

PERBANDINGAN METODE FUZZY C-MEANS DAN K-MEANS UNTUK PEMETAAN DAERAH RAWAN KRIMINALITAS DI KOTA PALEMBANG

Saiful Bahri*¹⁾, Yuli Wijayanti ²⁾,

Program Studi Informatika, Fakultas Saintekkeb, Institut Teknologi Bisnis dan Kesehatan Bhakti Putra Bangsa Indonesia
Program Studi Sains Data, Fakultas Saintekkeb, Institut Teknologi Bisnis dan Kesehatan Bhakti Putra Bangsa Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Clustering, Fuzzy C-Means, K-Means, Kriminalitas,

Keywords: Keywords : Clustering, Criminality, Fuzzy C-Means, K-Means

Article history:

Received 11 June 2025

Revised 16 June 2025

Accepted 18 June 2025

Available online 30 June 2025

* Corresponding author.

Corresponding Author

E-mail address:

saifulbahri970405@gmail.com

yuliwijayanti2690@gmail.com

ABSTRAK

Kriminalitas adalah salah satu isu signifikan di wilayah, termasuk di Palembang. Namun, di Polresta Kota Palembang, selama ini hanya mencatat laporan mengenai kriminalitas tanpa memvisualisasikannya dalam bentuk informasi spasial. Metode pengelompokan yang diterapkan adalah Fuzzy C-Means dan K-Means. Metode Fuzzy C-Means adalah pengelompokan data yang ditentukan oleh derajat keanggotaan, sedangkan metode K-Means adalah pengelompokan data yang ditentukan oleh centroid kejadian kriminalitas. Daerah tingkat kerawanan dari kedua metode tersebut menunjukkan hasil yang berbeda. The Partition Coefficient Index obtained from the Fuzzy C-Means method is 0.818, while the Silhouette Index derived from the K-Means method is 0.569.

ABSTRACT

Crime is one of the most important issues in regional areas, including Palembang. However, the Palembang City Police Headquarters has only recorded crime reports without visualizing them in spatial information. The clustering methods used are Fuzzy C-Means and K-Means. The Fuzzy C-Means method groups data based on membership degrees, while the K-Means method groups data based on the centroids of criminal incidents. The vulnerability levels of the two methods produce different results. The results of the Partition Coefficient Index test from the Fuzzy C-Means method were 0.818, while the results of the Silhouette Index test from the K-Means method were 0.569.

I PENDAHULUAN

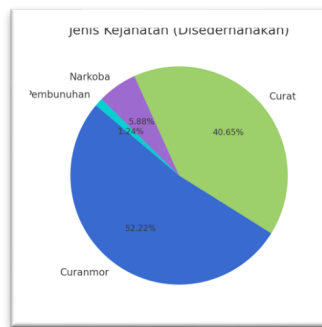
Kejahatan adalah suatu tindakan yang merugikan masyarakat dan menjadi isu krusial bagi seluruh daerah. Saat ini, terdapat berbagai jenis kejahatan yang mengganggu masyarakat. Angka kriminalitas di Palembang pada tahun 2023 menunjukkan peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya, dan data dari Polresta Kota Palembang mengindikasikan bahwa tren kenaikan ini berlangsung from tahun 2021 hingga 2023. diperlukan suatu metode penyajian informasi spasial yang memanfaatkan Sistem Informasi Geografis untuk membantu kepolisian dalam memantau daerah rawan kriminalitas di Kota Palembang. Penelitian yang dilakukan oleh (Gustriansyah et al., 2022) menerapkan metode Hierarchical Clustering untuk memetakan tingkat kriminalitas di kota-kota besar di Pulau Jawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini relatif mudah dipahami, namun kurang efektif ketika dataset berukuran sangat besar. Sementara itu, (Miftahurrahmi et al., 2024) mengintegrasikan metode DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) dengan data spasial untuk mendeteksi wilayah rawan kriminalitas di Kota Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DBSCAN mampu mengidentifikasi kluster kriminalitas dengan pola yang lebih kompleks, khususnya di wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Metode pengelompokan dapat diterapkan untuk memetakan wilayah berdasarkan tingkat kerawanan kriminalitasnya. Ada berbagai metode clustering yang dapat diterapkan, tetapi setiap metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan yang unik. Hapsari's research employed the K-Means method to categorize areas prone to criminality in Indonesia, subsequently tested using KMO and Bartlett's test. Penelitian oleh Kaur

