

Klasterisasi Daerah Rawan Bencana Alam Menggunakan Algoritma K-Means

Michael Kevin Adinata^{1*}, Ali Mahmudi², Yosep Agus Pranoto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

*2118069@scholar.itn.ac.id

Abstrak

Jawa Timur merupakan provinsi dengan kerawanan bencana tinggi, seperti banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan angin kencang, yang berdampak pada kerugian material, korban jiwa, serta memburuknya kondisi sosial-ekonomi, terutama di daerah pedesaan. Minimnya strategi mitigasi dan alokasi sumber daya memperburuk penanganan bencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan data bencana menggunakan algoritma K-Means guna mengatasi keterbatasan analisis deskriptif yang dilakukan oleh BPBD Jawa Timur. Data yang digunakan meliputi 1125 kejadian bencana dengan variabel frekuensi bencana, total kerusakan, dan jumlah korban jiwa per kecamatan di kabupaten dan kota Jawa Timur selama tahun 2021-2022, yang diperoleh dari situs resmi BPBD Jawa Timur. Algoritma K-Means dipilih karena efisiensinya dalam mengelola data besar dan fleksibilitasnya dalam pembentukan kluster. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2021, wilayah di Jawa Timur terbagi dalam tiga kluster berdasarkan tingkat risiko bencana: Kluster 1 (risiko rendah) dengan 192 kecamatan, Kluster 2 (risiko sedang) dengan 35 kecamatan, dan Kluster 3 (risiko tinggi) dengan 10 kecamatan. Pada tahun 2022, perubahan signifikan terlihat pada Kluster 1, yang mencakup 462 kecamatan, Kluster 2 dengan 20 kecamatan, dan Kluster 3 dengan 11 kecamatan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung prioritas pengambilan keputusan pemerintah, terutama dalam penanganan bencana dan alokasi sumber daya berdasarkan tingkat risiko

Kata kunci : Bencana Alam, BPBD, Data Mining, Jawa Timur, K-Means Clustering, Klasterisasi

Abstract

East Java is a province with high vulnerability to disasters, such as floods, landslides, earthquakes, and strong winds, which have an impact on material losses, casualties, and deterioration of socio-economic conditions, especially in rural areas. The lack of mitigation strategies and resource allocation worsens disaster management. This study aims to classify disaster data using the K-Means algorithm to overcome the limitations of descriptive analysis conducted by BPBD East Java. The data used includes 1125 disaster events with variable disaster frequency, total damage, and the number of casualties per sub-district in East Java districts and cities during 2021-2022, obtained from the official website of the East Java BPBD. The K-Means algorithm was chosen because of its efficiency in managing big data and its flexibility in cluster formation. The results of the study show that in 2021, the region in East Java is divided into three clusters based on the level of disaster risk: Cluster 1 (low risk) with 192 sub-districts, Cluster 2 (medium risk) with 35 sub-districts, and Cluster 3 (high risk) with 10 sub-districts. In 2022, significant changes were seen in Cluster 1, which includes 462 sub-districts, Cluster 2 with 20 sub-districts, and Cluster 3 with 11 sub-districts. The results of this study are expected to support the government's decision-making priorities, especially in disaster management and resource allocation based on risk levels.

Keywords : BPBD, Clustering, Data Mining, East Java, K-Means Clustering, Natural Disasters.

1. Pendahuluan

Indonesia, yang terletak di zona cincin api Pasifik dan secara geologis yang terletak pada pertemuan empat lempeng utama yaitu Eurasia,

Indo-Australia, Filipina, dan Pasifik, membuat wilayah ini rentan terhadap berbagai bencana geologis dan geografis, seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, dan bencana

akibat kondisi tropis serta pertemuan samudra dan benua^{[1][2]}.

Jawa Timur, sebagai provinsi dengan tingkat kerawanan bencana tinggi, sering dilanda banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan angin kencang. Dampak bencana ini tidak hanya menyebabkan kerugian material dan korban jiwa, tetapi juga memperburuk kondisi sosial-ekonomi, terutama di daerah pedesaan yang sulit dijangkau infrastruktur dan layanan dasar. Minimnya strategi mitigasi dan alokasi sumber daya memperburuk penanganan bencana di wilayah ini.

