

PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK PENGELOMPOKAN WILAYAH RAWAN GEMPA DI PULAU LOMBOK BERBASIS WEB

Rifqi Thanthawi, Ali Mahmudi, Mira Orisa

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

Rifqithanthawi@gmail.com

ABSTRAK

Pulau Lombok merupakan salah satu wilayah yang rawan gempa bumi di Indonesia. Banyaknya kejadian gempa bumi di wilayah ini mendorong perlunya sistem yang mampu memetakan daerah rawan gempa secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis web guna mengelompokkan wilayah rawan gempa di Pulau Lombok menggunakan algoritma K-Means. Data gempa yang digunakan merupakan agregat tahunan dari tahun 2018 hingga 2024 yang dihitung per kecamatan. Evaluasi sistem dilakukan dengan menggunakan metode Silhouette Score untuk menilai kualitas hasil klusterisasi tiap tahunnya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan kluster dengan nilai silhouette yang berada dalam kategori “Baik”, dengan rincian: 2018 (0.30), 2019 (0.35), 2020 (0.38), 2021 (0.44), 2022 (0.34), 2023 (0.30), dan 2024 (0.38). Selain itu, pengujian user terhadap sistem menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 91,67% yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Hasil ini membuktikan bahwa sistem dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pengelompokan wilayah rawan gempa secara efektif.

Kata kunci : Gempa, BPBD, Data Mining, Pulau Lombok, K-Means Clustering, Klusterisasi

1. PENDAHULUAN

Pulau Lombok adalah salah satu wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang memiliki kondisi geologis cukup kompleks. Letaknya yang berada di jalur Cincin Api Pasifik (Pacific Ring of Fire) membuat wilayah ini sering mengalami aktivitas tektonik dan vulkanik. Kondisi ini menjadikan gempa bumi sebagai salah satu bencana yang paling sering terjadi di Lombok. Peristiwa gempa besar tahun 2018 menjadi salah satu bukti nyata betapa besarnya dampak gempa terhadap masyarakat. Ribuan rumah rusak, fasilitas umum lumpuh, serta aktivitas perekonomian dan pendidikan terganggu dalam waktu yang cukup lama.

Secara geologi, Lombok memiliki lapisan tanah yang relatif gembur di beberapa wilayah, keberadaan sesar aktif, serta posisi yang dekat dengan zona subduksi. Faktor-faktor ini memperbesar potensi terjadinya gempa di masa mendatang. Risiko bencana ini tidak hanya berdampak pada keselamatan jiwa, tetapi juga pada aspek sosial, ekonomi, dan pembangunan daerah. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi yang terencana dan berbasis data agar penanganan bencana bisa lebih efektif.

Saat ini, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Nusa Tenggara Barat memang sudah memiliki sistem penyajian data gempa. Namun, sistem tersebut masih bersifat informatif dasar, menampilkan data dalam bentuk tabel dan peta sederhana tanpa kemampuan analisis lebih lanjut. Tidak ada fitur yang secara otomatis dapat mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat kerawannya terhadap gempa bumi. Proses identifikasi wilayah prioritas masih mengandalkan analisis manual oleh petugas, yang tentu saja membutuhkan waktu lama, rawan kesalahan,

dan kurang efisien jika data yang dianalisis berjumlah besar.

Berdasarkan kondisi tersebut, muncul permasalahan utama yaitu bagaimana cara membuat sebuah sistem yang dapat mengelompokkan (mengklusterisasi) wilayah rawan gempa secara cepat, tepat, dan dapat dipahami oleh pihak yang berkepentingan. Penggunaan algoritma K-Means menjadi salah satu solusi karena mampu memproses data dan membagi wilayah ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat kerawannya.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada manfaat praktisnya. Dengan adanya sistem yang dapat mengolah data gempa secara otomatis menggunakan algoritma K-Means dan menampilkannya dalam bentuk Sistem Informasi Geografis (SIG), instansi terkait seperti BPBD dapat mengambil keputusan yang lebih tepat sasaran. Mereka bisa mengetahui wilayah mana saja yang harus menjadi prioritas mitigasi, mengatur alokasi sumber daya dengan lebih bijak, dan meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat. Pada akhirnya, sistem ini diharapkan dapat mendukung upaya pengurangan risiko bencana gempa bumi di Pulau Lombok secara menyeluruh.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian terkait yang berjudul “Penerapan K-Means Clustering untuk Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Alam Kota Malang” membahas tentang perancangan sistem pemetaan daerah rawan bencana, khususnya gempa bumi, di Kota Malang. Dalam penelitian tersebut, algoritma K-Means dimanfaatkan untuk membantu BPBD Kota Malang mengidentifikasi wilayah yang memiliki potensi risiko tinggi.

