

Clustering of Emergency Events in Surabaya Using K-Means Algorithm

Klastering Kejadian Kedaruratan di Surabaya dengan Algoritma K-Means

Ninda Annisa Istiqoma¹, Dian Yuliati², Aris Fanani³

^{1,2,3} Matematika, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Indonesia

^{1*} nindaannisa17@gmail.com, ²dian.yuliati@uinsa.ac.id, ³arisfa@uinsby.ac.id

*: Penulis korespondensi (corresponding author)

Informasi Artikel

Received: December 2020

Revised: January 2021

Accepted: January 2021

Published: February 2021

Abstract

Purpose: To optimize knowledge and simplify the analysis process, the clustering method is used to group emergency event data that occurred in the Surabaya City area. Design/methodology/approach: The clustering method used in this research is the K-Means Clustering. Findings/result: The results of cluster 0 contain sub-districts with a high level of vulnerability to emergencies such as Dukuh Pakis, Genteng, Gubeng, Rungkut, Sawahan, Sukomanunggal and Tambaksari sub-districts. Cluster 1 contains sub-districts with a low level of vulnerability to emergencies such as Asem Rowo, Benowo, Bulak, Bubutan, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karang Pilang, Krembangan, Kenjeran, Lakarsantri, Mulyorejo, Pakal, Pabean Cantian, Sambikerep, Semampir, Sukolilo, Simokerto, Tegalsari, Tandes, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, and Wonocolo. Cluster 2 contains sub-districts with a moderate level of vulnerability to emergencies such as Wonokromo Sub-district. Validation of the cluster results obtained using the Silhouette coefficient is 0.610. Originality/value/state of the art: This research uses emergency incident data directly obtained from BPBD Surabaya and processed using the K-Means Clustering method.

Abstrak

Keywords: Emergency event; K-Means Clustering; Silhouette coefficient

Kata kunci: Kejadian darurat; K-Means Clustering; Silhouette coefficient

Tujuan: Untuk mengoptimalkan pengetahuan dan mempermudah proses analisis, metode clusterin digunakan untuk mengelompokkan data kejadian kedaruratan yang terjadi di wilayah Kota Surabaya.

Perancangan/metode/pendekatan: Metode clustering dilakukan dalam penelitian ini adalah metode K-Means Clustering. Hasil: Diperoleh hasil cluster 0 berisi

kecamatan dengan tingkat rawan tinggi kejadian kedaruratan seperti Kecamatan Dukuh Pakis, Genteng, Gubeng, Rungkut, Sawahan, Sukomanunggal, dan Tambaksari. Cluster 1 berisi kecamatan dengan tingkat rawan rendah kejadian kedaruratan seperti Kecamatan Asem Rowo, Benowo, Bulak, Bubutan, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karang Pilang, Krembangan, Kenjeran, Lakarsantri, Mulyorejo, Pakal, Pabean Cantian, Sambikerep, Semampir, Sukolilo, Simokerto, Tegalsari, Tandes, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, dan Wonocolo. Cluster 2 berisi kecamatan dengan tingkat rawan sedang kejadian kedaruratan seperti Kecamatan Wonokromo. Validasi hasil cluster yang didapat menggunakan Silhouette coefficient yaitu sebesar 0.610. Keaslian/ state of the art: Penelitian ini menggunakan data kejadian kedaruratan yang diambil langsung di BPBD Surabaya dan diolah menggunakan metode K-Means Clustering.

1. Pendahuluan

Kota Surabaya merupakan contoh dari kota metropolitan yang berkembang sangat pesat di Indonesia [1]. Tercatat bahwa jumlah penduduk Kota Surabaya pada tahun 2023 terpantau sebanyak 3.009.286 jiwa yang tersebar di 31 kecamatan [2]. Perkembangannya yang cepat dan banyaknya penduduk yang tinggal di Kota Surabaya dibersamai dengan munculnya masalah kompleks perkotaan tanpa bisa diduga. Oleh karena itu, Pemerintah Kota Surabaya berinovasi dengan mengembangkan layanan pengaduan darurat yang disebut *Command Center 112* untuk merecord setiap permasalahan kejadian darurat yang diajukan oleh masyarakat [3]. Layanan ini dapat diakses dengan mudah sehingga dapat meningkatkan pelayanan publik bagi warga Kota Surabaya terutama dalam situasi darurat. Layanan ini juga merupakan layanan bebas pulsa yang beroperasi sepanjang hari selama 24 jam tanpa henti [4].