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Timur telah melakukan pengelolaan data dan klusterisasi bencana, namun sistem yang ada masih terbatas pada analisis deskriptif dan belum mampu mengelompokkan data bencana alam dengan pola yang kompleks^[3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan menggunakan algoritma K-Means untuk mengelompokkan data bencana berdasarkan frekuensi kejadian, total kerusakan, dan total korban jiwa per kecamatan di Jawa Timur selama tahun 2021-2022. Algoritma K-Means dipilih karena efisiensinya dalam mengolah data besar dan fleksibilitasnya dalam menentukan jumlah kluster sesuai kebutuhan analisis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengambilan

keputusan pemerintah dalam penanganan bencana dan alokasi sumber daya berdasarkan tingkat risiko^[4].

Oleh karena itu penulis mengambil penelitian dengan judul “Penerapan Algoritma K-Means Untuk Klusterisasi Daerah Rawan Bencana Di Jawa Timur”.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Berikut penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dalam penulisan sesuai dengan yang akan diteliti sebagai pendukung penelitian ini, antara lain:

- Penelitian berjudul “Implementasi data mining menggunakan algoritma K-Means *clustering* penyakit pasien rawat jalan pada Klinik Dr. Atirah Desa Sioyong, Sulteng” yang dilakukan oleh Prasetyo et.al (2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode K-Means *Clustering* dalam pengelompokan jenis penyakit di Klinik Dr. Atira serta untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang sama, sehingga dapat dilakukan pencegahan terhadap jenis penyakit yang masuk dalam kategori aman, waspada, dan darurat. Dengan demikian, instansi kesehatan dapat melakukan penanganan dan pencegahan yang lebih efektif terhadap penyakit yang teridentifikasi^[5]

- Penelitian berjudul “Klasterisasi Data Bencana Alam di Kota Cirebon Menggunakan K-Means *Clustering* Berdasarkan Kawasan dan Jenis” yang dilakukan oleh Aisy dan Kurniawan (2024). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengelompokkan kawasan di Kota Cirebon yang rentan terhadap bencana alam dengan menggunakan algoritma K-Means *Clustering*. Penelitian ini mengumpulkan data mengenai jenis bencana yang terjadi, frekuensi kejadian, serta dampak yang ditimbulkan di berbagai kawasan. Maka dikembangkanlah dengan menggunakan metode K-Means untuk mengelompokkan data bencana berdasarkan karakteristik yang relevan, sehingga dapat dihasilkan klaster-klaster yang menggambarkan tingkat kerawanan masing-masing kawasan. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kota Cirebon memiliki beberapa klaster dengan tingkat kerawanan bencana yang berbeda, yang mencakup bencana banjir, tanah longsor, dan kebakaran. Klasterisasi ini memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah daerah dalam merencanakan strategi mitigasi dan penanggulangan bencana yang lebih efektif^[6].
- Penelitian berjudul “Analisis Cluster Intensitas Kebencanaan di Indonesia Menggunakan Metode K-Mean” yang dilakukan oleh Herald et.al (2019). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis intensitas kebencanaan di Indonesia menggunakan metode K-Means *Clustering*. Penelitian ini menggunakan algoritma K-Means untuk mengelompokkan data kebencanaan berdasarkan jenis bencana, frekuensi, dan intensitas yang terjadi di berbagai wilayah di Indonesia. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan melakukan analisis *clustering*, pemerintah dapat lebih fokus dalam merancang langkah-langkah mitigasi yang sesuai dengan jenis bencana yang paling sering terjadi di masing-masing daerah. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dan efektivitas penanggulangan bencana di Indonesia^[7].
- Penelitian berjudul “Algoritma K-Medoids Untuk Prediksi Hasil Produksi Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Curah Hujan” yang dilakukan oleh Yapen, B. G. B (2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengelompokan wilayah rawan bencana alam dengan menggunakan algoritma K-Means *Clustering*. Penelitian ini mengidentifikasi berbagai faktor relevan seperti kerugian fisik, kerugian ekonomi, kerusakan lingkungan, jumlah penduduk terpapar, dan kelompok rentan untuk mengelompokkan wilayah yang berisiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

penerapan metode K-Means *Clustering* dapat mencapai tingkat akurasi sebesar 98,5%, yang menandakan efektivitas metode dalam mendukung pengelompokan wilayah rawan bencana. Dengan sistem ini, diharapkan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Biak dapat lebih cepat dan tepat dalam menetapkan wilayah rawan bencana, serta meningkatkan ketangguhan komunitas terhadap bencana alam. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem peringatan dini dan mitigasi bencana di daerah yang rentan^[8].