Awalnya, proses analisis dilakukan secara manual dengan metode K-Means dan menghasilkan akurasi sekitar 77,19%. Hasil ini kemudian menjadi dasar untuk pengembangan sistem lebih lanjut. Salah satu perbaikan yang dilakukan adalah menambahkan mekanisme optimasi pemilihan titik pusat (centroid) agar posisinya lebih stabil. Dengan begitu, perhitungan jarak antar data menjadi lebih konsisten dan tidak mudah berubah-ubah. [3].

Penelitian terkait yang judul "Pengelompokan Data Bencana Alam Berdasarkan Wilayah Menggunakan Algoritma K-Means" berfokus pada upaya mendukung peningkatan mitigasi bencana di Indonesia. Pada penelitian ini, algoritma K-Means digunakan untuk mengelompokkan data kejadian bencana ke dalam tiga kluster berbeda berdasarkan wilayah. Proses pengelompokan dilakukan dengan menggunakan parameter Squared Euclidean Distance serta pendekatan MeasureTypes Bregman Divergences untuk mendapatkan hasil evaluasi yang lebih baik.

Dalam menilai kualitas kluster, peneliti menggunakan nilai Davies-Bouldin Index (DBI) sebagai indikator. Nilai DBI yang rendah menunjukkan bahwa pemisahan kluster sudah optimal. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa letusan gunung api merupakan jenis bencana yang paling sering terjadi secara umum. Namun, menariknya, kluster kedua hanya berisi satu wilayah yang memiliki intensitas kejadian bencana paling tinggi, dan di wilayah ini jenis bencana yang dominan justru adalah puting beliung, bukan letusan gunung api seperti kluster lainnya [5].

Penelitian terkait yang berjudul "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means" mengembangkan sistem berbasis web untuk memetakan tingkat kerusakan jalan di Kabupaten Malang. Data yang digunakan berasal dari Dinas Bina Marga, kemudian diolah menggunakan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan kerusakan jalan ke dalam tiga kategori, yaitu C1 (ringan), C2 (sedang), dan C3 (berat).

Sistem ini dibangun menggunakan framework CodeIgniter dan mengintegrasikan OpenStreetMap sebagai media pemetaan. Berdasarkan hasil pengujian akurasi, algoritma K-Means mampu mengelompokkan data dengan tingkat kecocokan 100%. Rinciannya, kategori ringan (C1) berjumlah 221 data, kategori sedang (C2) sebanyak 24 data, dan kategori berat (C3) sebanyak 65 data. Selain itu, uji fungsional dengan metode black box menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai perancangan tanpa ditemukan error selama proses pengujian [6].

2.2. Data Mining

Data mining merupakan suatu proses untuk menemukan informasi penting dari kumpulan data yang berukuran besar dan bersifat kompleks. Tujuan utamanya adalah untuk menggali pola-pola

tersembunyi, relasi antar variabel, serta informasi signifikan lainnya yang tidak terlihat secara langsung dalam data tersebut. Salah satu manfaat utama dari penerapan data mining adalah mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih akurat, memperkirakan kecenderungan atau tren, serta meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan.[7].

2.3. K-Means

Algoritma K-Means merupakan salah satu metode klasterisasi non-hierarki yang digunakan untuk membagi data ke dalam beberapa kelompok yang disebut cluster. Prinsip kerja utamanya adalah menyatukan data yang memiliki kesamaan karakteristik dalam satu kelompok, sementara data yang berbeda dikelompokkan secara terpisah. Nilai K dalam algoritma ini merepresentasikan jumlah cluster yang ingin dibentuk, sedangkan kata "means" merujuk pada nilai rata-rata dari anggota yang termasuk dalam suatu cluster.

Sebagai bagian dari metode pembelajaran tanpa pengawasan (unsupervised learning) dalam data mining, K-Means bekerja dengan mempartisi data berdasarkan kedekatannya terhadap titik pusat cluster (centroid). Metode ini sangat berguna untuk mengeksplorasi struktur data, terutama dalam kondisi ketika klasifikasi awal belum tersedia [8].

Langkah-langkah dalam algoritma K-Means secara umum sebagai berikut:

- Tentukan jumlah K cluster awal dan pilih nilai centroid secara acak. Nilai K ditentukan oleh peneliti sesuai dengan kebutuhan analisis.
- Setiap data kemudian dihitung jaraknya terhadap seluruh centroid menggunakan rumus nilai rata-rata :

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Di mana:

- v adalah centroid dari sebuah cluster

- x1 adalah data ke-i

- n adalah jumlah total data dalam cluster.