Kejadian darurat yang dimaksud dapat berupa kejadian kecelakaan dalam berkendara, darurat kesehatan, tindakan kriminal, gangguan pada keamanan dan ketertiban, bencana alam, kericuhan, kekerasan pada perempuan dan anak, konflik sosial, bangunan roboh, orang tenggelam, papan reklame jatuh, pohon tumbang, kemacetan parah, jalan berlubang, dan berbagai masalah lainnya [5]. Kejadian darurat merupakan insiden tidak diharapkan yang dapat membahayakan bahkan merusak lingkungan sekitar [6]. Kejadian darurat ini termasuk kejadian yang terjadi dengan cepat dan secara mendadak sehingga sukar untuk diprediksi kapan dan dimana insiden ini terjadi. Akibatnya, apabila insiden tersebut terjadi, hal itu akan sangat berpengaruh pada sebagian atau bahkan seluruh kegiatan proses produksi dan aktivitas yang dilakukan. Kejadian tersebut juga dapat menyebabkan kerugian yang tidak sedikit baik terhadap fasilitas yang ada maupun jiwa manusia [7]. Laman detik.com memberitakan bahwa Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Surabaya melaporkan sekitar 14 Ribu kejadian kedaruratan telah terjadi selama tahun 2023. BPBD mengerahkan Tim Reaksi Cepat (TRC) Petir untuk menangani empat puluh hingga lima puluh kasus kejadian kedaruratan perharinya di Kota Surabaya. Mereka yang menerima dan menanggapi setiap laporan masyarakat

melalui *Command Center* 112. Setelah itu, mereka akan melakukan pengecekan untuk memastikan bahwa laporan tersebut benar dengan estimasi harus berada di lokasi kejadian dalam waktu 7 menit setelah laporan diterima. Tim tersebut juga melakukan tindakan pertolongan pertama dan siaga hingga tim besar seperti pemadam kebakaran, ambulans, dan tim rescue dikirim ke lokasi darurat [8].

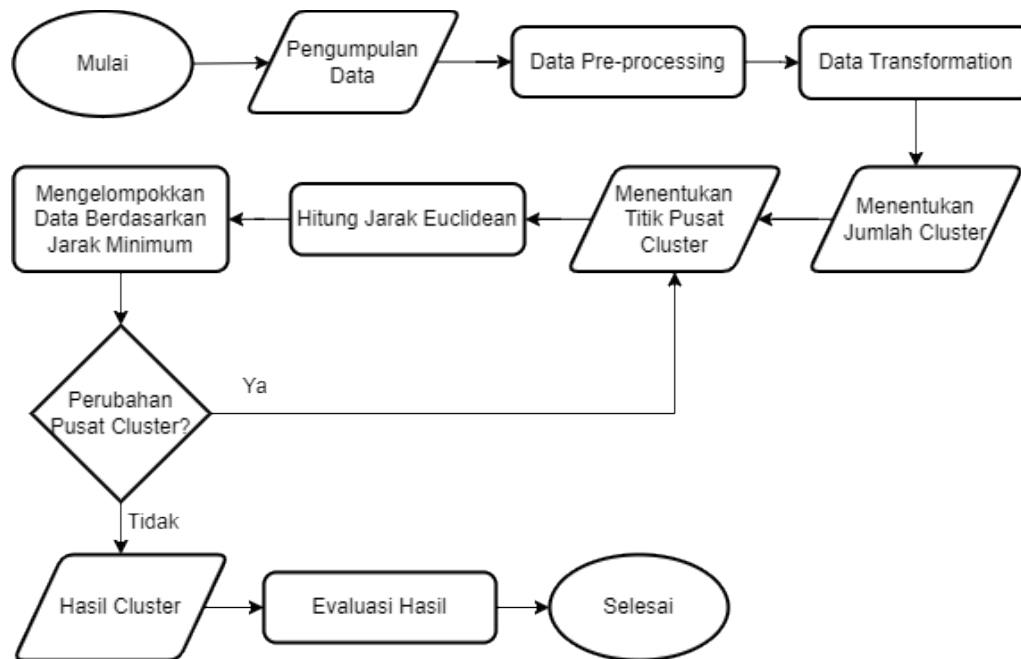
Untuk mengoptimalkan pengetahuan dan mempermudah proses analisis, metode *clustering* digunakan untuk mengelompokkan data kejadian kedaruratan yang terjadi di wilayah Kota Surabaya. Hasilnya dapat dipergunakan menjadi masukan bagi pemerintah guna menyampaikan fokus yang lebih pada daerah-daerah dengan potensi rawan kejadian kedaruratan yang tinggi [9].

