

DBSCAN Method in Clustering Provinces in Indonesia Based on Crime Cases in 2022

Syifa Miftahurrahmi, Zilrahmi*, Nonong Amalita, Tessa Octavia Mukhti

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: zilrahmi@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 20 Juli 2024

Revised : 12 Agustus 2024

Accepted : 12 Agustus 2024

ABSTRACT

Based on Central Statistics Agency 2023 data, in 2022 there was a significant increase in the number of crime cases in Indonesia compared to 2021, from 239,481 cases to 372,965 cases. The increase in the number of criminal acts occurred along with community activities that began to loosen up after the Covid-19 pandemic. The types of crimes that occur in Indonesia themselves vary, ranging from murder, theft, drug-related crimes, and others. This research will cluster provinces in Indonesia based on crime cases with certain types of crimes in 2022 using the Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) method. The results of the study are expected to help the government and police in an effort to deal with crime in Indonesia. Clustering using the DBSCAN method produces 2 clusters with a silhouette coefficient value of 0,68. The resulting cluster is cluster 0 with noise category consisting of 5 provinces with a high number of crime cases, while cluster 1 consists of 29 provinces with a low number of crime cases.

Keywords: Cluster Analysis, Crime Cases, DBSCAN, Provinces in Indonesia, Silhouette Coefficient



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Kriminalitas menjadi salah satu masalah sosial yang dihadapi oleh setiap negara di dunia, termasuk Indonesia. Dalam laporan *Global Peace Index* (GPI) oleh *Institute for Economics and Peace* (IEP) tahun 2022, Indonesia berada pada peringkat ke-47 dari 163 negara yang telah disurvei, dimana peringkat tersebut mengalami penurunan 2 tingkat dibandingkan tahun 2021. Penurunan peringkat tersebut terjadi karena Indonesia dinilai tidak cukup damai, dimana hal ini dapat dilihat dari masih terjadinya sejumlah aksi demonstrasi, terorisme, angka kriminal yang masih tinggi serta ketidakstabilan politik di Indonesia. Sejalan dengan hal tersebut, menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), pada tahun 2022 terjadi peningkatan jumlah kasus kriminalitas yang cukup signifikan dibandingkan dengan tahun 2021, yaitu sebanyak 133.484 kasus. Peningkatan jumlah tindakan kriminalitas tersebut terjadi seiring dengan aktivitas masyarakat yang mulai melonggar setelah pandemi Covid-19.

Tindakan kriminalitas dapat menimbulkan rasa takut, resah, dan tidak aman pada masyarakat. Sedangkan menurut Maslow (2024: 90-97), dalam teori hierarki kebutuhan manusia, rasa aman sendiri berada satu tingkatan setelah kebutuhan akan sandang, pangan, dan papan. Hal ini menandakan bahwa rasa aman merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi manusia. Jenis kasus kriminalitas yang terjadi di Indonesia sendiri berbagai macam, mulai dari pembunuhan, pencurian, kejahatan terkait narkoba, dan lain-lain. Karena tingginya jumlah kasus kriminalitas yang terjadi di Indonesia dengan berbagai jenis kasus yang terjadi, maka diperlukan suatu analisis untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan jenis kasus kriminalitas tertentu. Hal ini diharapkan dapat membantu pihak kepolisian dan pemerintah untuk mengambil keputusan apakah provinsi dengan tingkat kriminalitas yang tinggi membutuhkan suatu penanganan khusus.

Menurut Hair dkk. (2019: 192), analisis *cluster* adalah metode multivariat yang dirancang untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik yang sama. Menurut Santoso (2010), salah satu hal yang harus diperhatikan dalam melakukan analisis *cluster* adalah mengetahui apakah terdapat variabel yang memiliki nilai amatan yang jauh berbeda (*outlier*) atau tidak. Hal ini disebabkan tidak semua metode *clustering* dapat menghasilkan *cluster* yang baik apabila pada data terdapat *outlier*.