- Penelitian berjudul “Implementasi Algoritma K-Means *Clustering* Dalam Pengelompokan Data Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Di Kabupaten Cirebon” oleh Maulana et.al (2024). Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma K-Means *Clustering* dalam mengelompokkan data kerusakan rumah akibat bencana alam. Penelitian ini mengidentifikasi berbagai jenis kerusakan rumah, termasuk kerusakan ringan, sedang, berat, terendam, terancam, dan tertimbun, untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pola kerusakan yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode K-Means *Clustering* berhasil mengelompokkan data kerusakan rumah menjadi dua kluster utama, dengan total kerusakan terbanyak berada pada satu

kluster. Dengan penerapan algoritma ini, diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pihak terkait dalam pengambilan keputusan terkait penanggulangan dan mitigasi risiko bencana alam di Kabupaten Cirebon^[9].

2.2. Landasan Teori

1. Bencana Alam

Bencana alam adalah peristiwa yang disebabkan oleh fenomena alam yang dapat mengakibatkan kerusakan, dampak negatif bagi manusia, dan lingkungan^[10]. Bencana alam di Indonesia sering kali terjadi akibat kondisi geologi yang kompleks^[11]. Dimana terjadi sebuah kekacauan yang dapat mengancam keselamatan manusia sehingga harus merancang strategi mitigasi yang tepat dan sesuai^[12]. Kekacauan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya berbagai kerugian baik dari segi kemanusiaan. Contoh bencana alam yang diakibatkan oleh faktor geologi adalah gempa bumi, letusan gunung api, dan pergerakan lempeng bumi, sedangkan bencana alam yang disebabkan oleh faktor hidrologi adalah banjir, tanah longsor dan aktivitas dari gelombang air. Untuk bencana alam yang diakibatkan oleh factor meteorologi adalah badai konvektif, badai ekstras tropis, suhu ekstrim dan kabut, sedangkan untuk bencana alam yang disebabkan oleh faktor klimatologi adalah kekeringan, ledakaan danau glasial, kebakaran hutan. Untuk bencana alam

yang disebabkan oleh faktor biologi adalah kejadian binatang berbahaya, penyakit, dan infeksi serangga, sedangkan bencana alam yang disebabkan oleh benda-benda yang ada di luar angkasa adalah benturan pada atmosfer bumi, suhu di luar angkasa dan di atmosfer^[13].

2. Data Mining

Data mining adalah salah satu bentuk implementasi yang diterapkan untuk mencari sebuah model dan pola yang mampu melakukan prediksi pada suatu data berdasarkan data sebelumnya di periode waktu tertentu^[14]. Data mining merujuk pada proses mengeksplorasi pengetahuan dari dalam basis data, dimana teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan pembelajaran mesin digunakan untuk mengekstraksi dan mengenali informasi berharga serta pengetahuan terkait dari berbagai basis data yang besar^[15].

3. Algoritma K-Means

Metode K-Means adalah metode *clustering* non-hierarkis yang berusaha mempartisi data ke dalam satu atau lebih *cluster* atau kelompok. Metode ini mengelompokkan data yang memiliki karakteristik yang sama ke dalam satu *cluster* yang sama, sementara data dengan karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang lain^[16]. Tujuan dari K-Means adalah untuk meminimalkan fungsi objektif yang ditetapkan dalam proses *clustering*, yang umumnya berusaha memaksimalkan variasi antar *cluster*.

Tahapan algoritma K-Means pada dasarnya melakukan 2 proses yaitu pendeteksi lokasi pusat cluster dan pencarian anggota dari tiap cluster^[17].

Berikut proses algoritma K-Means :

- Tentukan k sebagai jumlah cluster yang dibentuk
- Tentukan k *centroid* (titik pusat cluster) yang dibentuk
- Hitung jarak setiap objek ke masing-masing *centroid* dari masing-masing *cluster* menggunakan rumus *Euclidian Distance*:

$$d(x, y) = ||x - y|| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Keterangan :

x_i = objek x ke-i

y_i = objek y ke-l

n = banyaknya objek

- Alokasikan masing-masing objek ke dalam *centroid* yang paling dekat
- Hitung centroid baru dengan menghitung rata-rata (*means*) pada setiap cluster
- Ulangi langkah 3 jika posisi *centroid* baru tidak sama.

3. Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini, diperlukan langkah – langkah berikut:

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data sekunder. Data diperoleh dari BPBD Jawa Timur

tahun 2021 hingga 2022 dengan jumlah data bencana alam sebanyak 1125 data. Data yang dikumpulkan mencakup informasi nama kabupaten atau kota, kecamatan, jenis bencana, korban jiwa, dan kerusakan.

3.2 Studi Literatur

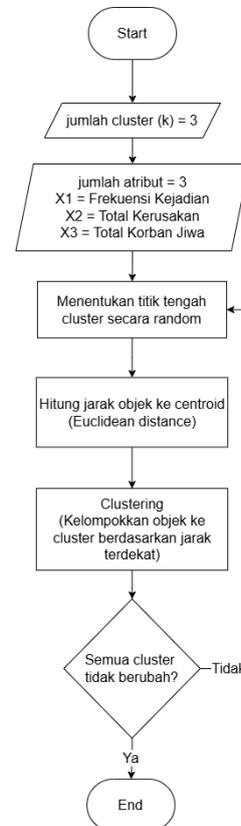
Penelitian menggunakan metode pengumpulan data dengan mencari referensi yang relevan baik dari artikel serta jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini. Sehingga dapat memahami konsep dan langkah – langkah dalam implementasi metode K-Means untuk klasterisasi daerah rawan bencana alam di Jawa Timur.

3.3 Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah memilah dan membersihkan data, serta menganalisisnya berdasarkan variabel yang diperlukan seperti total kerusakan dan total korban jiwa. Data yang tidak relevan atau yang memiliki nilai kosong akan dihapus, kemudian dilakukan normalisasi agar semua variabel memiliki skala yang seragam. Setelah itu, proses klasterisasi akan dilakukan dengan menggunakan metode K-Means, di mana data akan dikelompokkan berdasarkan rumus Euclidean Distance, yang mengukur jarak antara data dengan titik pusat.

3.4 Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem dengan menyusun alur kerja yang terstruktur untuk analisis data menggunakan metode K-Means. Langkah-langkah pengolahan data terkait daerah rawan bencana alam digambarkan melalui flowchart. Ilustrasi flowchart sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem

3.5 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kantor BPBD Jawa Timur yang berlokasi di Jalan Letjend. S. Parman No.55, Krajan Kulon, Waru, Kec. Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur..

4. Hasil dan Pembahasan

Pada Hasil dan Pembahasan ini akan membahas proses pengumpulan data, penerapan metode pada excel , penerapan metode pada sistem berbasis website dan perbandingan hasil clustering pada aplikasi excel dan web untuk pengelompokkan rawan bencana alam pada penerapan metode K-Means sebagai berikut:

4.1. Hasil Penerapan Metode Pada Aplikasi

Excel

1. Langkah awal memasukkan data set ke excel yang diperoleh dari situs resmi BPBD Jawa Timur untuk tahun 2021, dapat dilihat pada Gambar 2.

No	Tahun	Kabupaten/Daerah	Zona Rawan	Frekuensi Kerusakan	Total Kerusakan	Total Korban
1	2021	Kabupaten Bangkalan	Bangkalan	Angin Puting Belulang	3	30
2	2021	Kabupaten Bangkalan	Blage	Banjir	3	2399
3	2021	Kabupaten Bangkalan	Kuwanyar	Angin kencang	3	5
4	2021	Kabupaten Bangkalan	Mudung	Angin kencang	3	31
4	2021	Kabupaten Bangkalan	Sioah	Angin kencang	2	33
6	2021	Kabupaten Banyuwangi	Banyuwangi	Banjir	3	1094
7	2021	Kabupaten Banyuwangi	Cluring	Angin Puting Belulang	3	29
8	2021	Kabupaten Banyuwangi	Kendaresan	Angin kencang, Angin	2	300
9	2021	Kabupaten Banyuwangi	Klentang	Angin Puting Belulang	3	14
10	2021	Kabupaten Banyuwangi	Klarmohor	Angin kencang	3	1
11	2021	Kabupaten Banyuwangi	Kalah	Angin kencang	3	13
12	2021	Kabupaten Banyuwangi	Lisin	Fanah Longsor	3	3
13	2021	Kabupaten Banyuwangi	Muncar	Banjir	3	300
14	2021	Kabupaten Banyuwangi	Sitoto	Angin kencang	3	1
15	2021	Kabupaten Banyuwangi	Wirogatenop	Banjir	2	300
16	2021	Kabupaten Blitar	Punggok	Angin kencang	3	14
17	2021	Kabupaten Blitar	Sukrahutan	Angin kencang	3	3
18	2021	Kabupaten Blitar	Songar	Angin kencang	3	4
19	2021	Kabupaten Blitar	Sulankayu	Angin kencang	3	4