Penelitian terdahulu oleh Firdaus dkk menyatakan bahwa *K-Means* adalah satu dari beberapa metode *clustering* dengan keunggulan yaitu begitu sederhana dan sangat mampu untuk mengelompokkan grup dalam jumlah besar dengan waktu relatif cepat dan juga efektif. Tujuan dari teknik ini adalah untuk membagi data ke dalam dua atau lebih kelompok. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengelompokkan provinsi yang berada di Indonesia berdasarkan data intensitas bencana alam relatif sama sehingga dapat diketahui zona mana saja yang rawan terjadi bencana alam [10]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Devy dkk menggunakan data terjadinya bencana alam dengan penerapan *K-Means* untuk mengelompokkan desa rawan bencana [9]. Analisis data dengan metode *clustering* juga pernah dilakukan oleh Teguh dkk untuk mengetahui sebaran titik rawan bencana dalam penanganan bencana [11].

Berdasarkan uraian latar belakang dan penelitian sebelumnya, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan mengelompokkan daerah di Surabaya berdasarkan titik rawan terjadinya kejadian kedaruratan. Metode penelitian yang digunakan ini adalah analisis *K-Means clustering* untuk melihat titik rawan terjadi kejadian kedaruratan di daerah Surabaya secara menyeluruh dengan cara mengelompokkan tingkat kerawannya. Diharapkan bahwa penelitian ini akan menambah ilmu wawasan dan memberikan informasi yang dapat mempermudah proses penanggulangan bencana dan membantu beberapa pihak terkait dalam proses pengambilan keputusan.

2. Metode/Perancangan

Penelitian ini mencakup beberapa tahapan sebelum masuk ke dalam tahap proses *clustering*. Alur dalam penelitian ini secara umum adalah sebagai berikut pada Gambar 1:



Gambar 1. Alur metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian terkait merupakan jenis data sekunder. Informasi mengenai data didapatkan langsung dari instansi pemerintah yaitu Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surabaya. Data yang akan digunakan untuk penelitian ini berjumlah 13.500 data kejadian dengan 21 variabel. Data yang digunakan merupakan data dengan periode waktu tahun 2023.

2.2. Data Preprocessing

Data yang telah dikumpulkan merupakan data mentah akan diproses sehingga data siap dan bisa untuk diolah. Pada proses ini akan dilakukan pemilihan data yang berhubungan dan akan menghilangkan data yang tidak berhubungan.

2.3. Data Transformation

Data transformation dikenal sebagai proses mengubah atau menyusun kembali data yang telah dipilih melalui proses *preprocessing* data menjadi format *data mining* dengan menggunakan berbagai teknik. Format ini yang nantinya dapat digunakan untuk memenuhi proses pengambilan keputusan.

2.4. Analisis K-Means Clustering

K-Means clustering adalah contoh dari algoritma data mining yang dimanfaatkan untuk mengelompokkan data sesuai tingkat kemiripannya (*clustering*) [12]. Metode ini dapat membagi data menjadi dua kelompok atau lebih dimana data yang memiliki karakteristik mirip akan menjadi satu kelompok dan yang karakteristiknya berbeda akan menjadi kelompok lain [13]. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk mengelompokkan data dengan titik *centroid* dari tiap *cluster* sebagai berikut [14]:

1. Menentukan jumlah *cluster* (k)
2. Menetapkan titik pusat (*centroid*) awal dengan memilih secara *random*.

- Menghitung jarak paling dekat data ke titik pusat (*centroid*) dengan menggunakan rumus jarak *euclidean*:

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

Keterangan:

$d(x, y)$ = jarak antara x dengan y

x = pusat *cluster* dalam data

y = atribut dalam data

- Menentukan jarak terdekat data dengan titik pusat berdasarkan nilai paling kecil dari perhitungan jarak *euclidean*.