Salah satu metode yang dapat menghasilkan *cluster* yang baik walaupun pada data terdapat *outlier* adalah metode *Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN). Pengelompokan dengan menggunakan metode DBSCAN mengelompokkan amatan berdasarkan kepadatan (*density*), dimana daerah dengan kepadatan data yang tinggi akan membentuk *cluster* sedangkan daerah dengan kepadatan yang rendah akan dideteksi sebagai data *noise*. Kelebihan dari metode DBSCAN diantaranya yaitu, jumlah *cluster* tidak ditentukan di awal, dapat menemukan bentuk *cluster* yang berubah-ubah, dan dapat mendeteksi *outlier*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Purwanty dkk. (2024), mengenai pengelompokan kabupaten dan kota di Kalimantan Barat berdasarkan faktor-faktor kemiskinan menggunakan metode DBSCAN, diperoleh hasil yang cukup kuat yang ditunjukkan oleh nilai *silhouette coefficient* yaitu sebesar 0,67. Penelitian oleh Saputri dan Arianto (2023) dalam membandingkan metode *clustering* K-Means, K-Medoids, dan DBSCAN untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kesejahteraan masyarakat menggunakan data hasil reduksi dimensi t-SNE. Berdasarkan nilai koefisien *silhouette* tertinggi dan indeks *Davies-Bouldin* terendah diperoleh metode *clustering* terbaik adalah K-Means dan DBSCAN dengan parameter *perplexity* = 1, *minPts* = 2 dan *epsilon* = 9. Pada penelitian ini akan dilakukan pengelompokan 34 provinsi di Indonesia berdasarkan jenis kasus kriminalitas dengan pada tahun 2022 dengan menggunakan metode *Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN). Hasil dari penelitian diharapkan dapat membantu pemerintah dan kepolisian dalam upaya menangani tindakan kriminalitas di Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian terapan dengan data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari publikasi Statistik Kriminal 2023 oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Data pada penelitian ini adalah jumlah kasus kriminalitas yang terdapat pada 34 provinsi di Indonesia berdasarkan 5 jenis kejahatan tertentu pada tahun 2022. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kejahatan terhadap nyawa/pembunuhan (X_1), jumlah kejahatan terhadap fisik mencakup penganiayaan berat, penganiayaan ringan, dan kekerasan dalam rumah tangga (X_2), jumlah kejahatan terkait kesusilaan mencakup perkosaan dan pencabulan (X_3), jumlah kejahatan terkait narkoba mencakup narkoba dan psikotropika (X_4), dan jumlah kejahatan terkait penipuan, penggelapan, dan korupsi (X_5). Berdasarkan publikasi Statistik Kriminal 2023, kelima variabel yang digunakan pada penelitian ini termasuk ke dalam jenis kejahatan dengan skala besar dan menjadi kasus menonjol yang dilaporkan kepada polisi.

B. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menerapkan metode DBSCAN untuk melakukan pengelompokan data dengan bantuan *software RStudio 4.3.2* dan *Tableau 2023.3.2*.

1. Melakukan deteksi data pencilan menggunakan *boxplot*. Menurut Pramana dkk. (2014: 41), titik data yang akan dideteksi sebagai *outlier* adalah titik data yang berada di luar batas kuartil *boxplot*.
2. Melakukan standardisasi nilai setiap amatan ke dalam bentuk *z-score*, hal ini dilakukan karena terdapat perbedaan nilai amatan yang berbeda dalam rentang yang besar. Menurut Kaufman & Rousseeuw (2005: 9), untuk menghitung *z-score* dapat dilakukan dengan Persamaan (1).

$$z_j = \frac{x_j - \bar{x}}{s} \quad (1)$$

Dimana

z_j : nilai standardisasi/*z-score* amatan ke- j

x_j : nilai pengamatan ke- j

\bar{x} : nilai rata-rata

s : nilai standar deviasi sampel

Sedangkan untuk nilai rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_j) \quad (2)$$

Dan untuk nilai standar deviasi dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (3).

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_j - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

