

VISUALISASI DATA TINDAK KEJAHATAN BERDASARKAN JENIS KRIMINALITAS DI KABUPATEN KARAWANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CLUSTERING K-MEANS

Puput Silva Rosiana¹, Alpin Apriliansyah Mohsa², Muhamad Arya Fadila³, Jajam Haerul Jaman⁴

^{1,2,3,4} Universitas Singaperbangsa Karawang; Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361, Telp. (0267) 641177

Riwayat artikel:

Received: 18 Juli 2023

Accepted: 10 Agustus 2023

Published: 11 September 2023

Keywords:

Visualisasi data; tindak kejahatan; jenis kriminalitas; Kabupaten Karawang; algoritma clustering k-means; dataset terbuka; Open Data Jabar; QGIS.

Correspondent Email:

puputsilva73@gmail.com

Abstrak. Tingkat kejahatan yang meningkat di Kabupaten Karawang merupakan tantangan yang serius bagi penegakan hukum dan keamanan masyarakat. Visualisasi data kriminalitas berdasarkan jenis kejahatan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi penegak hukum dan pengambil keputusan dalam mengidentifikasi pola kejahatan, alokasi sumber daya, serta pengembangan strategi pencegahan kejahatan yang efektif. Dalam penelitian ini, kami menggunakan dataset terbuka dari Open Data Jabar yang mencakup informasi tentang tindak kejahatan di Kabupaten Karawang. Metode yang digunakan adalah algoritma clustering *k-means* untuk mengelompokkan jenis kejahatan berdasarkan pola yang ada. Pertama, data kejahatan diolah dan disiapkan dengan membersihkan dan mengintegrasikan setiap entri. Selanjutnya, algoritma clustering *k-means* diterapkan untuk mengelompokkan data kejahatan menjadi klaster yang berbeda berdasarkan kemiripan pola. Hasil analisis tersebut kemudian divisualisasikan menggunakan tools QGIS. Hasil pengelompokan daerah rawan kriminalitas di Karawang pada tahun 2021 didapatkan cluster rendah sebanyak 10 kecamatan masuk kedalam cluster rendah tingkat kriminalitasnya, 8 kecamatan masuk kedalam cluster sedang, 8 kecamatan masuk kedalam cluster tinggi, 4 kecamatan masuk kedalam cluster tinggi sekali.

Abstract. The increasing crime rate in Karawang Regency is a serious challenge for law enforcement and community safety. Visualization of crime data by crime type can provide valuable insights for law enforcement and decision makers in identifying crime patterns, resource allocation, as well as the development of effective crime prevention strategies. In this study, we used an open dataset from Open Data Jabar that includes information on crime in Karawang Regency. The method used is the *k-means* clustering algorithm to group crime types based on existing patterns. First, the crime data was processed and prepared by cleaning and integrating each entry. Next, the *k-means* clustering algorithm was applied to group the crime data into different clusters based on pattern similarity. The results of the analysis were then visualized using the QGIS tool. The results of clustering crime-prone areas in Karawang in 2021 showed that 10 sub-districts were included in the low crime cluster, 8 sub-districts were included in the medium cluster, 8 sub-districts were included in the high cluster, 4 sub-districts were included in the very high cluster.

1. PENDAHULUAN

Kriminalitas adalah perilaku yang melanggar hukum dan merugikan individu atau masyarakat secara umum. Hal ini mencakup berbagai tindakan yang dianggap ilegal, seperti pencurian, kekerasan, penipuan, dan narkoba. Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa tingkat kriminalitas (crime rate) di Indonesia sebesar 90 per 100.000 penduduk pada tahun 2021.

Dalam penelitian ini, kami akan melakukan pengelompokan daerah rawan kriminalitas di Indonesia menggunakan metode analisis kelompok. Salah satu metode yang digunakan adalah K-Means Clustering, yang merupakan metode non-hierarki yang cocok untuk data yang besar. Metode ini juga memiliki proses pengelompokan yang lebih cepat daripada metode hierarki [1].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengelompokan daerah rawan kriminalitas di Karawang pada tahun 2021. Variabel penelitian yang digunakan adalah jenis-jenis kriminalitas, dan obyek penelitian adalah seluruh Kecamatan di Kabupaten Karawang. Metode analisis kelompok yang digunakan dalam penelitian ini adalah K-Means Clustering.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Visualisasi data tindak kejahatan berdasarkan jenis kriminalitas di Karawang menggunakan algoritma clustering *k-means* merupakan pendekatan yang menarik untuk menganalisis pola kejahatan dan memahami distribusi kejahatan di wilayah tersebut. Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan dalam konteks ini, dan tinjauan pustaka ini akan membahas beberapa penelitian terkait.