dan Sehra menggunakan metode Fuzzy C-Means untuk menganalisis dan memvisualisasikan hotspot kriminalitas di Kota Chicago, dengan fokus pada dua kategori kejahatan: kriminalitas sensitif dan kriminalitas materialistis.

II METODE PENELITIAN

1. DATA PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data primer dan sekunder. Data mengenai tindak kriminalitas dari tahun 2021 hingga 2023 dianalisis untuk memetakan daerah rawan kriminalitas di Kota Palembang menggunakan metode Fuzzy C-Means dan K-Means, sedangkan data tindak kriminalitas dari bulan Januari hingga Maret 2024 digunakan untuk memverifikasi hasil pemetaan tingkat kerawanan kriminalitas dari kedua metode tersebut. Persentase tindak kriminalitas dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan distribusi titik tindak kriminalitas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Presentase Tindak Kriminalitas

Data awal dari wawancara dengan pihak Polrestaes Kota Semarang digunakan untuk menetapkan bobot bagi jenis kasus kriminalitas melalui metode AHP. Bobot kasus kriminalitas yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk pengolahan kluster tingkat kerawanan kriminalitas, baik untuk metode Fuzzy C-Means maupun K-Means. Bobot yang diperoleh dari metode AHP untuk setiap kasus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot tiap Kasus Kriminalitas

Jenis Kasus	Bobot
Curanmor	0,069
Narkoba	0,022
Pembunuhan	0,340

2. Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means menggunakan model pengelompokan data berdasarkan derajat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Data yang digunakan adalah data dikelompokkan tiap Kecamatan berdasarkan jumlah data seluruh kejadian, dan informasi kasus (jumlah tiap kasus dan keterangan kasus) yang sudah dilakukan perkalian sesuai dengan bobotnya masing-masing, kemudian diolah berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut (Rosiana et al., 2023):

1. Menentukan terlebih dahulu nilai perhitungan awal
 - a. Jumlah klaster = 5
 - b. Pangkat = 2
 - c. Maksimum iterasi = 100
 - d. Error terkecil = 0,0001
2. Bangkitkan bilangan acak (μ_{ik}) dengan $i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, c$ dan c sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Hitung jumlah setiap kolom :

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \tag{1}$$

Dengan $j = 1, 2, \dots, n$

Hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$

3. Hitung pusat kluster ke- k V_{kj} :

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w \times x_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (3)$$

dengan $k = 1, 2, \dots, c$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

4. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- t ,

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w) \quad (4)$$

5. Hitung perubahan matriks partisi :

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (5)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $k = 1, 2, \dots, c$

6. Cek kondisi berhenti Jika iterasi lebih dari 100 atau nilai kesalahan terkecil (ϵ) lebih kecil dari 0,0001, jika belum memenuhi syarat maka ulangi langkah ke 3

3. K-Means

K-Means merupakan metode *clustering* yang paling sederhana dikarenakan dapat mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang relatif cepat dan efisien (Wirwan et al., 2015) Pengolahan *KMeans* adalah pengolahan berdasarkan perhitungan jarak terdekat antara data ke centroid.