3. Melakukan analisis *cluster* dengan menggunakan metode DBSCAN. Menurut Ester dkk. (1996), tahapan pengelompokan dalam metode DBSCAN adalah sebagai berikut.
 - a. Melakukan inialisasi nilai parameter yang dibutuhkan dalam pengelompokan menggunakan metode DBSCAN yaitu *minimum points (MinPts)* dan epsilon (*Eps*). *MinPts* adalah jumlah minimum titik data yang berada dalam radius yang telah ditentukan (epsilon). Menurut Sander dkk. (1998), untuk data yang terdiri dari lebih dari dua variabel, nilai *MinPts* yang akan digunakan adalah dua kali jumlah variabel yang penelitian. Sedangkan parameter epsilon adalah jarak maksimum antar objek yang menjadi dasar pembentukan suatu *cluster*. Menurut Nasution dan Rakhmawati (2023), penentuan nilai parameter epsilon pada metode DBSCAN diperoleh dengan menggunakan *k-dist graph*. Pada *k-dist graph* akan dilakukan perhitungan jarak antar setiap objek dan *k-neighborhood*, dimana nilai k yang akan digunakan akan bernilai sama dengan nilai *MinPts* yang digunakan. Kemudian jarak k yang diperoleh akan diplotkan dalam urutan menaik pada grafik *k-dist*. Untuk nilai epsilon yang akan digunakan dipilih berdasarkan kelengkungan maksimum (kemiringan terbesar pada grafik).
 - b. Menentukan objek x_{jl} atau titik awal secara acak.
 - c. Menghitung jarak setiap objek terhadap titik x_{jl} dan menentukan objek yang *density-reachable* terhadap objek x_{jl} dengan menggunakan perhitungan jarak *Euclidean*. Sebagai contoh terdapat nilai dua amatan pada variabel ke- j yaitu x_{jl} dan x_{il} , maka untuk menghitung jarak dengan menggunakan perhitungan jarak *Euclidean* bagi kedua amatan tersebut dapat dinyatakan dengan Persamaan (4).

$$d(j, i) = \sqrt{\sum_{l=1}^p (x_{jl} - x_{il})^2} \quad (4)$$

Dengan

x_{jl} : objek ke- j pada variabel ke- l

x_{il} : objek ke- i pada variabel ke- l

p : jumlah variabel

$d(j, i)$: jarak antara objek j dan objek i

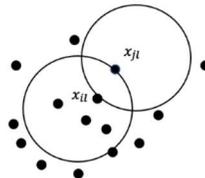
Menurut Ester dkk. (1996), dalam proses pengelompokan data menggunakan metode DBSCAN, terdapat beberapa komponen yaitu sebagai berikut.

1). *Eps-neighborhood*

Menurut Pramana dkk. (2014: 233), *Eps-neighborhood* adalah sekumpulan objek yang menjadi tetangga dari suatu objek dalam radius epsilon.

2). *Directly Density-Reachable*

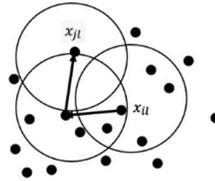
Menurut Gunawan (2021), titik x_{jl} dikatakan bersifat *directly density-reachable* dari titik x_{il} apabila titik x_{jl} merupakan *Eps-neighborhood* dari titik x_{il} , dan titik x_{il} merupakan *core point*. Gambar 2 menyajikan kondisi *directly density-reachable*.



Gambar 2. *Directly Density-Reachable* (Sumber: Putra, 2013)

3). *Density-Reachable*

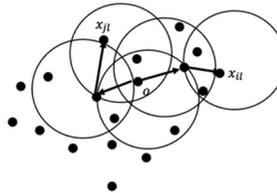
Menurut Gunawan (2021), kondisi *density-reachable* terjadi apabila terdapat dua titik yang masing-masing dari titik tersebut dihubungkan dengan suatu titik data lain yang bersifat *directly density-reachable* terhadap kedua titik tersebut. Kondisi *density-reachable* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Density-Reachable* (Sumber: Putra, 2013)

4). *Density-Connected*

Gunawan (2021) menyatakan bahwa titik x_{jl} bersifat *density-connected* terhadap titik x_{il} apabila terdapat titik o sehingga titik x_{jl} dan x_{il} bersifat *density-reachable* terhadap titik o . Pada Gambar 4 disajikan mengenai kondisi *density-connected*.



Gambar 4. *Density-Connected* (Sumber: Putra, 2013)

- d. Jika jumlah titik yang berada dalam radius epsilon berjumlah sama atau lebih dari nilai *minimum points* yang telah ditentukan, maka titik x_{jl} adalah poin inti (*core point*) dan *cluster* akan terbentuk. Jika tidak, maka titik x_{jl} akan dideteksi sebagai poin tepi (*border point*) atau dimasukkan ke dalam kategori *noise*. Dalam metode DBSCAN, objek pada data dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu:

a) *Core Point*

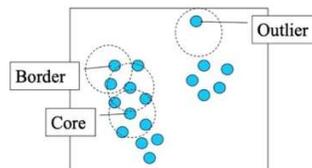
Suatu titik data dikatakan sebagai *core point* (poin inti) jika jumlah titik data dalam jangkauan epsilon dari titik data tersebut berjumlah sama atau lebih dari jumlah *minimum points* yang telah ditentukan.

b) *Border Point*

Suatu titik data dikatakan sebagai *border point* (poin tepi) karena titik data tersebut menjadi batasan dalam kawasan *core point* atau berada di pinggiran *cluster*.

c) *Noise*

Noise adalah titik data yang tidak dapat dijangkau oleh *core point* dan bukan merupakan *border point*.