2.1 CRISP-DM

CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) adalah sebuah metodologi untuk melakukan data mining. Metodologi ini terdiri dari enam tahap, yaitu Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modeling, Evaluation, dan Deployment.

2.2 K-Means Clustering

Data mining, atau penambangan data, adalah proses penemuan pola dan informasi yang bermanfaat dari kumpulan data besar. Tujuan utama dari data mining adalah mengidentifikasi

hubungan yang tersembunyi, tren, dan pola yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai bidang. Proses data mining melibatkan beberapa tahap. Tahap pertama adalah pemilihan dan penyiapan data, di mana data yang relevan dikumpulkan dari berbagai sumber dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat dianalisis. Tahap berikutnya adalah eksplorasi data, di mana berbagai teknik dan algoritma digunakan untuk menggali informasi yang tersembunyi dalam data.

Data clustering, atau pengelompokan data, adalah teknik dalam analisis data yang bertujuan untuk mengelompokkan objek-objek data yang serupa ke dalam kelompok-kelompok yang saling berbeda. Tujuan dari data clustering adalah mengidentifikasi pola atau struktur yang tersembunyi dalam data, tanpa adanya informasi sebelumnya tentang kelompok-kelompok yang ada. *K-Means* dimulai dengan memilih sejumlah titik awal sebagai pusat kelompok. Jumlah pusat kelompok ini harus ditentukan sebelumnya oleh pengguna. Setiap objek data akan dikelompokkan ke kelompok yang memiliki pusat terdekat dengannya berdasarkan jarak Euclidean atau metrik lain yang sesuai.

2.3 Elbow Method

adalah teknik yang digunakan dalam analisis klaster (clustering) untuk membantu menentukan jumlah klaster yang optimal dalam suatu dataset. Metode ini disebut "elbow" karena grafik hasil klastering seringkali menyerupai lengkungan siku tangan pada titik di mana penurunan variansi yang dijelaskan oleh klaster tambahan mulai menjadi berkurang secara signifikan.

Proses metode elbow dimulai dengan mengklasterkan dataset dengan berbagai jumlah klaster yang berbeda. Setiap kali jumlah klaster bertambah, nilai variansi yang dijelaskan oleh klaster meningkat. Setelah itu, nilai variansi yang dijelaskan oleh setiap klaster diplotkan pada grafik dengan sumbu horizontal yang mewakili jumlah klaster dan sumbu vertikal yang mewakili variansi. Grafik ini akan menunjukkan bagaimana peningkatan jumlah klaster mempengaruhi penurunan variansi.. Metode ini dinamakan Elbow karena bentuk grafik yang dihasilkan menyerupai siku pada siku tangan manusia. Langkah-langkah yang digunakan pada metode elbow meliputi

Inisialisasi awal nilai K , Menaikan nilai K , Menghitung hasil SSE (Sum of Squared Error) dari setiap nilai K , Membuat grafik SSE terhadap nilai K , dan Menentukan titik siku pada grafik SSE sebagai jumlah kluster yang optimal [3].

Teknik ini dilakukan dengan cara memplot variasi yang dijelaskan sebagai fungsi dari jumlah kluster dan memilih siku dari kurva sebagai jumlah kluster yang akan digunakan [4].

Teknik yang sama dapat digunakan untuk memilih jumlah parameter dalam model data lainnya. Intuisi di balik teknik ini adalah bahwa peningkatan jumlah kluster akan secara alami meningkatkan kecocokan (menjelaskan lebih banyak variasi), karena ada lebih banyak parameter (lebih banyak kluster) yang digunakan, tetapi pada suatu titik ini akan terjadi over-fitting, dan siku pada kurva mencerminkan hal ini [5].