- Memperbarui titik pusat (*centroid*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\mu_k = \frac{1}{N_k} \sum_{i=1}^{N_k} x_i$$

Keterangan:

μ_k = *centroid* baru ke- k

N_k = jumlah data pada tiap kelompok

x_i = nilai pada objek ke- i

- Melakukan perulangan pada tahap 2 hingga 5 hingga tiap anggota *cluster* tidak berubah.
- Apabila tidak terdapat perubahan pada anggota *cluster* maka tahapan analisis *clustering* selesai.

Hasil yang diperoleh dari *clustering* akan dievaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient*. Berikut rumus dari *Silhouette Coefficient* [15]:

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

Dimana $a(i)$ menunjukkan jarak rata-rata sampel i ke sampel lain dalam *cluster* dan $b(i)$ menunjukkan jarak minimum sampel i ke sampel lain dalam *cluster*. Berikut Tabel 1 yang merupakan tabel kaufman untuk mengukur tingkat keakuratan hasil *silhouette* [16]:

Tabel 1. Nilai *Silhouette Coefficient*

Skala	Keterangan
$0.7 < s(i) \leq 1$	Kuat
$0.5 < s(i) \leq 0.7$	Standar
$0.25 < s(i) \leq 0.5$	Tidak Kuat
$s(i) \leq 0.25$	Sangat Tidak Kuat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surabaya sebanyak 13.500 data kejadian dengan 21 variabel yaitu tanggal bencana terjadi, jenis

kejadian, area bencana, status kondisi, kelurahan, waktu pelaporan, waktu berangkat, waktu tiba, perbedaan waktu respon pelaporan, waktu yang dihabiskan untuk penanganan, penanganan yang diberikan, pembentukan posko siaga, jumlah jiwa hilang, jumlah orang luka-luka, jumlah korban meninggal, kerugian materi, jumlah orang yang mengungsi, termasuk terrelokasi, dan kembali, jumlah uang, jenis bantuan yang diberikan. Data ini merupakan data kejadian kedaruratan sepanjang tahun 2023. Data kejadian kedaruratan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kejadian Kedaruratan

Tanggal bencana terjadi	Jenis Kejadian Bencana	Kelurahan	Waktu berita	...
1 Januari 2023	Kecelakaan	Dr. Soetomo	01:16 WIB	...
1 Januari 2023	Kecelakaan	Ngagel Rejo	02:09 WIB	...
1 Januari 2023	Kecelakaan	Embong Kaliasin	02:14 WIB	...
1 Januari 2023	Darurat Medis	Kebonsari	02:37 WIB	...
1 Januari 2023	Darurat Medis	Pradah Kalikendal	02:47 WIB	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31 Desember 2023	Kecelakaan	Made	23:37 WIB	...

3.2. Hasil *Preprocessing* Data

Setelah data dikumpulkan, data tersebut akan menjalani tahap pra pemrosesan untuk mengubah suatu pengelompokkan atribut tertentu maupun menghilangkan atribut yang tidak digunakan hingga menghasilkan data yang sesuai untuk dipakai dalam proses pengolahan data selanjutnya ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data *Preprocessing*

Jenis Kejadian Bencana	Kecamatan
Kecelakaan	Tegalsari
Kecelakaan	Wonokromo
Kecelakaan	Genteng
Darurat Medis	Jambangan
Darurat Medis	Dukuh Pakis
⋮	⋮
Kecelakaan	Sambikerep

3.3. Hasil Data Transformation

Pada tahap ini data ditransformasi menjadi bentuk yang sesuai dengan proses pengolahan data. Transformasi data ini membuat 13.500 dataset menjadi 31 dataset yang merupakan 31 Kecamatan di Kota Surabaya dengan 10 atribut lainnya yakni darurat medis, genangan, kecelakaan, masalah hewan, orang meninggal mendadak, orang tenggelam, orang tersesat, penemuan jenazah, pohon tumbang, dan rumah roboh. Data ini merupakan data akhir untuk diteliti yang mana merupakan data kejadian kedaruratan di Surabaya. Berikut adalah data yang akan diteliti seperti pada Tabel 4.