- Setelah itu, data dikelompokkan ke dalam cluster berdasarkan centroid terdekat. Untuk menghitung jarak, digunakan rumus *Euclidean Distance*.

$$d(x, y) = ||x - y|| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$
yang menunjukkan jarak antara dua titik data.
- Setelah pembagian selesai, dilakukan perhitungan ulang terhadap posisi centroid masing-masing cluster.
- Proses ini diulang hingga posisi centroid tidak mengalami perubahan lagi, yang menandakan bahwa proses klasterisasi telah konvergen.

2.4. Website

Di era digital saat ini, website telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan kita. Website, yang merupakan singkatan dari "web site", pada dasarnya adalah kumpulan halaman web yang saling terhubung dan berinteraksi dalam satu domain. Ibarat sebuah buku, website memiliki banyak halaman yang

berisi informasi beragam, mulai dari teks, gambar, audio, hingga video. Website dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan internet menggunakan berbagai perangkat seperti komputer, laptop, tablet, maupun ponsel pintar. Situs web berfungsi sebagai media penyampaian informasi, sarana interaksi, serta platform untuk melakukan transaksi secara daring. Konten yang disajikan dalam sebuah website sangat beragam, mencakup informasi berupa artikel, berita, blog, panduan/tutorial, dan lainnya. Website juga dapat digunakan sebagai platform untuk berbagi foto, video, dan karya seni. Selain itu, website juga berperan penting dalam dunia bisnis, sebagai media promosi, penjualan, dan pelayanan pelanggan [9].

2.5. Database

Basis data merupakan kumpulan data yang disusun secara terstruktur dan disimpan dalam format digital. Jenis data yang dapat disimpan mencakup teks, angka, gambar, video, maupun file dalam format lainnya. Untuk mengelola data tersebut secara efisien digunakan perangkat lunak khusus yang disebut Sistem Manajemen Basis Data (DBMS). Data itu sendiri adalah kumpulan fakta-fakta objektif yang, setelah diolah, dapat menghasilkan informasi yang berguna bagi pengambil keputusan. Ketika informasi ini menjadi semakin kompleks dan terintegrasi dengan dukungan sistem komputer, maka akan terbentuk Sistem Informasi Manajemen (SIM). SIM berperan penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan secara cepat dan akurat. Dalam konteks ini, data yang tersimpan dalam basis data menjadi unsur paling mendasar dan vital untuk memastikan sistem bekerja secara valid dan andal [10].

2.6. Flowchart

Flowchart adalah bagan visual yang menggunakan simbol tertentu untuk menjelaskan urutan suatu proses dalam sebuah program secara rinci. Diagram ini bertujuan untuk memperlihatkan dengan jelas bagaimana kontrol dalam sebuah algoritma mengalir, serta bagaimana aktivitas dilakukan secara teratur dan logis [11].

Flowchart dapat dibedakan menjadi lima jenis, di antaranya:

- a. Flowchart sistem, yang memperlihatkan proses secara keseluruhan dalam sistem dan urutan prosedurnya.
- b. Flowchart dokumen, digunakan untuk menunjukkan arus data dalam bentuk dokumen yang tercatat.
- c. Flowchart skematik, selain simbol standar, juga menggunakan ilustrasi seperti komputer dan perangkat lain untuk menggambarkan alur sistem.
- d. Flowchart program, menjelaskan pelaksanaan langkah demi langkah dari suatu instruksi dalam program, sebagai lanjutan dari flowchart sistem

3. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menerapkan beberapa tahapan metode secara sistematis. Adapun tahapan-tahapan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

3.1. Metode Pengumpulan Data

Tahap awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan data sekunder, yang bersumber dari situs resmi milik BMKG, yaitu <https://dataonline.bmkg.go.id>. Data dikumpulkan untuk rentang waktu antara tahun 2018 hingga 2024, dengan total sebanyak 1.324 data kejadian bencana alam. Data yang diperoleh mencakup atribut-atribut penting seperti nama kabupaten/kota, kecamatan, kedalaman gempa, magnitudo, serta radius penyebaran gelombang seismik. Informasi ini menjadi dasar untuk proses analisis klusterisasi wilayah rawan gempa.