2.4 Metode Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient adalah sebuah metode evaluasi kualitas kluster yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik objek dalam sebuah kluster cocok dengan kluster lainnya [6]. Metode ini menghitung nilai koefisien silhouette untuk setiap objek dalam kluster, yang mengukur seberapa dekat objek tersebut dengan objek lain dalam kluster yang sama dibandingkan dengan objek dalam kluster lain. Nilai koefisien silhouette berkisar dari -1 hingga 1, di mana nilai positif menunjukkan bahwa objek cocok dengan kluster yang ditugaskan dengan baik, sedangkan nilai negatif menunjukkan bahwa objek mungkin lebih cocok dengan kluster lain. Semakin tinggi nilai koefisien silhouette, semakin baik kualitas kluster. Metode ini sering digunakan bersamaan dengan metode Elbow untuk menentukan jumlah kluster yang optimal dalam sebuah kumpulan data [1].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu hanya mengolah data yang tersedia. Data diperoleh dari website dan publikasi Open Data Kabupaten Karawang. Metode yang digunakan adalah Algoritma *K-means* yang merupakan salah satu algoritma *clustering* (pengelompokan). *K-means clustering* merupakan metode clustering non-hirarki yang

mengelompokkan data dalam bentuk satu atau lebih cluster [7]. Kerangka penelitian atau suatu rancangan alur sebuah penelitian dibuat oleh penulis disampaikan melalui gambar yang berurutan sesuai dengan tahapan apa saja yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah melakukan analisis pemetaan daerah rawan kriminalitas di Kabupaten Karawang dengan menggunakan algoritma *k-means clustering*. Hasil dari clustering tersebut dievaluasi dan divisualisasikan menggunakan software QGIS.

1. Business Understanding

Business Understanding adalah tahap awal dalam proses data mining yang melibatkan pemahaman mendalam tentang tujuan bisnis, kebutuhan bisnis, dan konteks bisnis di mana data mining akan diterapkan. Pada tahap ini, fokus utama adalah memahami masalah bisnis yang ingin dipecahkan, tujuan yang ingin dicapai, dan bagaimana data mining dapat memberikan nilai tambah untuk mencapai tujuan tersebut. Dalam Business Understanding, langkah-langkah berikut biasanya dilakukan:

1. Pemahaman Tujuan Bisnis: Identifikasi tujuan bisnis yang ingin dicapai melalui data mining. Misalnya, meningkatkan penjualan, mengoptimalkan proses operasional, memahami perilaku

- pelanggan, atau mengidentifikasi tren pasar.
2. **Pemahaman Masalah Bisnis:** Mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang masalah bisnis yang ingin dipecahkan. Menentukan pertanyaan yang spesifik dan relevan yang ingin dijawab melalui analisis data. Contohnya, apakah ada pola tertentu dalam data pelanggan yang dapat membantu dalam segmentasi pasar?
 3. **Identifikasi Sumber Daya dan Kendala:** Mengidentifikasi sumber daya yang tersedia, baik dalam hal data yang diperlukan, keterampilan analisis data, dan infrastruktur teknologi. Menentukan kendala dan batasan yang mungkin mempengaruhi pelaksanaan data mining.
 4. **Penentuan Kriteria Keberhasilan:** Menetapkan kriteria keberhasilan yang jelas untuk proyek data mining. Misalnya, peningkatan persentase keberhasilan kampanye pemasaran atau pengurangan biaya operasional dalam proses produksi.
 5. **Analisis Risiko dan Manfaat:** Mengevaluasi risiko dan manfaat yang terkait dengan penggunaan data mining. Mengidentifikasi potensi keuntungan bisnis yang dapat diperoleh serta risiko yang mungkin timbul, seperti pelanggaran privasi atau kesalahan interpretasi data.

2. **Data Understanding**

Pada fase kedua yaitu data preparation dilakukan pengumpulan data, mendeskripsikan atau menggambarkan data, kemudian explore data mana yang mungkin bermanfaat untuk Pemerintah Kabupaten Karawang, selanjutnya mengidentifikasi masalah yang akan dilakukan berkaitan dengan data yang dimiliki dan mempelajari data yang didapatkan yang akan digunakan dalam penelitian. Data didapatkan dari open data jabar mengenai data tingkat kriminalitas berdasarkan laporan yang ada di wilayah Kabupaten Karawang pada tahun 2021.

