

## Pemanfaatan K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Dan Pemetaan Bencana Alam Di Indonesia

Marcelinus Vito Otniel<sup>1\*</sup>, Sri Yulianto Joko Prasetyo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia  
E-mail: 672020192@student.uksw.edu<sup>1</sup>, sri.yulianto@uksw.edu<sup>2</sup>

### Abstract

Indonesia's geographical and geological conditions, which are prone to natural disasters, necessitate the country to mitigate their impact by identifying causes and studying previous disaster events through existing disaster data analysis. This study aims to map cities or regencies in Indonesia based on the clustering results using the K-Means clustering algorithm in the R programming language. Disaster data management, from collection to dissemination, plays a crucial role in disaster management. The research findings reveal that natural disaster data from 2019-2021 divided cities or regencies in Indonesia into five clusters, with Java Island identified as the most vulnerable region to natural disasters compared to other regions. Cluster visualization is presented in the form of a map to facilitate quick reading and understanding of information.

**Keywords:** K-Means Clustering, Mapping, Natural Disaster, RStudio

### Abstrak

Kondisi geografis dan geologis Indonesia yang rentan terhadap bencana alam mengharuskan negara untuk memitigasi dampaknya dengan mengenali penyebab serta mempelajari kejadian-kejadian bencana sebelumnya melalui analisis data bencana yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kota atau kabupaten di Indonesia berdasarkan hasil pengelompokan yang dilakukan menggunakan algoritma K-Means clustering dalam bahasa pemrograman R. Pengelolaan data bencana dimulai dari pengumpulan hingga penyebarluasan, memiliki peran penting dalam manajemen penanggulangan bencana. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa data bencana alam tahun 2019-2021 membagi kota atau kabupaten di Indonesia menjadi lima cluster, dengan Pulau Jawa teridentifikasi sebagai wilayah yang paling rentan terhadap bencana alam dibandingkan dengan wilayah lainnya. Visualisasi cluster dilakukan dalam bentuk peta untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman informasi secara cepat.

**Kata kunci:** Bencana Alam, K-Means Clustering, Pemetaan, RStudio

## 1. Pendahuluan

Terkenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau, Indonesia memiliki posisi geografis yang sangat strategis. Berada di persilangan dua samudra (Samudra Hindia dan Pasifik) serta dua benua (Asia dan Australia), menjadikannya kaya akan sumber daya alam, termasuk minyak, gas, batu bara, timah, tembaga, dan keanekaragaman hayati. Tetapi, letak geografis tersebut juga membuat Indonesia berisiko tinggi mengalami bencana alam sebagai dampak letak negara dari sisi geologis dan geografis. Secara geologis, Indonesia berada pada pertemuan empat lempeng utama yaitu Eurasia, Indo Australia, Filipina, dan Pasifik yang menjadikan Indonesia rawan terhadap bencana gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi. Sedangkan dari sisi geografis Indonesia mengakibatkan negara ini rawan terhadap bencana banjir, tanah longsor, banjir bandang, kekeringan, cuaca ekstrim dan abrasi yang juga dapat memicu kebakaran hutan dan lahan [1]. Pertemuan empat lempeng utama mengakibatkan

Indonesia berada di jalur Cincin Api Pasifik. Menurut Budi Handoyo (2021), jalur Cincin Api Pasifik sendiri merupakan zona yang rentan terhadap aktivitas seismik dan vulkanik tinggi, menjadikan Indonesia salah satu negara dengan tingkat resiko bencana alam tertinggi di dunia [2].

Bencana alam adalah suatu peristiwa yang mengakibatkan dampak dan pengaruh besar bagi populasi manusia. Bencana alam di Indonesia dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kejadian bencana kelompok hidrometeorologi berupa kejadian bencana banjir, gelombang ekstrim, kebakaran lahan dan hutan, kekeringan, dan cuaca ekstrim. Sedangkan untuk kelompok bencana geologi yang sering terjadi adalah gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, dan tanah longsor [3]. Kecenderungan jumlah kejadian bencana secara total untuk kedua jenis kelompok yang relatif terus meningkat.