3.2. Studi Literatur

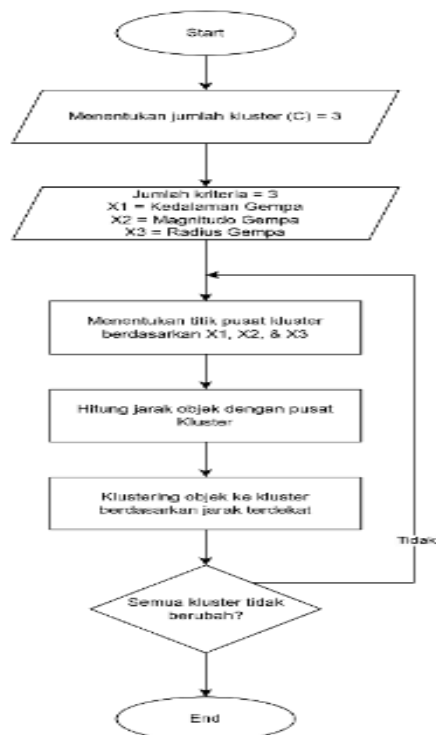
Studi pustaka dilakukan dengan menelaah berbagai referensi ilmiah yang berkaitan erat dengan topik penelitian, baik berupa jurnal terindeks, artikel ilmiah, maupun sumber akademik lain yang relevan. Tujuannya adalah untuk memahami konsep dasar, keunggulan, serta implementasi dari algoritma K-Means dalam pengelompokan data spasial. Kajian literatur ini juga menjadi pijakan dalam merancang metode yang tepat untuk mengklusterisasi wilayah rawan bencana di Pulau Lombok secara objektif dan berbasis data.

3.3. Analisis Data

Setelah data terkumpul, tahap selanjutnya adalah melakukan preprocessing data yang mencakup seleksi, pembersihan, dan normalisasi. Data yang tidak memenuhi kriteria, seperti data dengan nilai kosong atau tidak konsisten, dieliminasi untuk menghindari distorsi dalam hasil analisis. Proses normalisasi dilakukan agar setiap variabel memiliki rentang nilai yang setara, sehingga tidak ada variabel yang mendominasi perhitungan jarak. Selanjutnya, data yang telah dibersihkan diolah menggunakan algoritma K-Means Clustering, dengan metode Euclidean Distance sebagai alat ukur jarak antara titik data dengan masing-masing pusat cluster (*centroid*).

3.4. Perancangan Sistem

Tahapan ini bertujuan untuk merancang sistem analisis berbasis web yang mendukung proses klusterisasi data menggunakan algoritma K-Means. Sistem ini dirancang dengan alur kerja yang terstruktur dan terotomatisasi, mulai dari input data hingga visualisasi hasil pengelompokan wilayah rawan gempa. Untuk memudahkan pemahaman alur proses, rancangan sistem divisualisasikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) yang menggambarkan tahapan demi tahapan secara menyeluruh, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bertujuan menjelaskan secara detail hasil yang diperoleh dari setiap tahapan penelitian, yang mencakup: pengumpulan data gempa bumi, penerapan algoritma K-Means pada perhitungan manual menggunakan MS.Excel, menerapkan hasil perhitungan manual kedalam sistem, serta evaluasi terhadap kesesuaian hasil klasterisasi dari kedua metode untuk identifikasi wilayah rawan bencana:

4.1. Penerapan Metode Pada Aplikasi Excel

- a. Tahap pertama dimulai dengan menginputkan data yang diperoleh dari laman dataonline.bmkg.go.id untuk tahun 2020 ke dalam aplikasi Excel.

	A	B	C	D	E	F
1	tahun	kabupaten_kota	kecamatan	kedalaman	magnitudo	radius
2	2020	Lombok Tengah	Praya	10	3	31.6
3	2020	Lombok Tengah	Tanjung	18	3.41	50.7
4	2020	Lombok Tengah	Batukliang	90.4	3.02	32.4
5	2020	Lombok Timur	Suwela	16.6	3.45	53.1
6	2020	Lombok Utara	Bayan	10	2.23	13.0
7	2020	Lombok Utara	Sambelia	10	2.3	14.1
8	2020	Lombok Utara	Tanjung	10.7	3.58	61.7
9	2020	Lombok Tengah	Praya	95	2.83	26.0
10	2020	Lombok Timur	Sembalun	10	2.22	12.9
11	2020	Lombok Timur	Aikmel	10	2.2	12.6
12	2020	Lombok Timur	Sambelia	10	3.84	83.2
13	2020	Lombok Utara	Tanjung	13.3	4	100.0
14	2020	Lombok Barat	Lingsar	10	4.35	149.6
15	2020	Lombok Tengah	Praya	10	2.88	27.5
16	2020	Lombok Tengah	Praya	110.9	3.02	32.4
17	2020	Lombok Barat	Sekotong	15.9	3.7	70.8
18	2020	Lombok Utara	Bayan	14.5	2.86	26.9
19	2020	Lombok Timur	Sambelia	10	3.24	41.7
20	2020	Lombok Utara	Pemenang	11.2	4.1	112.2
21	2020	Lombok Utara	Gangga	16.2	3.66	67.6
22	2020	Lombok Timur	Sambelia	10	4.34	147.9

Gambar 2. Memasukan Dataset di excel

- b. Selanjutnya, dilakukan proses pemilihan pusat centroid awal secara random, sesuai dengan jumlah kluster (k) yang telah ditentukan, yaitu sebanyak tiga (X1 = Kedalaman, X2 = Magnitudo dan X3 = Radius).