Gambar 5. Jenis Titik dalam Metode DBSCAN (Sumber: Putra, 2013)

- e. Jika telah terbentuk suatu *cluster*, maka ulangi langkah c-d pada setiap objek yang menjadi anggota pada *cluster* tersebut, kemudian titik tersebut akan menjadi titik awal yang baru.
- f. Ulangi langkah b-e hingga setiap objek diproses.
5. Melakukan validasi hasil *cluster* dari metode DBSCAN menggunakan nilai koefisien *silhouette*. Menurut Kaufman & Rousseeuw (2005: 85-87), untuk memperoleh nilai *silhouette coefficient* dapat menggunakan Persamaan (5).

$$SC = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n s(x_j) \tag{5}$$

Menurut Kaufman & Rousseeuw (2005: 88), selang nilai koefisien *silhouette* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *Silhouette Coefficient*

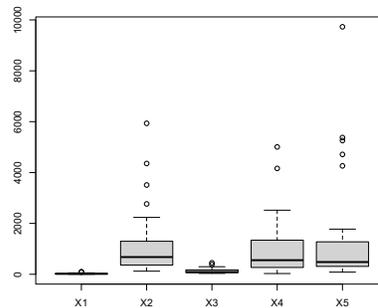
<i>Silhouette Coefficient</i>	Kategori
0,71-1,00	Struktur <i>cluster</i> kuat
0,1-0,70	Struktur <i>cluster</i> baik
0,26-0,50	Struktur <i>cluster</i> lemah
≤ 0,25	Struktur <i>cluster</i> buruk

- Melakukan identifikasi karakteristik dari *cluster* yang dihasilkan dengan menggunakan metode DBSCAN berdasarkan jumlah kasus kriminal dengan 5 jenis kejahatan tertentu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deteksi Pencilan

Melakukan deteksi pencilan/*outlier* adalah tahapan awal sebelum melakukan analisis pada data. Gambar 5 menyajikan *boxplot* hasil pendeteksian pencilan untuk seluruh variabel yang digunakan.



Gambar 5. *Boxplot*

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa seluruh variabel yaitu jumlah kasus kriminalitas dengan 5 jenis kejahatan yang berbeda memiliki pencilan yang ditunjukkan oleh beberapa nilai amatan yang berada di luar batas kuartil pada *boxplot*. Pada variabel jumlah kejahatan terhadap fisik (X_2), variabel jumlah kejahatan terkait narkoba (X_4), serta variabel jumlah kejahatan terkait penipuan, penggelapan, dan korupsi (X_5) terdapat beberapa nilai amatan yang memiliki rentang nilai jauh berbeda dibandingkan dengan variabel kejahatan terkait pembunuhan (X_1) dan variabel jumlah kejahatan terkait kesusilaan (X_3). Dengan demikian dibutuhkan metode *clustering* yang tepat digunakan ketika terdapat pencilan pada data. Pada penelitian ini metode *clustering* yang digunakan adalah metode DBSCAN.

B. Standardisasi Data

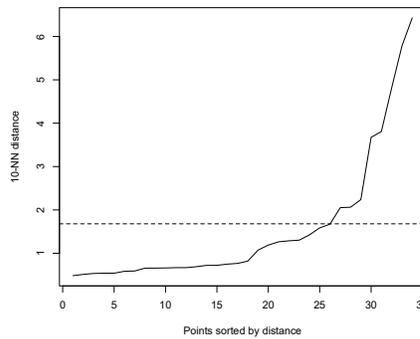
Standardisasi data bertujuan untuk mengubah nilai amatan yang berbeda dalam skala besar ke dalam *z-score*, sehingga nilai amatan pada data memiliki nilai rata-rata adalah 0 dan nilai simpangan baku adalah 1. Hasil dari standardisasi data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standardisasi Data

Provinsi	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Aceh	-0,049	0,028	0,883	0,257	-0,171
Sumatera Utara	2,587	3,762	3,211	2,934	1,918
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Papua	0,654	-0,085	-0,538	-0,628	-0,426