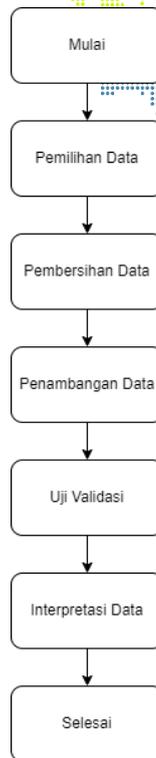
Selaras dengan berkembangnya dunia teknologi, data dan informasi menjadi mudah untuk didapatkan dengan akses internet. Teknologi yang canggih membuat setiap orang dapat mengakses dan mendapatkan informasi secara cepat dan akurat, tanpa mengenal batasan wilayah dan waktu. Hal ini membuat informasi sangat dibutuhkan di setiap lini kehidupan. Salah satunya ialah informasi tentang bencana alam, dimana informasi tentang bencana alam di butuhkan untuk penanggulangan bencana. Namun, informasi mengenai bencana alam yang tersaji saat ini masih bersifat acak, sulit dipahami dan belum terbukti keabsahannya. Meskipun bencana alam merupakan kejadian yang tidak bisa dihindari, akan tetapi dampak bencana dapat dikurangi dengan mengenali penyebab dan mempelajari kejadian bencana yang telah terjadi dengan menganalisa data bencana yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan suatu kota/kabupaten di Indonesia berdasarkan hasil dari pengelompokan yang dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Means clustering pada bahasa pemrograman R. Pengelolaan data bencana yang mencakup proses pengumpulan hingga penyebarluasan memiliki signifikansi vital dalam manajemen penanggulangan bencana. Data yang akurat dan terbaru mengenai bencana sangat membantu dalam perencanaan mitigasi risiko bencana, pengambilan keputusan yang tepat saat tanggap darurat, serta mendukung proses rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana [4].

Dalam melakukan pengolahan data, metode *data mining* dapat dimanfaatkan dan diterapkan untuk memeriksa basis data untuk menemukan pola yang baru dan berguna. *Clustering* atau pengelompokan merupakan metode yang digunakan untuk membagi data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kesamaan karakteristik yang telah ditentukan sebelumnya. Data – data yang berada di dalam *cluster* yang sama akan memiliki kesamaan karakteristik yang tinggi antara satu dengan yang lainnya [5]. K-Means adalah salah satu algoritma data *clustering* non hirarki yang digunakan untuk mengelompokan data yang memiliki karakteristik yang sama ke dalam satu atau lebih *cluster* [6]. Algoritma K-Means pada awalnya akan mengambil sebagian komponen populasi untuk dijadikan pusat cluster awal yang dipilih secara acak dari populasi data. Selanjutnya, algoritma ini akan menguji masing – masing komponen di dalam populasi data untuk dihitung jarak minimum antar komponen ke pusat *cluster*. Posisi pusat *cluster* akan dihitung kembali hingga semua komponen data digolongkan ke dalam tiap pusat *cluster* dan akan terbentuk posisi pusat *cluster* baru [7].

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan berdasarkan pada perhitungan matematis. Adapun data yang digunakan adalah data jenis sekunder (data yang sudah dikumpulkan oleh lembaga atau organisasi sebelumnya) dimana data bersumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tentang kejadian bencana alam menurut jenisnya pada kurun waktu 2019 – 2021 dan dari Indonesia Geospasial untuk file shp kota/kabupaten yang akan digunakan untuk melakukan pemetaan. Penelitian ini menggunakan algoritma K-Means *clustering* dan bahasa

pemrograman R. Langkah-langkah dalam melakukan *clustering* dapat di lihat dari diagram alir berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Clustering

### 2.1. Pemilihan Data

Pemilihan data merupakan tahap pemilihan data yang sesuai dengan tujuan dilakukan penelitian. Penulis menggunakan dataset “Jumlah Kejadian Bencana Alam Tahun 2019-2021” yang bersumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana dan “Shapefile Batas Administrasi Kabupaten/Kota Tahun 2019” yang bersumber dari Indonesia Geospasial [8] [9].

### 2.2. Pembersihan Data

Pembersihan data merupakan tahap penyesuaian atribut data sesuai dengan kebutuhan data mining. Tahap ini dilakukan dengan membuang atribut yang tidak terpakai, membuang duplikasi data, dan memperbaiki kesalahan yang ada pada data [10].

### 2.3. Penambahan Data

Penambahan data merupakan tahap pemrosesan data untuk mencari informasi yang terdapat di dalam data dengan menggunakan metode tertentu [11]. Pada penelitian ini akan dicari sebuah informasi dengan mengelompokan data atau *clustering*. Pengelompokan data yang dilakukan menggunakan algoritma K-Means dan menggunakan bahasa pemrograman R. Nilai k yang akan digunakan pada perhitungan ini adalah k=5 dengan menggunakan *seed* 42 agar mendapatkan hasil *cluster* yang konsisten.