Pada gambar 2. Merupakan contoh beberapa data pada dataset awal.

bps_nama_kecamatan	terdapat_pencurian	terdapat_penipuan	terdapat_penganiayaan	tahun
PANGKALAN	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	TIDAK ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	TIDAK ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	ADA	ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	ADA	ADA	TIDAK ADA	2021
PANGKALAN	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
TELUKJAMBE TIMUR	ADA	TIDAK ADA	ADA	2021
TELUKJAMBE TIMUR	TIDAK ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
TELUKJAMBE TIMUR	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
TELUKJAMBE TIMUR	TIDAK ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
TELUKJAMBE TIMUR	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021
TELUKJAMBE TIMUR	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA	2021

Gambar 2. Dataset Awal

Berikut adalah proses awal untuk melihat data pada file excel dan dilihat pada program python.

```
data = pd.read_excel('/content/Data tindak kejahatan kab karawang.xlsx')
data.head(15)
```

Gambar 3. Proses melihat data pada python

3. **Data Preparation**

Data preparation mencakup seluruh kegiatan dalam membangun dataset yang akan dimasukkan ke dalam pemodelan dari data mentah awal. *K-means* menjadi algoritma yang digunakan dalam mengolah pemodelan dataset. Pada tahap ini, dilakukan *preprocessing* dimana proses fase ini memiliki beberapa tahapan:

a. **Data Selection**

Berdasarkan gambar 4 pada dataset jumlah status tindak kriminalitas di Kabupaten Karawang pada tahun 2021 menunjukkan terdapat 29 objek dan 25 atribut pada data. Berikut adalah proses untuk melihat atribut dan objek pada python.

```
[ ] data.shape
(29, 25)
```

Gambar 4. Jumlah objek dan atribut pada data

b. **Data Preprocessing**

Pada dataset jumlah status tindak kriminalitas di Kabupaten Karawang pada tahun 2021 yang digunakan tidak adanya *missing value*.

Oleh karena itu tidak menjadi masalah karna data terisi dengan lengkap walaupun beberapa data terisi dengan angka 0(nol). Tetapi angka nol tersebut memiliki arti bahwa jumlah kasus pada data tidak ada

sama sekali maka dari itu tidak terdapat *missing value* pada dataset.

Maka Pada gambar 5 adalah hasil pada pengecekan *missing value*.

```
bps_nama_kecamatan      0
terdapat_pencurian      0
terdapat_penipuan       0
terdapat_penganiayaan   0
terdapat_pembakaran     0
terdapat_perkosaan      0
terdapat_pengedar_penyalahgunaan_narkoba 0
terdapat_perjudian      0
terdapat_pembunuhan     0
terdapat_perdagangan_manusia 0
dtype: int64
```

Gambar 5. Pengecekan *Missing Value*

4. Data Transformation

Tahap selanjutnya yaitu tranformasi data, menggunakan *MinMax Normalization* yang dimana angka awal akan diubah menjadi skala 0-1, *MinMax Normalization* di gunakan agar setiap atribut memiliki pengaruh yang sama dengan mengubah skala data dengan rentang 0-1.

Sehingga, memudahkan dalam proses pengolahan data dan memungkinkan untuk manaikan nilai evaluasi data.

Pada gambar 6 merupakan contoh beberapa data pada hasil dataset *transformation*.

bps_nama_kecamatan	terdapat_pencurian	terdapat_penipuan	terdapat_penganiayaan	tahun
TELUKAMBE TIMUR	1	0	1	2021
TEMPURAN	1	1	1	2021
TIRTAJAYA	1	1	1	2021
TIRTAMULYA	1	1	1	2021
RAWAMERTA	1	0	0	2021
RENGASDENGIKOK	1	1	0	2021
TEGALWARU	1	0	0	2021
TELAGASARI	1	1	1	2021
TELUKAMBE BARAT	1	1	1	2021

Gambar 6. hasil data *transform*

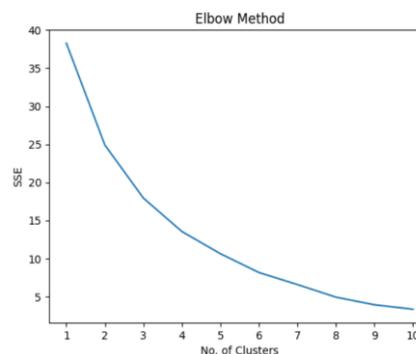
5. Metode Elbow

Pada tahap sebelumnya yaitu menemukan nilai *SSE(Sum of Square error)* pada setiap cluster, tahap berikutnya yaitu menemukan jumlah cluster yang optimal untuk analisis dengan cara menggunakan *metode elbow*.