Gambar 2. Memasukan Dataset di excel

Gambar 2 merupakan data set untuk pengelompokkan daerah rawan bencana alam untuk diterapkan ke metode K-means.

2. Langkah selanjutnya menginisialisasi nilai centroid secara acak dan menentukan jumlah $k = 3$.
3. Selanjutnya, menentukan *centroid* awal yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan k-means yang diambil dari dataset.

Tabel 1. Menentukan *Centroid Awal*

Cluster	Frekuensi	Total Rusak	Total Korban
C1	1	0	0
C2	2	48	0
C3	4	4828	0

4. Langkah selanjutnya, menghitung jarak terdekat untuk iterasi pertama pada setiap titik data dengan *centroid* yang telah ditentukan menggunakan rumus *Euclidean Distance*.

Tabel 2. Menghitung Jarak Terdekat

No	Frekuensi	Rusak	Korban	C1	C2	C3	Terdekat
1	1	52	0	52,00	4,12	4776,00	4,12
2	1	2399	0	2399,00	2351,00	2429,00	2351,00
...
3	2	196	0	196,00	148,00	4632,00	128,00
7	2	6	0	6,00	0,00	0,00	0,00

5. Selanjutnya, menentukan *cluster* yang didapat dari nilai terdekat di setiap titik data.

Tabel 3. *Cluster* setiap titik data iterasi ke-1

Data	Cluster
1	2
2	2
...	...
237	2

6. Setelah mencari jarak terdekat dan menentukan *cluster* di setiap titik data, selanjutnya menentukan *centroid* baru.

Tabel 4. *Centroid* baru

Cluster	Frekuensi	Total Rusak	Total Korban
C1	1,1818	7,829	0,2159
C2	2,227	381,50	0,8551
C3	5,5	3542,75	0

7. Ulangi langkah 3-5 hingga data tidak berubah dan diperoleh perhitungan sebanyak 6 iterasi. Hasil perhitungan menunjukkan dari 237 data didapatkan hasil klasterisasi C1(Rendah) = 192 data, C2(Sedang) = 35 data, dan C3(Tinggi) = 10 data yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Akhir Iterasi

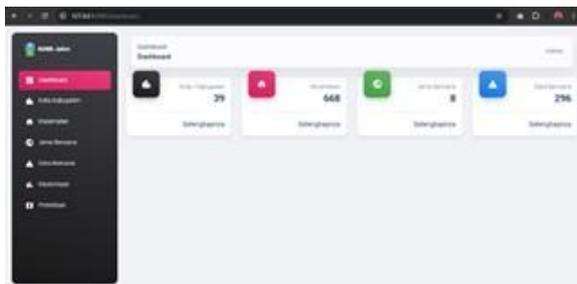
No	Kota/Kab	Kec	X	Y	Z	Clust er
1	Kab Bangkalan	Bangkalan	1	52	0	C1
2	Kab Bangkalan	Blega	1	239 9	0	C3
...
23 7	Kota Probolinggo	Wonoasih	2	196	0	C1

Setelah perhitungan manual dilakukan selanjutnya data tersebut akan diimplementasikan ke dalam web untuk menampilkan hasil clustering dan hasil pemetaan pada daerah rawan bencana alam.

4.2. Hasil Perancangan Sistem

Hasil penerapan menggunakan metode K-Means.

1. Halaman Dashboard



Gambar 3. Halaman Dashboard

Gambar 3 menampilkan ringkasan dari data-data yang telah diinputkan atau dimasukkan seperti berapa banyak jumlah data kabupaten, jumlah kecamatan, jumlah jenis bencana dan jumlah bencana.