### 2.4. Uji Validasi

Uji Validasi merupakan tahap untuk mengukur seberapa baik setiap baris data berada dalam *cluster* yang sama dibandingkan dengan kluster lainnya [12]. Dalam penelitian ini, metode uji validasi menggunakan nilai rata-rata *silhouette score*, di mana nilai tersebut mengindikasikan seberapa baik *clustering* dapat memisahkan kelompok data. Nilai rata-rata *silhouette score* mendekati 1 menunjukkan bahwa tiap baris data dalam memiliki

hasil evaluasi yang baik, sedangkan nilai rata-rata *silhouette score* yang rendah atau bahkan negatif menunjukkan bahwa baris data akan lebih cocok untuk ditempatkan dalam *cluster* lain.

### 2.5. Interpretasi Data

Interpretasi data merupakan tahap akhir pada penelitian ini dengan mengevaluasi data yang telah diproses dengan menggunakan algoritma K-Means ( $k=5$ ). Hasil dari pengelompokan tersebut akan divisualisasikan berupa peta (*mapping*) [13]

## 3. Hasil dan Pembahasan

Indonesia dengan topografi yang kompleks dan kerentanannya terhadap berbagai jenis bencana alam, menjalani perjalanan yang menantang seiring dengan perubahan zaman. Sejalan dengan kemajuan teknologi yang pesat, penggunaan solusi berbasis teknologi telah menjadi kunci dalam upaya mitigasi dan penanggulangan bencana. Salah satu aspek yang menonjol dalam pendekatan ini adalah pembuatan dan analisis data bencana yang komprehensif, sebagai instrumen evaluasi kritis terhadap dampak bencana serta sebagai landasan bagi penyusunan kebijakan yang lebih proaktif dan adaptif dalam menghadapi tantangan bencana masa depan.

Dengan memanfaatkan informasi yang diperoleh dari data bencana, baik melalui pemetaan kerawanan bencana, maupun evaluasi dampak, pemerintah dan pemangku kepentingan dapat lebih baik memahami dinamika bencana yang ada, mengidentifikasi area-area yang paling rentan, serta merumuskan strategi yang lebih tepat dan responsif dalam meminimalkan risiko serta meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap bencana di masa mendatang. Dengan demikian, penggunaan teknologi untuk pembuatan dan analisis data bencana bukan hanya menjadi suatu kebutuhan, tetapi juga sebuah keharusan dalam upaya menciptakan lingkungan yang lebih aman, tangguh, dan berkelanjutan [14].

Proses pengelompokan data dari dataset “Jumlah Kejadian Bencana Alam Tahun 2019-2021” dilakukan dengan langkah awal menyiapkan atribut yang akan digunakan dalam perhitungan *clustering*. Dataset tersebut akan diolah menggunakan bahasa pemrograman R dengan *software* RStudio. Bahasa R merupakan bahasa pemrograman yang bersifat open source dan memiliki kemampuan baik untuk pengolahan data dan statistik [15]. Untuk mendapatkan hasil yang konsisten pada setiap eksekusi, algoritma K-Means Clustering akan diterapkan  $k=5$  dan pengaturan *seed* pada nilai 42. Dengan menggunakan RStudio, langkah awal yang dilakukan adalah memuat *library* yang akan digunakan, antara lain *cluster*, *readxl*, *ggplot2*, *sf*, *dplyr*, *clusterSim*. Langkah berikutnya dilakukan impor dataset “Jumlah Kejadian Bencana Alam Tahun 2019-2021” dan *shapefile* “Shapefile Batas Administrasi Kabupaten/Kota Tahun 2019”. Lalu dilakukan perhitungan K-Means Clustering dengan hasil dapat dilihat di tabel berikut:

**Tabel 1.** Hasil Clustering

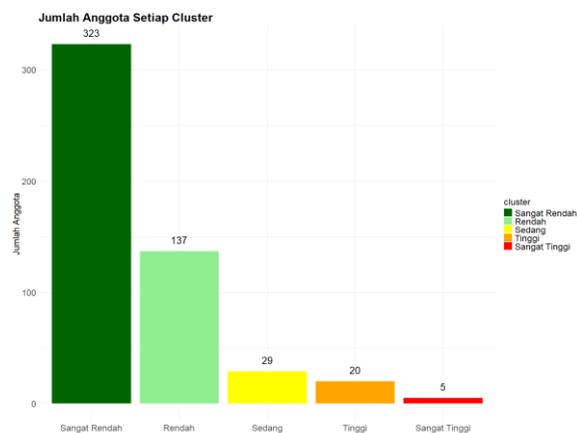
Cluster	Kota/ Kabupaten
Cluster 1	Padang Pariaman, Sukabumi, Garut, Ciamis, Kuningan, Majalengka, Sumedang, Bandung Barat, Kota Bogor, Kota Tasikmalaya, Purbalingga, Banjarnegara, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Wonogiri, Jepara, Temanggung, Kendal, Pemasang
Cluster 2	Aceh Selatan, Aceh Besar, Aceh Jaya, Pesawaran, Kota Pangkal Pinang, Bintan, Bandung, Cirebon, Boyolali, Sragen, Grobogan, Pati, Jember, Situbondo, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Bojonegoro, Gresik, Serang, Sanggau, Tanah Laut, Banjar, Tapin, Balangan, Kota Banjar Baru, Nunukan, Poso
Cluster 3	Aceh Singkil, Aceh Tenggara, Aceh Timur, Aceh Tengah, Aceh Barat, Bireuen, Aceh Utara, Gayo Lues, Nagan Raya, Bener Meriah, Kota Sabang, Kota Lhokseumawe, Tapanuli Utara, Asahan, Dairi, Deli Serdang, Langkat, Serdang Bedagai, Batu Bara, Labuhan Batu Utara, Kota Medan, Solok, Sijunjung, Agam, Lima Puluh Kota, Solok Selatan, Pasaman Barat, Kota Sawah Lunto, Rokan

Cluster	Kota/ Kabupaten
	<p>Hulu, Merangin, Sarolangun, Ogan Komering Ulu, Musi Rawas, Musi Banyuasin, Banyu Asin, Ogan Komering Ulu Selatan, Ogan Ilir, Empat Lawang, Penukal Abab Lematang Ilir, Seluma, Lampung Barat, Lampung Timur, Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Timur, Kota Jakarta Barat, Kota Jakarta Utara, Tasikmalaya, Indramayu, Subang, Purwakarta, Karawang, Bekasi, Pangandaran, Kota Bandung, Kota Bekasi, Kota Depok, Kota Cimahi, Kebumen, Klaten, Sukoharjo, Karanganyar, Blora, Rembang, Kudus, Demak, Semarang, Batang, Pekalongan, Tegal, Kota Surakarta, Kota Pekalongan, Kota Tegal, Bantul, Sleman, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Probolinggo, Pasuruan, Madiun, Ngawi, Tuban, Lamongan, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Kota Malang, Kota Batu, Pandeglang, Lebak, Jembrana, Badung, Gianyar, Karang Asem, Lombok Tengah, Lombok Timur, Sumbawa, Dompu, Bima, Sumbawa Barat, Kota Bima, Landak, Ketapang, Kapuas Hulu, Sekadau, Kotawaringin Barat, Barito Utara, Lamandau, Seruyan, Pulang Pisau, Murung Raya, Barito Kuala, Hulu Sungai Utara, Tabalong, Tanah Bumbu, Penajam Paser Utara, Kota Samarinda, Parigi Moutong, Sigi, Sinjai, Maros, Pangkajene dan Kepulauan, Barru, Bone, Wajo, Sidenreng Rappang, Pinrang, Luwu, Tana Toraja, Luwu Utara, Luwu Timur</p>
Cluster 4	Bogor, Cilacap, Banyumas, Brebes, Kota Semarang
Cluster 5	<p>Simeulue, Pidie, Aceh Barat Daya, Aceh Tamiang, Pidie Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Langsa, Kota Subulussalam, Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Toba Samosir, Labuhan Batu, Simalungun, Karo, Nias Selatan, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Nias Utara, Nias Barat, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Binjai, Kota Padangsidimpuan, Kota Gunungsitoli, Kepulauan Mentawai, Pesisir Selatan, Tanah Datar, Pasaman, Dharmasraya, Kota Padang, Kota Solok, Kota Padang Panjang, Kota Bukittinggi, Kota Payakumbuh, Kota Pariaman, Kuantan Singingi, Indragiri Hulu, Indragiri Hilir, Pelalawan, Siak, Kampar, Bengkalis, Rokan Hilir, Kepulauan Meranti, Kota Pekanbaru, Kota Dumai, Kerinci, Batang Hari, Muaro Jambi, Tanjung Jabung Timur, Tanjung Jabung Barat, Tebo, Bungo, Kota Jambi, Kota Sungai Penuh, Ogan Komering Ilir, Muara Enim, Lahat, Ogan Komering Ulu Timur, Musi Rawas Utara, Kota Palembang, Kota Prabumulih, Kota Pagar Alam, Kota Lubuklinggau, Bengkulu Selatan, Rejang Lebong, Bengkulu Utara, Kaur, Mukomuko, Lebong, Kepahiang, Bengkulu Tengah, Kota Bengkulu, Tanggamus, Lampung Selatan, Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, Mesuji, Tulang Bawang Barat, Pesisir Barat, Kota Bandar Lampung, Kota Metro, Bangka, Belitung, Bangka Barat, Bangka Tengah, Bangka Selatan, Belitung Timur, Karimun, Natuna, Lingga, Kepulauan Anambas, Kota Batam, Kota Tanjung Pinang, Kepulauan Seribu, Kota Jakarta Pusat, Cianjur, Kota Sukabumi, Kota Cirebon, Kota Banjar, Kota Magelang, Kota Salatiga, Kulon Progo, Gunung Kidul, Kota Yogyakarta, Pacitan, Magetan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Tangerang, Kota Tangerang, Kota Cilegon, Kota Serang, Kota Tangerang Selatan, Tabanan, Klungkung, Bangli, Buleleng, Kota Denpasar, Lombok Barat, Lombok Utara, Kota Mataram, Sumba Barat, Sumba Timur, Kupang, Timor Tengah Selatan, Timor Tengah Utara, Belu, Alor, Lembata, Flores Timur, Sikka, Ende, Ngada, Manggarai, Rote Ndao, Manggarai Barat, Sumba Tengah, Sumba Barat Daya, Nagekeo, Manggarai Timur, Sabu Raijua, Malaka, Kota Kupang, Sambas, Bengkayang, Mempawah, Sintang, Melawi, Kayong Utara, Kubu Raya, Kota Pontianak, Kota Singkawang, Kotawaringin Timur, Kapuas, Barito Selatan, Sukamara, Katingan, Gunung Mas, Barito Timur, Kota Palangka Raya, Kota Baru, Hulu Sungai Selatan, Hulu Sungai Tengah, Kota Banjarmasin, Paser, Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Berau, Mahakam Hulu, Kota Balikpapan, Kota Bontang, Malinau, Bulungan, Tana Tidung, Kota Tarakan, Bolaang Mongondow, Minahasa, Kepulauan</p>