Data yang digunakan adalah data yang sama digunakan untuk pengolahan FCM, yaitu jumlah kejadian dan informasi kasus yang sudah dilakukan perkalian sesuai dengan bobotnya masing-masing, kemudian diolah berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut (Santosa, 2007):

- Tentukan jumlah K cluster
- Inisialisasikan K pusat cluster. Inisialisasi ini dilakukan dengan cara *random*. Namun pada penelitian ini, untuk menentukan centroid awal menggunakan software SPSS.
- Alokasikan masing-masing data ke *centroid*/rata-rata terdekat. Kedekatan suatu data ke *cluster* tertentu ditentukan jarak antara data dengan pusat cluster. Dalam tahap ini dihitung jarak tiap data ke tiap pusat cluster. Jarak paling dekat antara satu data dengan data satu cluster tertentu akan menentukan suatu data masuk dalam cluster mana. Untuk menghitung jarak digunakan rumus *Euclidean Distance Space* yaitu:

$$D_{12}(x_2, x_1) = \|x_2 - x_1\| = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{2j} - x_{1j})^2} \quad (6)$$

Keterangan :

- x_1 = Objek Data
- x_2 = Centroid
- P = Dimensi Data
- D = Jarak

- Menentukan kembali pusat cluster yang baru dengan cara menghitung rata-rata dari keanggotaan cluster yang sekarang.
- Pengalokasian objek ke cluster terdekat dengan menggunakan *centroid* yang baru. Perhitungan selesai jika tidak ada anggota yang berpindah cluster, jika ada ulangi lagi langkah ke 4.

4. Verifikasi Tingkat Kerawanan Kriminalitas

Verifikasi digunakan untuk menilai akurasi metode Fuzzy C-Means dan KMeans dalam memetakan tingkat kerawanan di Kota Semarang. Verifikasi dilakukan dengan mengoverlay data kriminalitas from Januari hingga Maret 2024 dengan hasil tingkat kerawanan kriminalitas yang diperoleh melalui pengolahan Fuzzy C-Means dan KMeans dari tahun 2021 hingga 2023. Formula untuk menghitung tingkat verifikasi adalah sebagai berikut:

Tingkat Kesesuaian = $(a+b+c) / N \times 100 \%$ (11) Keterangan: a :Jumlah kejadian di daerah rawan sangat tinggi b: Jumlah kejadian di daerah rawan tinggi c : Jumlah kejadian di daerah rawan sedang
 N: Jumlah keseluruhan

Hasil verifikasi yang lebih besar menunjukkan bahwa metode clustering tersebut lebih baik dibandingkan yang lain pada penelitian ini.

III PEMBAHASAN

A. Perbandingan Hasil Pemetaan Daerah Rawan Kriminalitas Kota Semarang

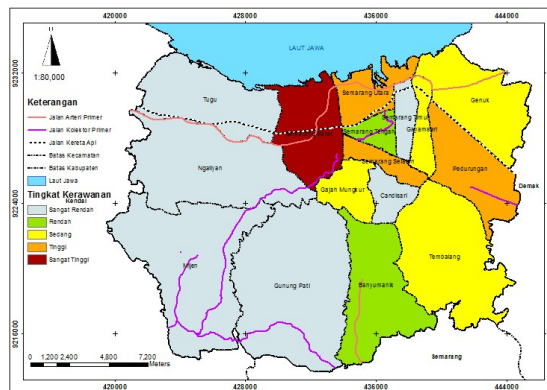
Hasil analisis keseluruhan kasus kriminalitas, baik dengan metode Fuzzy C-Means maupun K-Means, menunjukkan pemetaan kluster daerah rawan kriminalitas yang serupa untuk tingkat kerawanan di setiap kecamatan Kota Semarang. Namun, terdapat sedikit perbedaan dalam nilai pusat kluster antara kedua metode tersebut. The results for the mapping of crime vulnerability clusters in each district from both methods are identical, due to the little difference in cluster centroid values. Nilai pusat cluster untuk setiap kelas tingkat kerawanan, baik menggunakan metode Fuzzy C-Means maupun K-Means, dapat ditemukan pada tabel 2 dan tabel 3. Hasil pemetaan tingkat kerawanan kriminalitas untuk kedua metode, Fuzzy C-Means dan K-Means, dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Nilai Pusat Cluster untuk Tiap Kelas Tingkat Kerawanan Metode Fuzzy C-Means