- c. Titik-titik centroid awal ini dipilih dari data yang tersedia dan akan digunakan sebagai acuan awal dalam perhitungan menggunakan algoritma K-Means.

Tabel 1. Menentukan Centroid Awal

Cluster	Data ke	X1	X2	X3
1	1	90.4	3.02	32.4
2	3	10	2.23	13.0
3	16	299.2	5.39	495.5

- d. Pada tahap berikutnya, dilakukan perhitungan jarak antara setiap data dengan masing-masing centroid menggunakan rumus Euclidean Distance, untuk iterasi pertama.

Berikut hasil perhitungan jarak *Euclidean*.

$$D(1,1) = \sqrt{(10 - 10)^2 + (2.22 - 3)^2 + (13.0 - 31.6)^2} = 0.29$$

$$D(2,1) = \sqrt{(10 - 10)^2 + (2.22 - 2.47)^2 + (13.0 - 17.2)^2} = 4.30$$

....

$$D(22,3) = \sqrt{(299 - 120)^2 + (5.39 - 13.7)^2 + (495 - 237)^2} = 314.45$$

Tabel 2. Menghitung Jarak Terdekat

Data ke	X1	X2	X3	C1	C2	C3
1	10	2.2	12.6	0.29	82	562
2	10	2.47	17.2	4.30	81	558.92
..	..	..	..	..	..	...
22	120	13	237	250	207	314.45

- e. Setelah menghitung jarak antara setiap data, data tersebut kemudian dicari nilai yang memiliki jarak terdekat.

Tabel 3. Cluster setiap titik data iterasi ke-1

Data ke	Cluster
1	1
2	1
...	...
22	1

- f. Kemudian dilakukan iterasi sekali lagi untuk menentukan apakah data ada yang berubah atau tidak. Jika data cluster ada yang berubah maka dilakukan iterasi lagi dan menentukan titik centroid baru.

Tabel 4. Centroid baru

	X1	X2	X3
C1 Baru	16.6	3.217	44.915
C2 Baru	117.263	6.339	97.821
C3 Baru	174.7	11.45	430.436

$$D(1,1)$$

$$= \sqrt{(112.47 - 10)^2 + (3.11 - 3)^2 + (70.22 - 31.6)^2} = 109.51$$

$$D(2,1)$$

$$= \sqrt{(112.47 - 18)^2 + (3.11 - 3.41)^2 + (70.22 - 50.7)^2} = 25.75$$

....

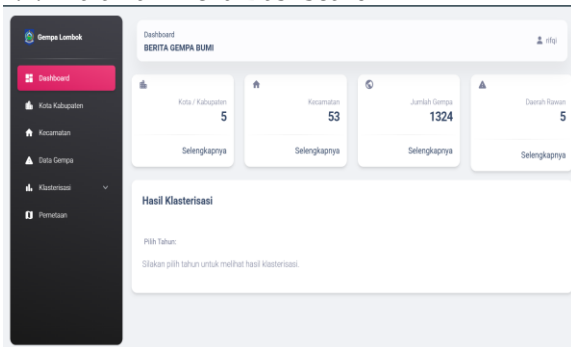
$$D(224,3) = \sqrt{(0 - 10)^2 + (0 - 3.16)^2 + (0 - 38.0)^2} = 39.44$$

g. Dengan demikian, diperoleh hasil perhitungan hingga iterasi ke-7, yang menunjukkan bahwa dari data 2020 total 37 data, sebanyak 4 data termasuk dalam *cluster* C1 (Rendah), 9 data dalam *cluster* C2 (Sedang), dan 25 data dalam *cluster* C3 (Tinggi). Berikut adalah hasil dari iterasi ke-10.

Tabel 5. Hasil Akhir

Data ke	X1	X2	X3	Terdekat	Cluster
1	10	2.2	12.6	36.33	1
2	10	2.47	17.2	33.19	1
...	...	...	...	...	..
22	120	13.78	237.19	99.58	2

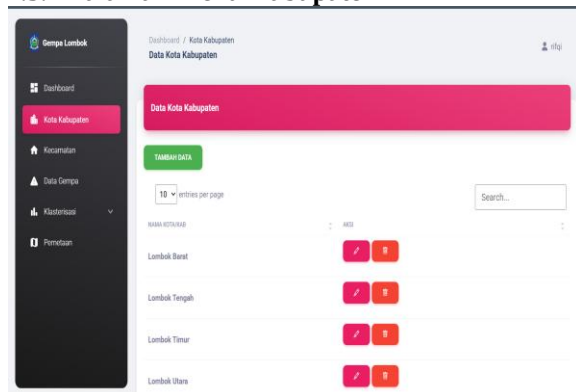
4.2. Halaman Menu Dashboard



Gambar 3. Halaman Menu Dashboard

Gambar 3 merupakan menu dashboard yang menampilkan data-data yang telah dimasukkan seperti berapa banyak jumlah data kabupaten/kota, kecamatan hingga jumlah daerah rawan gempa.