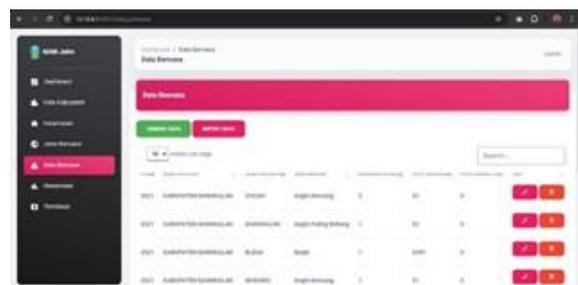
2. Halaman Jenis Bencana



Gambar 6. Halaman Jenis Bencana

Gambar 6 merupakan menu data jenis bencana yang digunakan untuk menampilkan jenis – jenis bencana alam yang terjadi di Jawa Timur.

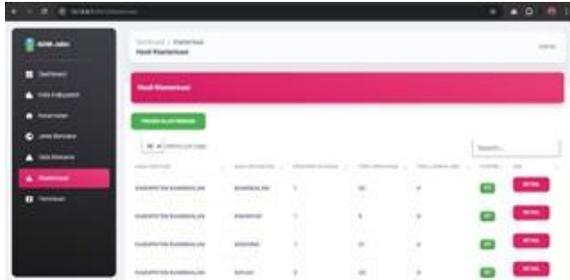
3. Halaman Data Bencana



Gambar 7. Halaman Data Bencana

Gambar 7 merupakan menu data bencana yang digunakan untuk menampilkan kabupaten mana serta kecamatan mana yang terdapat kejadian bencana alam.

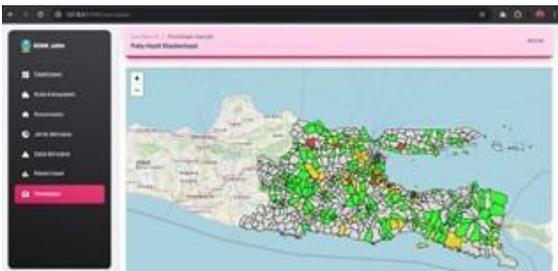
4. Halaman Hasil Klasterisasi



Gambar 8. Hasil Klastering

Gambar 8 merupakan menu data hasil klasterisasi yang digunakan untuk menampilkan hasil klasterisasi daerah rawan bencana alam di Jawa Timur.

5. Halaman Pemetaan



Gambar 9. Hasil Pemetaan

Gambar 9 merupakan menu data pemetaan yang digunakan untuk menampilkan hasil peta daerah mana yang rawan akan bencana alam di Jawa Timur.

4.3. Pembahasan Perbandingan Hasil Manual dan Sistem

Perbandingan pengujian sistem K-means Clustering dengan perhitungan manual di Microsoft Excel bertujuan untuk memvalidasi keakuratan hasil penelitian. dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 5 Hasil Perbandingan

No	Kab/Kot	Kec	Th	Excel	Sistem	Ket
1	Bangkalan	Bangkalan	2021	2	2	Sesuai
2	Banyuwangi	Banyuwangi	2021	2	2	Sesuai
3	Blitar	Ponggok	2021	1	1	Sesuai
...
237	Probolinggo	Wonoasih	2022	2	2	Sesuai

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-Means Clustering dapat memudahkan dalam mengelompokkan data tingkat kerawanan bencana di Jawa Timur berdasarkan kriteria frekuensi kejadian, total kerusakan, dan total korban jiwa. Sistem yang dibangun telah berhasil melakukan proses klasterisasi sesuai dengan parameter yang ditentukan serta sistem ini sudah diuji secara fungsional dan berjalan dengan baik di berbagai browser seperti Google Chrome dan Microsoft Edge. Hasil pengujian manual menunjukkan kesesuaian dengan hasil yang diperoleh dari sistem, sehingga mendukung pengambilan keputusan mitigasi bencana alam

6. Daftar Pustaka

- [1] R. S. Hidayat, M. R. Muttaqin, and D. Irmayanti, "Pengelompokan Daerah Rawan Bencana Di Jawa Tengah Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 5, 2024.