Cluster	Kota/ Kabupaten
	Sangihe, Kepulauan Talaud, Minahasa Selatan, Minahasa Utara, Bolaang Mongondow Utara, Siau Tagulandang Biaro, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow Selatan, Bolaang Mongondow Timur, Kota Manado, Kota Bitung, Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Banggai Kepulauan, Banggai, Morowali, Donggala, Toli-Toli, Buol, Tojo Una-una, Banggai Laut, Morowali Utara, Kota Palu, Kepulauan Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Gowa, Soppeng, Enrekang, Toraja Utara, Kota Makassar, Kota Parepare, Kota Palopo, Buton, Muna, Konawe, Kolaka, Konawe Selatan, Bombana, Wakatobi, Kolaka Utara, Buton Utara, Konawe Utara, Kolaka Timur, Konawe Kepulauan, Muna Barat, Buton Tengah, Buton Selatan, Kota Kendari, Kota Baubau, Boalemo, Gorontalo, Pohuwato, Bone Bolango, Gorontalo Utara, Kota Gorontalo, Majene, Polewali Mandar, Mamasa, Mamuju, Mamuju Utara, Mamuju Tengah, Maluku Tenggara Barat, Maluku Tenggara, Maluku Tengah, Buru, Kepulauan Aru, Seram Bagian Barat, Seram Bagian Timur, Maluku Barat Daya, Buru Selatan, Kota Ambon, Kota Tual, Halmahera Barat, Halmahera Tengah, Kepulauan Sula, Halmahera Selatan, Halmahera Utara, Halmahera Timur, Pulau Morotai, Pulau Taliabu, Kota Ternate, Kota Tidore Kepulauan, Fakfak, Kaimana, Teluk Wondama, Teluk Bintuni, Manokwari, Sorong Selatan, Sorong, Raja Ampat, Tambrau, Maybrat, Manokwari Selatan, Pegunungan Arfak, Kota Sorong, Merauke, Jayawijaya, Jayapura, Nabire, Kepulauan Yapen, Biak Numfor, Paniai, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Mappi, Asmat, Yahukimo, Pegunungan Bintang, Tolikara, Sarmi, Keerom, Waropen, Supiori, Mamberamo Raya, Nduga, Lanny Jaya, Mamberamo Tengah, Yalimo, Puncak, Dogiyai, Intan Jaya, Deiyai, Kota Jayapura