4.3. Halaman Menu Kabupaten



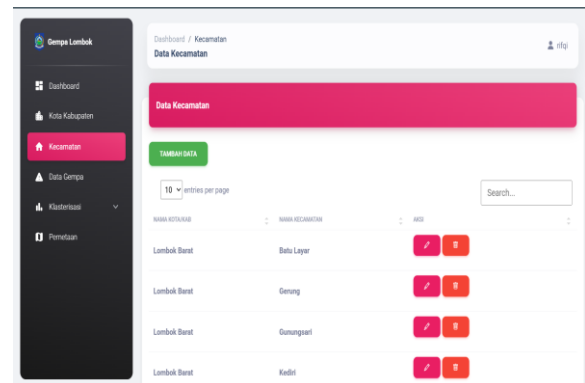
Gambar 4. Halaman Menu Kabupaten

Gambar 4 merupakan menu kabupaten yang menampilkan data kabupaten dan kota, terdapat juga fitur-fitur didalamnya yaitu CRUD, dan ada juga fitur *search* yang berguna untuk memfilter kabupaten sesuai keinginan *user*.

4.4. Halaman Menu Kecamatan

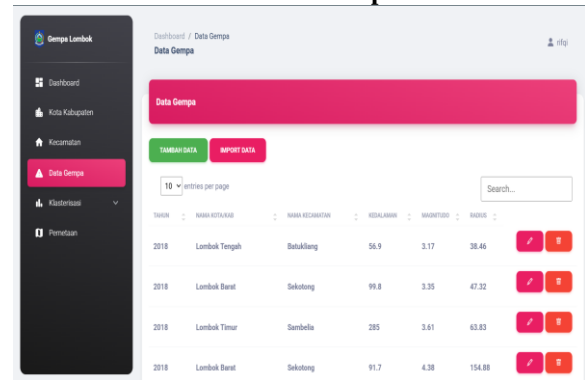
Gambar 5 merupakan halaman kecamatan yang menampilkan data kabupaten dan kota di Indonesia, didalamnya terdapat juga fitur-fitur yang mendukung *user* untuk melakukan CRUD sederhana, dan fitur

search yang digunakan untuk memfilter data sesuai keinginan *user*.



Gambar 5. Halaman Menu Kecamatan

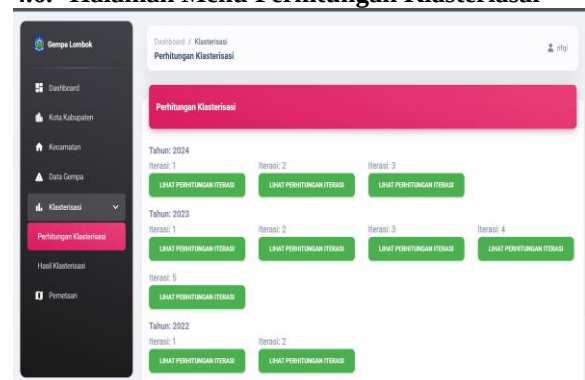
4.5. Halaman Menu Data Gempa



Gambar 6. Halaman Menu Data Gempa

Gambar 6 merupakan halaman yang mempunyai fitur CRUD serta fitur *search*. Halaman ini menampilkan data gempa yang berisi tahun, nama kabupaten/kota dan kecamatan, kedalaman, magnitudo, dan radius.

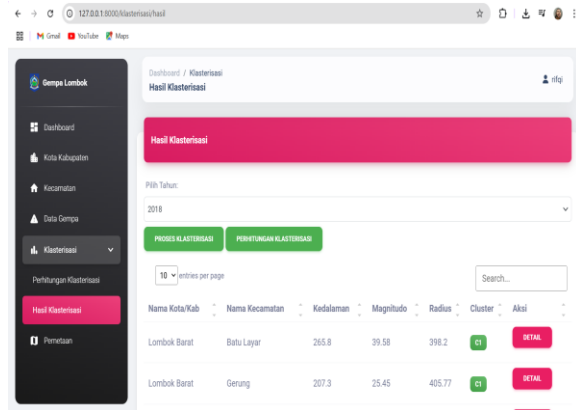
4.6. Halaman Menu Perhitungan Klasterisasi



