharat	986	7	479	5925	7397	2	2	Rendah	Menengah
Samosir	3151	119	2001	26087	31358	2	2	Rendah	Menengah
Serdang Bedagai	11821	66	5295	222989	240171	2	1	Rendah	Rendah
Batu Bara	7340	69	2081	91377	100867	2	1	Rendah	Rendah
Padang Lawas Utara	1105	18	457	15197	16777	2	2	Rendah	Menengah
Padang Lawas	1934	17	616	28372	30939	2	2	Rendah	Menengah
Labuhan Batu Selatan	7184	83	2744	101117	111128	2	1	Rendah	Rendah
Labuhan Batu Utara	5660	22	2242	77089	85013	2	1	Rendah	Rendah
Nias Utara	222	2	119	2518	2861	2	2	Rendah	Menengah
Nias Barat	170	1	38	1668	1877	2	2	Rendah	Menengah
Kota Sibolga	3611	57	1702	52493	57863	2	2	Rendah	Menengah
Kota Tanjung Balai	4957	27	1502	81576	88062	2	1	Rendah	Rendah
Kota Pematang Siantar	25023	514	9036	178649	213222	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Kota Tebing Tinggi	12972	232	6132	176124	195460	2	1	Rendah	Rendah
Kota Medan	541618	6454	174542	3050364	3772978	1	0	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
Kota Binjai	26927	234	9548	268859	305568	0	0	Menengah	Sangat Tinggi
Kota Padangsidimpuan	7820	82	3769	59184	70855	2	1	Rendah	Rendah
Kota Gunungsitoli	1081	9	821	37383	39294	2	2	Rendah	Menengah

Dari hasil table di atas, penelitian ini membagi wilayah ke dalam 3 klaster prioritas menggunakan algoritma K-Means.

Dengan penjelasan pada setiap cluster sebagai berikut:

1. Klaster 1 (Prioritas Sangat Tinggi): Kota Medan. Wilayah ini berdiri sendiri karena nilai outlier yang ekstrem pada variabel sepeda motor dan mobil.
2. Klaster 2 (Prioritas Menengah): Deli Serdang, Asahan, Simalungun, Langkat, dan Batu Bara. Wilayah ini memiliki beban energi logistik yang besar (Truk).
3. Klaster 3 (Prioritas Rendah): Nias, Pakpak Bharat, Samosir, dll.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa algoritma K-Means memiliki tingkat akurasi dan stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan K-Medoids dalam pemetaan wilayah distribusi BBM di Sumatera Utara. Melalui validasi *Silhouette Score* sebesar 0,63, K-Means memberikan pengelompokan yang logis dan aplikatif bagi pengambil kebijakan.

Kota Medan teridentifikasi sebagai prioritas tunggal yang memerlukan penanganan distribusi energi khusus. Hasil ini diharapkan dapat menjadi rujukan ilmiah bagi instansi terkait dalam menyusun kebijakan alokasi kuota BBM bersubsidi yang lebih adil dan tepat sasaran berdasarkan beban kendaraan riil di setiap wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

BPS Provinsi Sumatera Utara, "Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Kendaraan di Provinsi Sumatera Utara (unit), 2025," 2025. (Online). Available: sumut.bps.go.id

- S. Sutiono, R. F. Wijaya, and M. S. Novelan, "Analisis pengelompokan jadwal mengajar guru menggunakan metode K-Means clustering," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, 2025.
- S. N. S. Sitinur and Z. Sitorus, "Implementasi data mining untuk clustering produktivitas bawang merah menggunakan metode K-Means," *Jurnal Teknologi Informasi*, 2024.
- D. Apriandi, R. M. Sari, and M. I. Sarif, "Analisis clustering untuk menentukan siswa berprestasi menggunakan metode K-Means," *Jurnal Riset Komputer*, 2024.
- A. Masruriyah, K. N. Malik, and Mardiah, "Studi komparatif algoritma K-Means dan K-Medoids untuk segmentasi informasi kesehatan," *Jurnal Informatika*, 2025.
- I. P. A. Vidyananta and K. T. Dermawan, "Perbandingan algoritma K-Means dan K-Medoids dalam pengelompokan provinsi berdasarkan indikator pendidikan dasar," *Jurnal Sains Data*, 2024.
- G. R. Pratiwi, et al., "Klasterisasi tingkat kemiskinan kabupaten/kota di Indonesia menggunakan algoritma K-Means dan K-Medoids," *Jurnal Statistika*, 2024.
- H. A. Ulvi and M. Ikhsan, "Comparison of K-Means and K-Medoids clustering algorithms for export-import grouping in Indonesia," *International Journal of Data Science*, 2024.
- S. M. Sabrina and T. H. Setiawan, "Clustering provinsi Indonesia berdasarkan IPM menggunakan K-Medoids," *Jurnal Matematika dan Aplikasi*, 2025.
- I. Mujahidin and S. H. Hasanah, "Comparative analysis of K-Means, K-Medoids, and Fuzzy C-Means for clustering provinces in Indonesia based on rice production," 2024.
- N. Dwitiyanti, S. A. Kumala, and S. D. Handayani, "Comparative study of clustering algorithms (K-Means &

-
- K-Medoids)," *Jurnal Komputer dan Informatika*, 2024.
- G. A. Pambudhi, A. Homaidi, and F. Santoso, "Komparasi K-Means dan K-Medoids dalam klasterisasi wilayah rawan bencana," 2024.
- G. Nurcahya, A. Wibowo, and D. Kristanto, "Perbandingan K-Means dan K-Medoids dalam klasterisasi kriminalitas wilayah," 2023.
- I. M. Karo Karo, et al., "K-Means and K-Medoids comparison for clustering forest fire location," *Journal of Algorithms*, 2023.
- M. Wahyudi, S. Solikhun, L. Pujiastuti, and G. W. Weber, "New approach K-Medoids clustering based on Chebyshev distance with quantum computing," *Scientific Reports*, 2025.
- N. Nafiiyah, et al., "K-Means Clustering for Data-Driven Traffic Accident in East Java," *Journal of Engineering and Technology*, 2025.