C. Analisis Cluster DBSCAN

Sebelum melakukan pengelompokan dengan menggunakan metode DBSCAN, tahap pertama yang harus dilakukan adalah menentukan nilai dua parameter yang akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengelompokan dengan menggunakan metode DBSCAN, yaitu nilai *MinPts* dan *Eps*. Nilai *minimum points* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10, dimana nilai tersebut diperoleh dari 2 kali jumlah variabel penelitian yang digunakan. Selanjutnya, untuk nilai epsilon diperoleh dari kemiringan pada *k-dist graph* yang dihasilkan seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. K-Dist Graph

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan yang signifikan pada titik 1,68. Oleh karena itu, pada penelitian ini nilai epsilon yang akan digunakan adalah 1,68. Setelah menentukan nilai parameter *MinPts* dan epsilon, tahapan selanjutnya adalah menentukan objek awal secara acak serta menghitung jarak objek awal tersebut terhadap setiap objek lainnya pada data dengan menggunakan Persamaan (4). Metode DBSCAN melakukan pengelompokan secara iteratif, dimana ketika seluruh objek telah diproses, maka proses pengelompokan akan berakhir. Hasil *clustering* dengan metode DBSCAN ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Cluster Metode DBSCAN

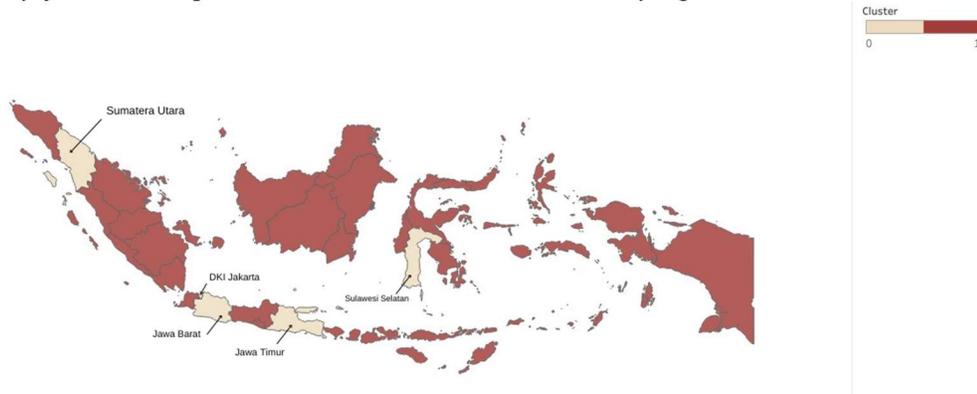
Cluster	Jumlah Provinsi
0	5
1	29

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa pengelompokan dengan menggunakan metode DBSCAN menghasilkan 2 cluster, yaitu cluster 0 dan cluster 1. Cluster 0 adalah cluster dengan kategori *noise*, karena jumlah objek di dalam cluster tidak memenuhi *minimum points (MinPts)* yang telah ditentukan, sedangkan cluster 1 terdiri dari provinsi-provinsi dengan jumlah kasus kriminalitas kategori rendah. Tabel 4 menyajikan provinsi yang terdapat pada setiap cluster yang dihasilkan dengan menggunakan metode DBSCAN.

Tabel 4. Provinsi pada Hasil Cluster Metode DBSCAN

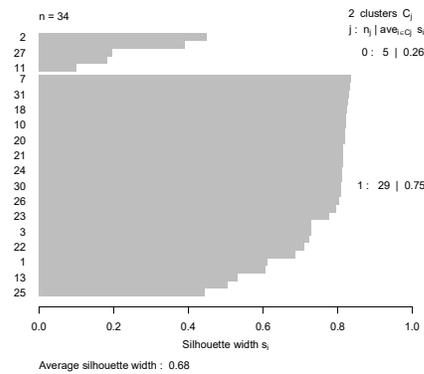
Cluster	Provinsi
0	Provinsi Sumatera Utara, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan.
1	Provinsi Aceh, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua.

Gambar 7 menyajikan sebaran provinsi di Indonesia berdasarkan *cluster* yang dihasilkan oleh metode DBSCAN.



Gambar 7. Peta Sebaran *Cluster* Metode DBSCAN

Pengelompokan menggunakan metode DBSCAN menghasilkan *cluster* yang cukup kuat, hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien *silhouette* yang diperoleh yaitu sebesar 0,68. Nilai koefisien *silhouette* diperoleh dari Gambar 8.