Gambar 7. Halaman Menu Perhitungan Klasterisasi

Halaman Menu Perhitungan adalah halaman yang melakukan perhitungan dari klasterisasi menggunakan metode k-means, didalamnya terdapat hasil setiap iterasi pada data gempa per tahun

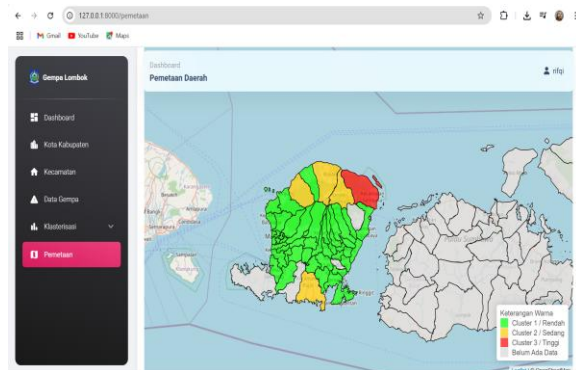
4.7. Halaman Hasil Klasterisasi



Gambar 8. Halaman Hasil Klasterisasi

Gambar 8 merupakan halaman hasil klasterisasi per tahun, yang menampilkan nama kabupaten/ kota. Kecamatan, kedalaman, magnitudo radius dan cluster. Terdapat fitur detail untuk masuk kedalam page proses klasterisasi.

4.8. Halaman Pemetaan

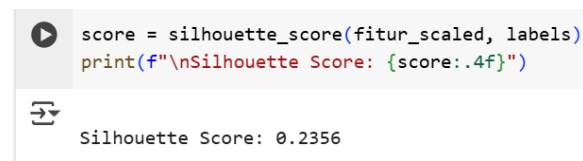


Gambar 8. Halaman Pemetaan

Gambar 8 merupakan halaman pemetaan yang menampilkan peta daerah gempa di lombok per tahun berdasarkan hasil klasterisasi yang telah diperoleh sebelumnya.

4.9. Pengujian Silhouette Score

Pengujian sistem Klasterisasi dengan perhitungan Silhouette Score menggunakan Google Colab mendapati hasil yang sangat baik. Gambar 9 menunjukkan nilai dari Silhouette Score melewati angka 0 yang berarti baik, Sedangkan nilai yang mendekati -1 menunjukkan kemungkinan terdapat data yang salah kluster.



Gambar 9. Pengujian Silhouette Score

4.10. Pengujian User

Pengujian user dilakukan dengan meminta responden untuk menggunakan sistem kemudian menjawab beberapa pertanyaan tentang kesesuaian sistem. Pengujian sistem dilakukan pada dua kriteria pengguna yaitu Kompeten dibidang Website dan Bagian dari BPBD Kota Mataram. Hasil data dari pengujian user pada Tabel 3 dengan ketentuan di bawah ini:

Tabel 6. Pengujian User

No	Pertanyaan	Skala Penelitian				
		TS	KS	CS	S	SS
1	Apakah mudah untuk mengakses semua fitur dalam website ini ?	0	0	1	2	2
2	Apakah antarmuka website mudah dipahami dan digunakan ?	0	0	1	3	1
3	Apakah data yang sudah diproses (Klasterisasi K-Means) dapat berjalan dengan baik ?	0	0	0	3	2
4	Apakah pemetaan wilayah sudah sesuai dengan yang diharapkan?	0	0	1	3	1
5	Apakah pemetaan wilayah sudah sesuai dengan yang diharapkan?	0	0	2	1	2
Total		0	0	5	12	8
		25				

Dari Table 6 Hasil Pengujian User kemudian dilakukan Interpretasi skor perhitungan. Nilai maksimum skor kuisioner dihitung dengan rumus :

$$Y = \text{Skor tertinggi} + \text{Jumlah Responden} + \text{Jumlah Pertanyaan} \quad (3)$$

$$= 5 * 5 * 5 \\ = 125$$

$$\text{Index Persen} = ((\text{Total Skor})/Y) * 100\% \quad (4) \\ = (103/125) * 100\% \\ = 82,4\%$$