Dengan begitu setelah proses metode elbow telah di lakukan maka harus dilakukan visualisasi dalam bentuk grafik untuk mempermudah analisis, grafik *metode elbow* di sajikan pada gambar 7.

Berdasarkan hasil visualisasi metode elbow tersebut bahwa cluster optimal yaitu 4 cluster, dengan begitu sudah di temukan bahwa pada analisis kali ini memiliki jumlah 4 cluster,

Pada gambar 7 merupakan hasil pada *metode elbow*



Gambar 7. Hasil *Metode Elbow*

6. Modelling

Modeling merupakan fase yang secara langsung melibatkan teknik data mining, pemilihan teknik data mining, algoritma dan menentukan parameter dengan nilai yang optimal.

Clustering merupakan teknik data mining yang digunakan pada penelitian ini. Adapun algoritma yang dipilih yaitu algoritma *k-means* yang nantinya akan dimodelkan pada data hasil transformasi.

Hasil yang diperoleh dari teknik clustering dan algoritma *k-means* yaitu kelompok data yang digunakan untuk mengelompokan daerah yang tinggi sekali tindak kriminalitasnya, tinggi, sedang, hingga rendah tingkat kriminalitasnya di wilayah Kabupaten Karawang.

Cluster yang akan dibuat adalah 4 cluster, penentuan cluster akan dibagi 4 yaitu cluster rendah (C0), cluster tinggi (C1), cluster sedang (C2), dan cluster tinggi sekali (C3).

Gambar 8 menunjukkan contoh beberapa data kriteria dan cluster pada dataset jumlah status tindak kriminalitas di kabupaten karawang pada tahun 2021. Berdasarkan gambar 8. menunjukkan cluster pada suatu kecamatan pada dataset jumlah status jenis kriminalitas di kab karawang pada tahun 2021 hasil terbagi menjadi 4 cluster.

Dan pada gambar 8 menunjukkan kriteria terbagi menjadi 4 kriteria pada suatu kecamatan pada dataset status tindak kriminalitas di kabupaten karawang pada tahun 2021.

Untuk memudahkan analisis maka penulis menambahkan kriteria pada data

yang di olah, penentuan pola pada suatu kecamatan di tentukan oleh pola persebaran jumlah kasus.

bps_nama_kecamatan	terdapat_pencurian	terdapat_penipuan	tahun	Clust	Kriteria
TELUKJAMBE TIMUR	1	0	2021	0	Rendah
TEMPURAN	1	1	2021	0	Rendah
TIRTAJAYA	1	1	2021	0	Rendah
TIRTAMULYA	1	1	2021	0	Rendah
RAWAMERTA	1	0	2021	2	Sedang
RENGASDENGKLOK	1	1	2021	1	Tinggi
TEGALWARU	1	0	2021	2	Sedang
TELAGASARI	1	1	2021	0	Rendah
TELUKJAMBE BARAT	1	1	2021	3	Tinggi Sekali

Gambar 8. Hasil akhir

7. Evaluasi

Suatu hasil pemodelan perlu dilakukan evaluasi guna mengetahui sejauh mana tingkat kualitas dari pada pemodelan yang diterapkan apakah sudah sesuai dengan tujuan yang sudah dirancang pada tahap business understanding.

Hasil pengujian menggunakan silhouette coefficient atau silhouette score yang ditunjukkan pada Gambar 9 menghasilkan nilai index sebesar 0,41 pada hasil clustering 2021.

```
from sklearn.metrics import silhouette_score

shil_avg = silhouette_score(df_transform, km.labels_)
print('Nilai Silhouette Coefficient : '+str(shil_avg))
```

Gambar 9. Proses Pengujian Silhouette Coeficient

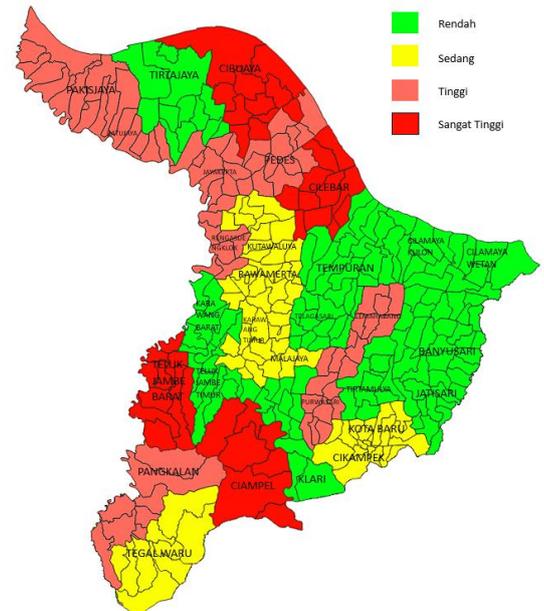
Nilai Silhouette Coefficient : 0.4104406681417962