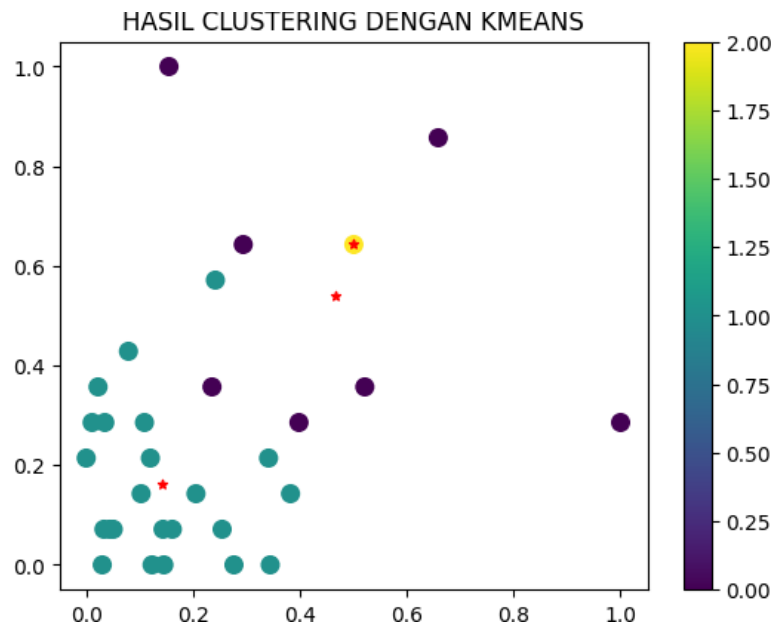
Tabel 4. Data Penelitian

Kecamatan	Darurat Medis	Genangan	Kecelakaan	...	Rumah Roboh
Asem Rowo	79	0	136	...	5
Benowo	110	6	159	...	3

Bubutan	278	0	200	...	2
Bulak	138	0	97	...	2
Dukuh Pakis	158	14	208	...	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Wonokromo	377	9	799	...	7

3.4. K-Means Clustering

Langkah selanjutnya yaitu melakukan tahapan *clustering* menggunakan metode *K-Means clustering* dengan membagi 3 klaster. Setelah dilakukan perhitungan untuk melakukan pengklasteran, diperoleh persebaran data untuk tiga *cluster* seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Scatterplot Hasil 3 Cluster

Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa terdapat 3 *cluster* yaitu *cluster* 0, *cluster* 1, dan *cluster* 2 yang divisualisasikan menggunakan *scatterplot*. Berdasarkan pengelompokan data pada plot tersebut dapat disimpulkan bahwa *cluster* tertinggi adalah yang berwarna ungu disesuaikan dengan *colorbar* yang memiliki keterangan 0 atau *cluster* ke 0, sedangkan *cluster* sedang adalah yang berwarna kuning disesuaikan dengan *colorbar* yang memiliki keterangan 2 atau *cluster* ke 2, dan yang terendah adalah yang berwarna hijau disesuaikan dengan *colorbar* yang memiliki keterangan 1 atau pada *cluster* ke 1. Kemudian dapat dilihat bahwa pusat *cluster* adalah titik-titik yang berwarna merah yang memiliki nilai pada *cluster* 0 sebesar [0.19, 0.2, 0.234, 0.259, 0.285, 0.347, 0.4, 0.466, 0.489, 0.54, 0.714], pada *cluster* 1 sebesar [0, 0.5, 0.5, 0.642, 0.888, 0.923, 1, 1, 1, 1, 1], pada *cluster* 2 sebesar [0.043, 0.101, 0.141, 0.146, 0.161, 0.162, 0.165, 0.178, 0.191, 0.223, 0.347]. Setelah dilakukan *clustering*, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil *Cluster* Tiap Kecamatan