Gambar 8. Nilai *Silhouette Coefficient* Metode DBSCAN

Setiap *cluster* yang dihasilkan oleh metode DBSCAN memiliki karakteristik yang berbeda. Tabel 5 menyajikan karakteristik *cluster* yang dihasilkan oleh metode DBSCAN.

Tabel 5. Karakteristik *Cluster* Hasil Metode DBSCAN

Variabel	Cluster 0	Cluster 1
Jumlah kejahatan terhadap nyawa (pembunuhan)	63	19
Jumlah kejahatan terhadap fisik (penganiayaan berat, penganiayaan ringan, dan kekerasan dalam rumah tangga)	3.532	730
Jumlah kejahatan terkait kesusilaan (perkosaan dan pencabulan)	316	95
Jumlah kejahatan terkait narkoba (narkoba dan psikotropika)	2.924	579
Jumlah kejahatan terkait penipuan, penggelapan, dan korupsi	5.867	593

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat dapat dilihat bahwa *cluster* 0 terdiri dari provinsi-provinsi dengan jumlah kasus kriminalitas kategori tinggi dan *cluster* 1 terdiri dari provinsi-provinsi dengan jumlah kasus kriminalitas kategori rendah.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan jumlah kasus kriminalitas menggunakan metode DBSCAN menghasilkan 2 *cluster*, yaitu *cluster* 0 dan 1. *Cluster* 0 terdiri dari 5 provinsi di Indonesia yang tersebar di Pulau Sumatera, Jawa, dan Sulawesi. Sedangkan *cluster* 1 terdiri dari 29 provinsi di Indonesia yang tersebar di Pulau Sumatera, Jawa, Sulawesi, Kalimantan, dan Papua. *Cluster* 0 terdiri dari provinsi dengan jumlah kasus kriminalitas kategori tinggi, sedangkan *cluster* 1 terdiri dari provinsi dengan jumlah kasus kriminalitas kategori rendah. Oleh karena itu, kepada pemerintah, pihak kepolisian, dan masyarakat di provinsi yang berada pada *cluster* 0, yaitu Provinsi Sumatera Utara, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan agar dapat bekerjasama dalam meningkatkan keamanan dan mencari solusi untuk meminimalisir terjadinya kriminalitas pada wilayah tersebut. Hasil *clustering* dengan metode DBSCAN menghasilkan *cluster* yang cukup kuat, hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien *silhouette* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,68. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk dapat menambahkan variabel lain dalam mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan kasus kriminalitas dengan menggunakan metode DBSCAN serta melakukan *clustering* menggunakan metode DBSCAN untuk mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan jumlah kasus kriminalitas di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Kriminal 2023*. Jakarta: BPS RI.
- Gunawan, W. (2021). Implementasi Algoritma DBSCAN dalam Pengambilan Data Menggunakan Scatterplot. *Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 6(2), 91-98.
- Hair, J.F., Black, W. C., Babin, B. J., dan Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis, Eight Edition*. China: Annabel Ainscow.
- Institute for Economics and Peace. (2022). *Global Peace Index 2022 (Measuring Peace in a Complex World)*. Sydney: IEP.
- Kaufman, L., dan Rousseeuw, P. J. (2005). *Finding Groups in Data*. Canada: Jhon Wiley&Sons, Inc.
- Maslow, A. H. (2024). *Motivation and Personality*. New York: Harper&Row, Publisher, Inc.
- Nasution, N., dan Rakhmawati, F. (2023). Segmentasi Pengguna E-Wallet dengan Menggunakan Metode DBSCAN (*Density Based Spatial Clustering Application With Noise*) di Kota Medan. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 4(2), 1386-1392.
- Pramana, S., B. Yuniarto, L. H. Suadaa, I. Santoso, dan Nooraeni, R. (2014). *Data Mining dengan R Konsep dan Implementasi*. Bogor : In Media.
- Purwanty, P., Martha, S., & Aprizkiyandari, S. (2024). Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Kalimantan Barat Berdasarkan Faktor-Faktor Kemiskinan Menggunakan Metode DBSCAN. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 13(1), 17-26.
- Putra, I. M. (2013). Segmentasi Citra Remote Sensing Laut dengan Metode *Clustering DBSCAN*. *Teknologi Elektro*, 12(2), 16-23.
- Santoso, S. (2010). *STATISTIK MULTIVARIAT*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Saputri, F. W., & Arianto, D. B. (2023). Perbandingan Performa Algoritma K-Means, K-Medoids, Dan Dbscan Dalam Penggerombolan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Masyarakat. *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 17(2), 138-151.