Gambar 10. Hasil Pengujian Silhouette Coeficient

8. Deployment

Setelah proses pemodelan dengan menerapkan teknik data mining clustering, selanjutnya adalah tahapan penyusunan laporan dan proses pelaporan hasil kepada pihak Pemerintah Daerah Karawang yang diharapkan Pemerintah Daerah Kabupaten Karawang dapat menentukan keputusan yang tepat dalam mengatasi dan melakukan pencegahan kriminalitas yang terjadi. Laporan hasil akhir dilakukan setelah semua proses data mining sudah selesai dilakukan. Laporan yang akan diberikan kepada Pemerintah Daerah

Kabupaten Karawang dibuat dalam bentuk visualisasi pemetaan menggunakan QGIS. Hasil dari pengklasteran pada proses modeling dilakukan visualiasi berupa pemetaan menggunakan QGIS agar mudah dipahami dalam pemetaan daerah rawan kriminalitas di Kabupaten Karawang. Gambar 11 merupakan hasil visualisasi pemetaan daerah rawan kriminalitas tahun 2021.



Gambar 11. visualisasi dataset jumlah status tindak kriminalitas Kabupaten Karawang

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penerapan algoritma *k-means* mampu mengetahui pengelompokan daerah rawan kriminalitas di Kabupaten Karawang tahun 2021 berdasarkan lokasi, dan jenis kasus.
2. Pada pengelompokan kriminalitas menurut kecamatan didapatkan pada 2021 sebanyak 10 kecamatan masuk kedalam cluster rendah tingkat kriminalitasnya, 8 kecamatan masuk kedalam cluster sedang, 8 kecamatan masuk kedalam cluster tinggi, 4 kecamatan masuk kedalam cluster tinggi sekali. Hasil pengklasteran daerah rawan kriminalitas di

Kabupaten Karawang pada 2021 didapatkan cluster dengan tindak kriminalitas rendah sebanyak 10 kecamatan, cluster dengan tindak kriminalitas sedang sebanyak 8 kecamatan, cluster tinggi sebanyak 8 kecamatan, dan cluster tinggi sekali sebanyak 4 kecamatan.

Rakyat 2020,” Vol. 2, Pp. 21–28, 2022.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

1. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. I. 16611050 And Jurusan, “Optimasi Jumlah Cluster K-Means Dengan Metode Elbow Dan Silhouette Pada Produktivitas Tanaman Pangan Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2018,” 2020.
- [2] J. Prima *Et Al.*, “Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Menentukan Judul Skripsi Dan Jurnal,” Vol. 5, No. 2, Pp. 80–85, 2022.
- [3] F. A. Dewa And M. T. Jatipaningrum, “Segmentasi E-Commerce Dengan Cluster K-Means Dan Fuzzy C-Means (Studi Kasus : Media Sosial Di Indonesia Yang Diunduh Di Play Store),” Vol. 4, No. 1, Pp. 53–67, 2019.
- [4] E. Muningsih And S. Kiswati, “Sistem Aplikasi Berbasis Optimasi Metode Elbow Untuk Penentuan Clustering Pelanggan,” *Joutica*, Vol. 3, No. 1, P. 117, 2018, Doi: 10.30736/Jti.V3i1.196.
- [5] H. W. S. Rina Yuliana Sari1, Hardian Oktavianto2, “Algoritma K-Means Dengan Metode Elbow Untuk Mengelompokkan Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Berdasarkan Komponen Pembentuk Indeks Pembangunan Manusia,” Pp. 1–9, 2018.
- [6] S. Paembonan And H. Abduh, “Penerapan Metode Silhouette Coeficient Untuk Evaluasi Clustering Obat,” Vol. 6, No. 2, Pp. 48–54, 2021.
- [7] D. Andiani, S. Dwi, R. Septiani, And A. Riana, “Analisis Teknik Non-Hierarki Untuk Pengelompokan Kabupaten / Kota Di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Indikator Kesejahteraan