Cluster Tingkat Kerawanan	Nilai Pusat Cluster	
	Jumlah Kasus Kriminalitas	Bobot
C1 (Sangat Tinggi)	222,824	19,498
C2 (Tinggi)	181,886	15,674
C3 (Sedang)	139,438	12,863
C4 (Rendah)	115,468	10,610
C5 (Sangat Rendah)	65,593	5,697

Tabel 3. Nilai Pusat Cluster untuk Tiap Kelas Tingkat Kerawanan Metode K-Means

Cluster Tingkat Kerawanan	Nilai Pusat Cluster	
	Jumlah Kasus Kriminalitas	Bobot
<u>C1 (Sangat Tinggi)</u>	<u>223,000</u>	<u>19,514</u>
<u>C2 (Tinggi)</u>	<u>182,667</u>	<u>15,795</u>
<u>C3 (Sedang)</u>	<u>141,250</u>	<u>12,753</u>
<u>C4 (Rendah)</u>	<u>115,500</u>	<u>10,641</u>
<u>C5 (Sangat Rendah)</u>	<u>78,833</u>	<u>6,869</u>



Gambar 3. Daerah rawan kriminalitas seluruh kasus metode Fuzzy C-Means dan metode KMeans

Menurut Gambar 3, wilayah dengan tingkat kerawanan yang sangat tinggi terletak di Kecamatan Semarang Barat. Wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi terletak di Kecamatan Semarang Utara, Semarang Selatan, dan Pedurungan. Wilayah dengan tingkat kerawanan sedang meliputi Kecamatan Genuk, Tembalang, Gayamsari, dan Gajah Mungkur. Wilayah dengan tingkat kerawanan rendah terletak di Kecamatan Banyumanik dan Semarang Tengah. Other districts fall within the category of very low vulnerability. Menurut tabel 2 dan tabel 3, jumlah kasus kriminalitas dan bobot tingkat jenis kasus menunjukkan bahwa daerah rawan sangat tinggi memiliki 223 kasus kriminalitas dan bobot tingkat kasus sebesar 19,51.

B. Perbandingan Jumlah Iterasi Untuk Pemetaan Daerah Rawan Kriminalitas

Dalam menghasilkan peta daerah rawan kriminalitas, metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* memerlukan beberapa iterasi. Rincian iterasi terakhir metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* untuk menghasilkan peta daerah rawan kriminalitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Iterasi Terakhir metode *Fuzzy C-Means* dan *K-Means*

Jenis Kasus	Jumlah Iterasi	
	<i>Fuzzy CMeans</i>	<i>K-Means</i>
Semua Kasus Kriminalitas	Iterasi ke-15	Iterasi ke-2
Kasus Curanmor	Iterasi ke-16	Iterasi ke-1
Kasus Narkoba	Iterasi ke-11	Iterasi ke-1
Kasus Pembunuhan	Iterasi ke-11	Iterasi ke-1

Menurut Tabel 4, semua algoritma *K-Means* menghasilkan klustering yang lebih cepat dibandingkan algoritma *Fuzzy C-Means* untuk seluruh kasus dan setiap jenis kejahatan. Jumlah iterasi maksimum pada metode *Fuzzy C-Means* adalah 22, sedangkan pada metode *K-Means* adalah 2.

C. Perbandingan Hasil Uji Pengolahan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan SI pada metode *K-Means* dan PCI pada metode *Fuzzy C-Means*, diperoleh hasil sebagaimana tercantum dalam Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa semua hasil nilai metode *Fuzzy C-Means* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai metode *K-Means*, dengan rata-rata metode *Fuzzy C-Means* sebesar 0,818, sedangkan rata-rata metode *K-Means* sebesar 0,569. Metode *Fuzzy C-Means* merupakan metode yang superior dibandingkan *K-Means* dalam analisis kriminalitas di Kota Semarang, karena hasil pengujian lebih mendekati nilai 1.