Dari hasil pengujian user, dapat disimpulkan bahwa aplikasi klasterisasi ini mendapatkan penilaian yang sangat baik dari pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi sudah memenuhi kebutuhan dan ekspektasi user dalam membantu mitigasi bencana.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pembuatan sistem klasterisasi berbasis web untuk mengidentifikasi daerah rawan bencana di Pulau Lombok telah berhasil diimplementasikan menggunakan framework Laravel dan basis data MySQL. Sistem ini memiliki fitur pengelolaan data

gempa, klasterisasi otomatis, serta visualisasi pemetaan dalam bentuk peta interaktif. Hasil pengujian oleh pengguna menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik, dengan tingkat kepuasan pengguna mencapai 82,4%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik” dan Hasil Pengujian Silhouette Score menunjukkan angka 0.2356 yang berarti klasterisasi dalam kategori “Baik”. Hal ini menunjukkan bahwa sistem layak digunakan sebagai alat bantu mitigasi oleh instansi seperti BMKG dan BPBD.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. N. Sari and P. T., "Analisis seismisitas dan potensi bahaya bencana seismik," *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, pp. 12–19, 2022.
- [2] M. F. A. Halik and S., "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*, 2022.
- [3] I. K. R. D. Putra and F., "Penerapan K-Means clustering untuk pemetaan," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 2024.
- [4] R. Sippan, "Pemetaan dan klasterisasi daerah rawan bencana alam di Provinsi Sulawesi Tengah menggunakan K-Means," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, pp. 1031–1045, 2025.
- [5] R. Amalia, "Pengelompokan data bencana alam berdasarkan wilayah menggunakan algoritma K-Means," *JATI*, 2023.
- [6] T. Suryani and F., "Sistem informasi geografis pemetaan kerusakan jalan," *JATI*, 2021.
- [7] P. Rahayu, I. G. I. Sudipa, Suryani, A. Surachman, A. Ridwan, I. G. M. Darmawiguna, M. Sutoyo, I. Slamet, S. Harlina, and I. M. May Sanjaya, *Buku Ajar Data Mining*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia Cloud, 2024.
- [8] P. Apriyani, "Penerapan algoritma K-Means dalam klasterisasi kasus stunting balita Desa Tegalwangi," *Jurnal Ilmu Komputer*, 2023.
- [9] Y. Endra and R., "Analisis perbandingan bahasa pemrograman PHP Laravel dengan PHP Native pada pengembangan website," *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, pp. 8–12, 2024.
- [10] N. Novita, "Manajemen proyek sistem informasi pengolahan data apotek berbasis database," *Methosisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, pp. 9–17, 2022.
- [11] R. Ridho, "Pengertian flowchart: fungsi, jenis, simbol, dan contohnya," *Bee Telkom University*, Apr. 18, 2024. [Online]. Available: <https://bee.telkomuniversity.ac.id/pengertian-flowchart-fungsi-jenis-simbol-dan-contohnya/>
- [12] M. M. Adinata, "Klasterisasi daerah rawan bencana alam menggunakan algoritma K-Means," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, pp. 250–260, 2025.
- [13] Y. Fadrial, "Implementasi metode K-Means dan K-Medoids pada pengelompokan provinsi Indonesia berdasarkan aspek pendidikan pemuda," *Zonasi: Jurnal Sistem Informasi*, pp. 242–256, 2025.
- [14] T. I. Hermanto and M., "Analisis sebaran titik rawan bencana dengan K-Means clustering dalam penanganan bencana," 2021.
- [15] R. Kurniawan, "Penerapan algoritma K-Means untuk clustering tempat makan di Batubara," *COSIE (Journal of Computer Science and Informatics Engineering)*, pp. 10–18, 2022.
- [16] P. Marpaung, "Penerapan algoritma K-Means clustering untuk pemetaan kepadatan penduduk berdasarkan jumlah penduduk Kota Medan," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, pp. 503–521, 2021.
- [17] G. Pambudhi and A., "Komparasi algoritma K-Means dengan K-Medoids dalam klasterisasi wilayah rawan bencana di Kabupaten Situbondo," *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, pp. 173–179, 2024.
- [18] I. Setiawan, "Klasterisasi wilayah rentan bencana alam berupa gerakan tanah dan gempa bumi di Indonesia," in *Seminar Nasional Official Statistics*, 2022.
- [19] TBNews, "BMKG catat 7.790 gempa di NTB sepanjang tahun 2024," *TributaNews NTB*, Jan. 2, 2025. [Online]. Available: <https://tributanews.ntb.polri.go.id/bmkg-catat-7-790-gempa-di-ntb-sepanjang-tahun-2024/>
- [20] E. Wahyudin and R., "Penerapan data mining pengelompokan produktivitas padi menggunakan algoritma K-Means pada Provinsi Jawa Barat," *JATI*, 2024.
- [21] D. Yulianti and T., "Pengembangan digitalisasi perawatan kesehatan pada Klinik Pratama Sumber Mitra Bandar Lampung," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, pp. 32–39, 2021.
- [22] A. Singh, S. Meshram, T. Gujar, and P. R. Wankhede, "Baggage tracing and handling system using RFID and IoT for airports," in *Computing, Analytics and Security Trends (CAST), International Conference on*, Dec. 2016, pp. 466–470.