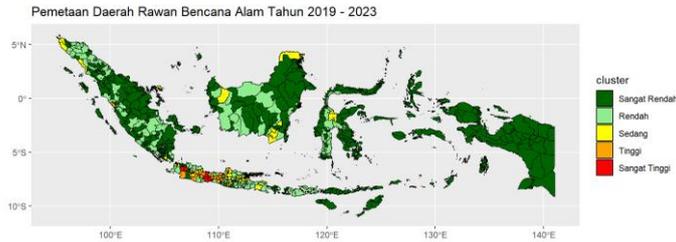
Berdasarkan data yang memuat 514 Kota/Kabupaten, peneliti mengelompokkan data tersebut menjadi lima *cluster*. Kelima *cluster* tersebut diidentifikasi sebagai berikut, *cluster* 1 memiliki tingkat kejadian bencana alam yang tinggi, *cluster* 2 memiliki tingkat kejadian bencana alam yang sedang, *cluster* 3 memiliki tingkat kejadian bencana alam yang rendah, *cluster* 4 memiliki tingkat kejadian bencana alam yang sangat tinggi, dan *cluster* 5 memiliki tingkat kejadian bencana alam yang sangat rendah.

Dari hasil clustering tersebut, dilakukan uji validasi dengan menggunakan nilai rata-rata *silhouette score*. Nilai rata-rata *silhouette score* yang diperoleh adalah 0,3235155 yang menunjukkan bahwa pengelompokan yang dihasilkan memiliki tingkat kecocokan baris data yang relatif baik terhadap *clusternya* sendiri. Kemudian dari hasil *cluster* tersebut akan dilakukan visualisasi dalam bentuk pemetaan untuk memberikan gambaran spasial tentang distribusi dan pola *clustering* dari kejadian bencana alam di wilayah kota/kabupaten serta bentuk grafik untuk mengetahui jumlah keanggotaan pada setiap *clusternya*.

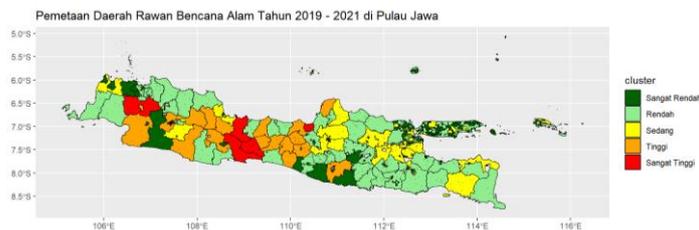


Gambar 2. Grafik Jumlah Anggota Setiap Cluster

Berdasarkan Gambar 2 yang merupakan grafik jumlah anggota setiap cluster, diperoleh informasi sebagai berikut, cluster 1 “Tinggi” memiliki 20 anggota, cluster 2 “Sedang” memiliki 29 anggota, cluster 3 “Rendah” memiliki 137 anggota, cluster 4 “Sangat Tinggi” memiliki 5 anggota, dan cluster 5 “Sangat Rendah” memiliki 323 anggota.

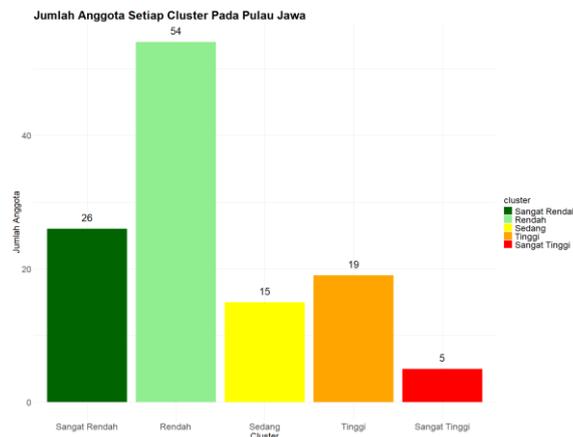


**Gambar 3.** Pemetaan Hasil *Clustering*



**Gambar 4.** Pemetaan Hasil *Clustering* di Pulau Jawa

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 yang merupakan hasil pemetaan daerah rawan bencana alam tahun 2019-2021 dimana dapat dilihat Pulau Jawa merupakan daerah yang paling rawan mengalami bencana alam. Visualisasi hasil clustering dalam bentuk peta dapat memberikan gambaran dan pemahaman yang jelas mengenai distribusi kejadian bencana alam di berbagai daerah.



**Gambar 5.** Grafik Jumlah Anggota Setiap Cluster Pada Pulau Jawa

Berdasarkan Gambar 5 yang merupakan grafik jumlah anggota setiap cluster pada Pulau Jawa yang merupakan daerah paling rawan mengalami bencana alam, diperoleh informasi sebagai berikut, cluster 1 “Tinggi” memiliki 19 anggota, cluster 2 “Sedang” memiliki 15 anggota, cluster 3 “Rendah” memiliki 54 anggota, cluster 4 “Sangat Tinggi” memiliki 5 anggota, dan cluster 5 “Sangat Rendah” memiliki 26 anggota.