Tabel 5. Hasil Uji Pengolahan

Jenis Kasus	Uji PCI <i>Fuzzy CMeans</i>	Uji SI <i>K-Means</i>
Semua Kasus Kriminalitas	0,846	0,601
Kasus Curanmor	0,811	0,450
Kasus Narkoba	0,799	0,572
Kasus Pembunuhan	0,950	0,844
Rata-Rata	0,818	0,569

D. Perbandingan Nilai Verifikasi Hasil Pemetaan Daerah Rawan Kriminalitas

Verifikasi metode *Fuzzy C-Means* dan *KMeans* dilakukan dengan membandingkan data kejadian kriminalitas from Polrestabes Kota Semarang untuk bulan Januari-Maret 2024 dengan hasil pengelompokan daerah rawan kriminalitas berdasarkan total tindak kriminalitas. Jumlah kejadian kriminalitas di Kota Palembang antara Januari dan Maret 2024 adalah 164, tersebar di 16 kecamatan, dianalisis menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *K-Means*. Distribusi titik verifikasi koordinat kejadian kasus kriminalitas dari kedua metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Tabel 6. dapat dilihat bahwa nilai hasil verifikasi yang diperoleh dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* memperoleh rata-rata sebesar 71,23 %, sedangkan metode *K-Means* memperoleh rata-rata sebesar 65,45%. Berdasarkan uji

verifikasi tersebut dapat disimpulkan pengolahan kriminalitas di Kota Semarang dengan menggunakan metode *Fuzzy CMeans* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode *K-Means*.

Tabel 6. Verifikasi Seluruh Kasus Kriminalitas

Jenis Kasus	Hasil Verifikasi	
	Fuzzy C-Means	K-Means
Semua Kasus Kriminalitas	70,12%	70,12%
Kasus Curanmor	58,14%	58,14%
Kasus Narkoba	100,00%	100,00%
Kasus Pembunuhan	50,00%	50,00%
Rata-Rata Total	71,23%	65,45%

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Menurut data kriminalitas yang diperoleh dari Polrestabes Kota Semarang, terdapat 2163 kasus yang terjadi di 16 kecamatan selama tahun 2021 hingga 2023. Kasus terbanyak adalah curanmor dengan 586 kasus, sedangkan kasus terendah adalah pembunuhan dengan 14 kasus. Nilai uji pengolahan metode Fuzzy C-Means sebesar 0,818 dikategorikan lebih baik dibandingkan metode K-Means karena lebih mendekati angka 1. Hasil verifikasi terhadap data kriminalitas tahun 2024 menunjukkan bahwa metode Fuzzy C-Means lebih unggul dengan persentase sebesar 71,23%. Metode Fuzzy C-Means Clustering lebih superior dibandingkan metode K-Means dalam pemetaan daerah rawan kriminalitas di Kota Palembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Gustriansyah, R., Alie, J., & Suhandi, N. (2022). Hierarchical clustering for crime rate mapping in Indonesia. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 14(3), 275–283. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v14i3.1135.275-283>
- Miftahurrahmi, S., Zilrahmi, Amalita, N., & Mukhti, T. O. (2024). Metode Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) dalam Mengelompokkan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Kasus Kriminalitas Tahun 2022. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 2(3), 330–337. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol2-iss3/203>
- Rosiana, P. S., Mohsa, A. A., Fadila, M. A., & Jaman, J. H. (2023). Visualisasi Data Tindak Kejahatan Berdasarkan Jenis Kriminalitas Di Kabupaten Karawang Dengan Menggunakan Algoritma Clustering K-Means. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1).
- Santosa, B. (2007). Data mining teknik pemanfaatan data untuk keperluan bisnis. *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 978(979), 756.
- Wirwan, Y. A., Indwiarti, I., & Sibaroni, Y. (2015). Kombinasi Algoritma Agglomerative Clustering dan K-Means Untuk Segmentasi Pengunjung Website. *EProceedings of Engineering*, 2(1).