<i>Cluster</i>	Jumlah	Bulan Terbit
0	7	Dukuh Pakis, Genteng, Gubeng, Rungkut, Sawahan, Sukomanunggal, Tambaksari
1	23	Asem Rowo, Benowo, Bulak, Bubutan, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karang Pilang, Krembangan, Kenjeran, Lakarsantri, Mulyorejo, Pakal, Pabean Cantian, Sambikerep, Semampir, Sukolilo, Simokerto, Tegalsari, Tandes, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, dan Wonocolo
2	1	Wonokromo

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa kecamatan yang termasuk ke dalam *cluster* 0 dengan tingkat rawan tinggi kejadian yaitu Kecamatan Dukuh Pakis, Genteng, Gubeng, Rungkut, Sawahan, Sukomanunggal, dan Tambaksari. Lalu, kecamatan yang termasuk ke dalam *cluster* 1 dengan tingkat rawan rendah kejadian yaitu Kecamatan Asem Rowo, Benowo, Bulak, Bubutan, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karang Pilang, Krembangan, Kenjeran, Lakarsantri, Mulyorejo, Pakal, Pabean Cantian, Sambikerep, Semampir, Sukolilo, Simokerto, Tegalsari, Tandes, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, dan Wonocolo. Sedangkan kecamatan yang masuk ke dalam *cluster* 2 dengan tingkat rawan sedang kejadian yaitu hanya Kecamatan Wonokromo.

Hasil *silhouette coefficient* umumnya memiliki nilai yang berkisar antara -1 sampai 1. Apabila nilai hasil *silhouette coefficient* lebih dekat ke 1, maka dapat dikatakan bahwa semakin akurat suatu *cluster* dalam pengelompokan data. Sebaliknya apabila nilai hasil *silhouette coefficient* lebih dekat ke -1, maka dapat dikatakan bahwa semakin tidak akurat suatu *cluster* dalam pengelompokan data.

Tabel 6. Hasil Silhouette Index

Banyak <i>Cluster</i>	Rata-Rata
2	0,592
3	0,610
4	0,467
5	0,460

Berdasarkan tabel 4 diatas yang merupakan nilai rata-rata *silhouette* per *cluster* dari 2 *cluster* hingga 5 *cluster* yang menunjukkan bahwa pada nilai *cluster* 3 memiliki rata-rata tertinggi sebesar 0.610 daripada 3 *cluster* yang lainnya, sehingga jumlah *cluster* yang optimal dari hasil evaluasi *cluster* dengan metode silhouette index adalah sebanyak 3 pengelompokan.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengelompokan Kecamatan dengan kejadian kedaruratan menggunakan algoritma *K-Means Clustering* dapat dikelompokkan menjadi 3 *cluster* yaitu *cluster* tinggi, sedang, dan rendah dengan validasi hasil *Silhouette coefficient* sebesar 0.610. *Cluster* 0 berisi kecamatan dengan tingkat rawan tinggi kejadian kedaruratan seperti Kecamatan Dukuh Pakis, Genteng, Gubeng, Rungkut, Sawahan,

Sukomanunggal, dan Tambaksari. *Cluster* 1 berisi kecamatan dengan tingkat rawan rendah kejadian kedaruratan seperti Kecamatan Asem Rowo, Benowo, Bulak, Bubutan, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karang Pilang, Krembangan, Kenjeran, Lakarsantri, Mulyorejo, Pakal, Pabean Cantian, Sambikerep, Semampir, Sukolilo, Simokerto, Tegalsari, Tandes, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, dan Wonocolo. *Cluster* 2 berisi kecamatan dengan tingkat rawan sedang kejadian kedaruratan seperti Kecamatan Wonokromo.