Pulau Jawa, sebagai salah satu wilayah yang sangat rentan terhadap bencana alam, perlu mempersiapkan upaya mitigasi yang lebih intensif untuk menghadapi potensi bencana di masa mendatang. Hal ini dikarenakan tingkat kerentanan yang tinggi dan

frekuensi kejadian bencana yang sering terjadi di wilayah ini. Kesiapan yang matang dalam menghadapi bencana alam sangat penting untuk mengurangi risiko korban jiwa dan kerusakan lingkungan yang bisa ditimbulkan oleh bencana tersebut. Dengan pemahaman yang mendalam mengenai pola dan distribusi kejadian bencana, pemerintah dapat mengalokasikan sumber daya dan upaya mitigasi secara lebih efektif di daerah yang paling rentan.

Peningkatan ketahanan bencana dapat dicapai melalui pengembangan infrastruktur yang tahan terhadap bencana. Hal ini mencakup pembangunan gedung-gedung dengan standar konstruksi yang lebih tinggi, penguatan sistem drainase untuk mencegah banjir, dan penyediaan fasilitas evakuasi yang memadai. Selain itu, peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana juga sangat penting. Ini dapat dilakukan melalui program pendidikan dan pelatihan bencana yang kontinu, yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat mengenai cara-cara menghadapi dan bertindak saat terjadi bencana.

Selain pengembangan infrastruktur dan peningkatan kapasitas masyarakat, penting juga untuk memperkuat sistem peringatan dini. Sistem ini harus mampu memberikan informasi yang cepat dan akurat mengenai potensi bencana, sehingga masyarakat memiliki cukup waktu untuk melakukan evakuasi atau tindakan penyelamatan diri. Penggunaan teknologi canggih dalam sistem peringatan dini, seperti sensor bencana, satelit, dan aplikasi mobile, dapat meningkatkan efektivitas dalam penyampaian informasi.

Tidak hanya itu, kerjasama antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan masyarakat juga perlu ditingkatkan. Kerjasama yang baik akan memastikan bahwa semua pihak terlibat aktif dalam upaya mitigasi bencana, dari tahap perencanaan hingga implementasi. Pemerintah daerah khususnya perlu memiliki rencana mitigasi yang terperinci dan siap untuk diimplementasikan kapan saja. Dengan demikian, melalui kombinasi dari pengembangan infrastruktur, peningkatan kapasitas masyarakat, penguatan sistem peringatan dini, dan kerjasama yang baik antara berbagai pihak, diharapkan dapat tercipta kesiapan yang lebih baik dalam menghadapi bencana alam. Hal ini tidak hanya akan mengurangi potensi kerugian material dan non-material, tetapi juga akan meningkatkan ketahanan dan keamanan masyarakat terhadap ancaman bencana di masa depan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penulis terhadap data kejadian bencana alam tahun 2019-2021 yang terjadi di 514 kota/kabupaten menggunakan algoritma k-means clustering untuk mengelompokkan kota/kabupaten menjadi 5 *cluster*, dapat disimpulkan bahwa kelima *cluster* tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Kelima *cluster* tersebut yang terdiri dari *cluster* 1 (tinggi), *cluster* 2 (sedang), *cluster* 3 (rendah), *cluster* 4 (sangat tinggi), dan *cluster* 5 (sangat rendah) memiliki tingkat kecocokan yang relatif baik terhadap clusternya masing-masing dengan ditunjukkan oleh nilai rata-rata *silhouette score* sebesar 0,3235155. Hasil clustering tersebut divisualisasikan berupa peta agar pembaca dapat memperoleh informasi dengan cepat dan mudah. Pulau Jawa merupakan daerah yang paling rentan terhadap bencana alam dibandingkan dengan daerah lain.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. W. Adi, O. Shalih, F. Z. Shabrina, A. Rizqi, A. S. Putra, R. Karimah, F. Eveline, A. Alfian, Syauqi, R. T. Septian, Y. Widiastono, Y. Bagaskoro, A. N. Dewi, I. Rahmawati, Seniorwan, H. A. Suryaningrum, D. I. Purnamasiwati, And T. J. Puspasari, *Irbis (Indeks Risiko Bencana Indonesia) Tahun 2022*, Vol. 01. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023.
- [2] B. Handoyo, *Geografi*, Vol. 1. Jakarta: Pusat Perbukuan Badan Standar,

- Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi, 2021. [Online]. Available: <https://Buku.Kemdikbud.Go.Id>
- [3] M. R. Anri, G. Yulianti, R. Yunus, S. Wiguna, A. W. Adi, A. N. Ichwana, R. E. Randongkir, And R. T. Septian, *Risiko Bencana Indonesia*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2016.
- [4] A. Rosyida, M. Aziz, Y. Firmansyah, T. Setiawan, K. P. Pangesti, And F. Kakanur, *Data Bencana Indonesia 2023*, Vol. 3. Jakarta Timur: Pusat Data Informasi Dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2024.
- [5] V. Herlinda, D. Darwis, And Dartono, “Analisis Clustering Untuk Recredesialing Fasilitas Kesehatan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 94–99, 2021, [Online]. Available: [Http://Jim.Teknokrat.Ac.Id/Index.Php/Jtsi](http://Jim.Teknokrat.Ac.Id/Index.Php/Jtsi)
- [6] N. G. Syawali, N. Laila, M. Istoningtyas, M. Ruza, E. Rasywir, M. R. Borroek, And Y. Pratama, “Implementasi Algoritma K-Means Clustering Untuk Mengetahui Minat Pembeli Di Agen Buah Melon,” *J. Inform. Dan Rekayasa Komputer(Jakakom)*, Vol. 2, No. 2, Pp. 254–262, 2022, Doi: 10.33998/Jakakom.2022.2.2.116.
- [7] M. Norshahlan, H. Jaya, And R. Kustini, “Penerapan Metode Clustering Dengan Algoritma K-Means Pada Pengelompokan Data Calon Siswa Baru,” *J. Sist. Inf. Triguna Dharma (Jursi Tgd)*, Vol. 2, No. 6, Pp. 1042–1053, 2023, Doi: 10.53513/Jursi.V2i6.9148.
- [8] Bidang Pengelolaan Data Dan Sistem Informasi (Pdsi) And P. D. I. Dan K. K. (Pusdatinkom), “Statistik Bencana Menurut Jenis,” Badan Nasional Penanggulangan Bencana (Bnpb). [Online]. Available: <https://Dibi.Bnpb.Go.Id/Kbencana2>
- [9] Indonesia Geospasial Gis Dan Penginderaan Jauh, “Shapefile Batas Administrasi Provinsi, Kabupaten/Kota, Kecamatan, Desa Tahun 2019,” Indonesia Geospasial Gis Dan Penginderaan Jauh. [Online]. Available: <https://Www.Indonesia-Geospasial.Com/2020/04/Download-Shapefile-Shp-Batas.Html>
- [10] F. Marisa, A. L. Maukar, And T. M. Akhriza, *Data Mining Konsep Dan Pembahasannya*. Yogyakarta: Cv Budi Utama, 2021. [Online]. Available: <https://Repository.Widyagama.Ac.Id/Files/Original/9e2d3a13ce7e4845e9597b2039f43ff3.Pdf>
- [11] Y. Mardi, “Data Mining : Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5,” *J. Edik Inform.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 213–219, 2019.
- [12] C. Nisa And W. Yustanti, “Studi Perbandingan Algoritma Klastering Dalam Pengelompokan Persediaan Produk (Studi Kasus : Subdirektorat Perencanaan Sarana Prasarana Dan Logistik Ptn X),” *J. Emerg. Inf. Syst. Bus. Intell.*, Vol. 02, No. 03, Pp. 14–20, 2021, [Online]. Available: <https://Ejournal.Unesa.Ac.Id/Index.Php/Jeisbi/Article/View/41103%0ahttps://Ejournal.Unesa.Ac.Id/Index.Php/Jeisbi/Article/Download/41103/35454>
- [13] V. Purwayoga, A. A. Mikail, S. D. N. Faridah, And V. R. A'izzah, “Penerapan Data Mining Untuk Pemetaan Daerah Rawan Bencana Sebagai Upaya Kesiapsiagaan Terhadap Bencana,” *J. Teknoinfo*, Vol. 17, No. 1, Pp. 319–327, 2023, Doi: 10.33365/Jti.V17i1.2381.
- [14] Bnpb, “Kajian Risiko Bencana Nasional Provinsi Sulawesi Tengah 2022 - 2026,” 2021.
- [15] Sinollah And R. Wahyu, “Penerapan Software Bahasa R Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Pemahaman Statistika Mahasiswa,” *J. Lemma Lett. Math. Educ.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 6–15, 2020, Doi: 10.22202/Jl.2020.V7i1.4675.