- [2] M. Firman, A. Halik, and L. Septiana, "Analisa Data Untuk Prediksi Daerah Rawan Bencana Alam Di Jawa Barat Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, vol. 6, no. 4, pp. 856–870, 2022, doi: 10.52362/jisamar.v6i4.939.
- [3] I. Kadek, R. D. Putra, A. Faisol, and M. Orisa, "Penerapan K-Means Clustering Untuk Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Alam Kota Malang," Malang, Oct. 2024.
- [4] M. Ichsan, E. A. Wijaya, M. R. Mahendra, and F. A. Alfarouk, "Pengelompokan Data Wilayah Rawan Bencana Alam di Pulau Jawa," *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 46–51, Jun. 2024, doi: 10.61132/neptunus.v2i3.181.
- [5] R. B. Prasetyo, Y. A. Pranoto, and R. Primaswara Prasetya, "implementasi data mining menggunakan algoritma k-means clustering penyakit pasien rawat jalan pada klinik dr. Atirah desa sioyong, sulteng," 2023.
- [6] R. Aisy, R. Kurniawan, J. Perjuangan No, and B. Karyamulya Kec Kesambi Kota Cirebon, "Klasterisasi Data Bencana Alam Di Kota Cirebon Menggunakan K-Means Clustering Berdasarkan Kawasan Dan Jenis Bencana," 2024. [Online]. Available: <https://data.cirebonkota.go.id/>
- [7] H. Yusuf Heraldli, N. Churin Aprilia, dan Hasih Pratiwi, and P. Studi Statistika, "Analisis Cluster Intensitas Kebencanaan di Indonesia Menggunakan Metode K-Means," *Indonesian Journal of Applied Statistics*, vol. 2, pp. 137–144, Nov. 2019.
- [8] B. Green, B. Yapen, A. Faisol, and Y. A. Pranoto, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Wilayah Rawan Bencana Alam Kabupaten Biak Numfor," 2024.
- [9] A. Maulana, R. Danar Dana, and N. D. Nuris, "Implementasi Algoritma K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Data Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Di Kabupaten Cirebon," 2024.
- [10] D. Rohman, R. Annisa, D. I. Efendi, and D. Solahudin, "Clustering Bencana Alam Menggunakan K-Means Pada Wilayah Jawa Barat," Malang, Feb. 2024.
- [11] M. Iqbal Ramadhan, "Penerapan Data Mining Untuk Analisis Data Bencana Milik Bnpb Menggunakan Algoritma K-Means Dan Linear Regression," 2017.
- [12] R. Amaliah, E. Tohidi, E. Wahyudin, and A. Rizki Rinaldi, "Pengelompokan Data Bencana Alam Berdasarkan Wilayah Menggunakan Algoritma K-Means," Malang, Dec. 2023.
- [13] H. Firdaus, "Tahun 2022 50 Analisa Cluster Menggunakan K-Means Dan Fuzzy C-Means Dalam Pengelompokan Provinsi Menurut Data Intesitas Bencana Alam Di Indonesia Tahun 2017-2021," *Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 10, pp. 50–60, 2022.
- [14] M. Qusyairi, Zul Hidayatullah, and Arnita Sandi, "Penerapan K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Prestasi Siswa Dengan Optimasi Metode Elbow," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 7, no. 2, pp. 500–510, Jul. 2024, doi: 10.29408/jit.v7i2.26375.
- [15] A. muliawan Nur, M. Saiful2, H. Bahtiar, and Muhammad Taufik Hidayat, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Dalam Mengelompokkan Smartphone Yang Rekomendasi Berdasarkan Spesifikasi," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 7, no. 2, pp. 478–488, Jul. 2024, doi: 10.29408/jit.v7i2.26283.

- [16] W. Purba, W. Siawin, M. Nababan, N. P. Dharshinni, and S. Aisyah, "Implementasi Data Mining Untuk Pengelompokan Dan Prediksi Karyawan Yang Berpotensi Phk Dengan Algoritma K-Means Clustering," *JUSIKOM PRIMA*, vol. 2, no. 1, Jul. 2018.
- [17] N. Komang Sri Julyantari *et al.*, "Implementasi K-Means Untuk Pengelompokan Status Gizi Balita (Studi Kasus Banjar Titih)" *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 92–101, 2021, doi: 10.25008/janitra.