Hasil pengelompokan ini dapat dipergunakan menjadi masukan bagi pemerintah guna menyampaikan fokus yang lebih pada wilayah dengan potensi rawan kejadian kedaruratan yang tinggi. Sehingga pemerintah dapat mengambil tindakan pencegahan dan persiapan yang lebih efektif terutama pada wilayah *cluster* 0. Tujuannya adalah untuk meminimalisir kejadian yang akan terjadi serta meningkatkan kesiapsiagaan terhadap kejadian kedaruratan di masa yang akan datang. Pada penelitian selanjutnya diharap dapat menggunakan metode *clustering* lainnya sebagai perbandingan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- [1] E. S. Negara, *Smart Government*. Pusat Penerbitan dan Percetakan Universitas Bina Darma Press (PPP-UBD Press ..., 2021.
- [2] K. S. BPK Kota Surabaya, "Kota Surabaya," *Bappeda Potensi Wil.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–27, 2022, [Online]. Available: <http://bappeda.jatimprov.go.id/bappeda/wp-content/uploads/potensi-kab-kota-2013/kota-surabaya-2013.pdf>
- [3] V. Ayu Kartika Sari, "Analisis Keruangan Kejadian Darurat Dan Pemanfaatan Layanan Aduan Darurat *Command center* 112 Kota Surabaya Tahun 2019," *J. PolGov*, vol. 2, no. 1, pp. 83–108, 2021, doi: 10.22146/polgov.v2i1.1233.
- [4] O. P. Ferynda and E. Fanida, "Standar Pelayanan Tanggap Darurat Bencana Melalui *Command center* 112 Di Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surabaya," *Publika*, pp. 2035–2050, 2023, doi: 10.26740/publika.v11n2.p2035-2050.
- [5] D. Ardhani and K. E. Wahyudi, "Inovasi Pelayanan Pengaduan Masyarakat Call Center 112," vol. 11, no. 2, pp. 118–130, 2023.
- [6] N. Annilawati and A. M. Fitri, "Analisis Sistem Tanggap Darurat Bencana Rumah Sakit X di Jakarta Selatan Tahun 2018," *J. Ilm. Kesehat. Masy.*, vol. 11, no. 2, pp. 147–151, 2019.
- [7] F. L. Sagita and S. Narulita, "Analisis Penerapan Keadaan Darurat di PT TJP," *Binawan Student J.*, vol. 4, no. 3, pp. 50–56, 2022.
- [8] Detikjatim, "BPBD Surabaya Catat 14 Ribu Kejadian Kedaruratan Selama 2023," 4 Januari, 2024.
- [9] D. I. Ramadhani, O. Damayanti, O. Thaushiyah, and A. R. Kadafi, "Penerapan Metode *K-Means* Untuk *Clustering* Desa Rawan Bencana Berdasarkan Data Kejadian Terjadinya Bencana Alam," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 3, p. 749, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4326.
- [10] H. Firdaus, "Analisa *Cluster* Menggunakan *K-Means* Dan Fuzzy C-Means Dalam Pengelompokan Provinsi Menurut Data Intesitas Bencana Alam Di Indonesia Tahun

- 2017-2021,” *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 10, no. 1, pp. 50–60, 2022.
- [11] T. I. Hermanto and Y. Muhyidin, “Analisis Sebaran Titik Rawan Bencana dengan *K-Means Clustering* dalam Penanganan Bencana,” *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 1, p. 406, 2021.
- [12] M. F. Al Halik and L. Septiana, “Analisa Data Untuk Prediksi Daerah Rawan Bencana Alam Di Jawa Barat Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering*,” *J. Inf. Syst. Applied, Manag. Account. Res.*, vol. 6, no. 4, pp. 856–870, 2022, doi: 10.52362/jisamar.v6i4.939.
- [13] N. K. Zuhail, “Study Comparison *K-Means Clustering* dengan Algoritma Hierarchical *Clustering*,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. dan Sains*, vol. 1, pp. 200–205, 2022, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/1495>
- [14] I. Hidayat, E. Darnila, and Y. Afrillia, “*Clustering* Zonasi Daerah Rawan Bencana Alam di Kabupaten Mandailing Natal menggunakan Algoritma *K-Means*,” *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 3, pp. 1218–1226, 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i3.2880.
- [15] R. Adha, N. Nurhaliza, U. Sholeha, and M. Mustakim, “Perbandingan Algoritma DBSCAN dan *K-Means Clustering* untuk Pengelompokan Kasus Covid-19 di Dunia,” *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 18, no. 2, pp. 206–211, 2021.
- [16] C. Sukmayadi, A. Primajaya, and I. Maulana, “Penerapan Algoritma K-Medoids dalam Menentukan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Karawang,” *INFORMAL Informatics J.*, vol. 6, no. 3, p. 187, 2021, doi: 10.19184/isj.v6i3.25423.