

## **Pengelompokan Wilayah Menurut Kekuatan Gempa Bumi Menggunakan Clustering**

### *Grouping Of Regions Based On Earthquake Strength Using Clustering*

**Akhul IsyfaRhamdani<sup>1</sup>, Haris Jamaludin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. KH. Ahmad Dahlan, Dukuhwaluh, Po. Box 202 Purwokerto 53182, Indonesia

<sup>2</sup>Sistem Informasi – Universitas STEKOM Semarang

Jl. Majapahit No. 304, Palebon, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50199, Indonesia

[akhulisyfa1811@gmail.com](mailto:akhulisyfa1811@gmail.com), [harisjp88@gmail.com](mailto:harisjp88@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Gempa bumi adalah fenomena alam yang dapat menyebabkan kerusakan properti dan hilangnya nyawa. Untuk lebih memahami dan memprediksi gempa bumi, pada penelitian ini dapat menggunakan metode clustering untuk mengelompokkan gempa bumi berdasarkan karakteristiknya. Studi ini mengeksplorasi penggunaan metode clustering K-Means untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kekuatan gempa bumi.

Studi ini mengumpulkan data gempa bumi dari berbagai wilayah di negara Jepang dan melakukan preprocessing data dengan cara melakukan standarisasi dan normalisasi atribut kekuatan gempa. Algoritma K-Means kemudian digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kesamaan dalam atribut tersebut.

Hasilnya menunjukkan bahwa algoritma K-Means cukup efektif dalam melakukan pengelompokan wilayah berdasarkan kekuatan gempa bumi. Wilayah dengan kekuatan gempa yang serupa cenderung tergabung dalam satu kelompok. Dengan memvisualisasikan kelompok pada peta, studi ini dapat mengidentifikasi daerah dengan aktivitas gempa bumi yang tinggi dan mendapatkan wawasan tentang pola dan tren gempa bumi di wilayah tersebut.

**Kata Kunci:** Gempa Bumi, klastering, Argoritma K-Means.

#### **ABSTRACT**

*Earthquakes are natural phenomena that can cause property damage and loss of life. To better understand and predict earthquakes, this research can use the clustering method to classify earthquakes based on their characteristics. This study explores the use of the K-Means clustering method to classify areas based on earthquake strength.*

*This study collects earthquake data from various regions in Japan and preprocesses the data by standardizing and normalizing earthquake strength attributes. The K-Means algorithm is then used to group regions based on similarities in these attributes.*

*The results show that the K-Means algorithm is quite effective in grouping areas based on earthquake strength. Regions with similar earthquake strength tend to be grouped together. By visualizing clusters on a map, this study can identify areas with high earthquake activity and gain insight into earthquake patterns and trends in those areas.*

**Keywords:** Earthquake, clustering, K-Means algorithm.

(Dikirim: 15 November 2023, Direvisi: 17 November 2023, Diterima: 10 Desember)

## 1. Pendahuluan

Gempa bumi adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai belahan dunia. Gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan fisik yang besar pada infrastruktur dan bangunan, serta mengancam keselamatan jiwa manusia. Oleh karena itu, penting untuk mempelajari karakteristik gempa bumi untuk dapat merancang bangunan yang tahan gempa dan mempersiapkan diri menghadapi gempa bumi.

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang telah menjadi bencana global selama berabad-abad. Gempa bumi dapat terjadi secara tiba-tiba dan memiliki dampak yang merusak, seperti kerusakan bangunan, jembatan, infrastruktur dan menyebabkan kehilangan nyawa manusia. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih baik tentang gempa bumi sangat penting bagi masyarakat untuk meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi bencana alam tersebut. Pengelompokan gempa bumi adalah aspek penting dari aktivitas seismik dengan ciri-ciri di domain ruang, waktu, dan magnitudo yang memberikan informasi kunci tentang dinamika gempa bumi David, 2016 (Kamat & Kamath, 2017).

Masalah penelitian yang menjadi landasan adalah bagaimana menerapkan metode K-Means Clustering dalam mengidentifikasi pola dan mengklasifikasikan kekuatan dan kedalaman gempa bumi berdasarkan data yang dikumpulkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menggali pola dan hubungan antara kekuatan dan kedalaman gempa bumi menggunakan metode K-Means Clustering. Data yang akan dikumpulkan meliputi informasi tentang kekuatan dan kedalaman gempa bumi dari sumber data yang sah dan terpercaya. Metodologi penelitian akan melibatkan proses pra-pemrosesan data untuk membersihkan dan mempersiapkan data yang diperlukan, kemudian menerapkan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok berdasarkan pola kekuatan dan kedalaman yang serupa. Analisis lebih lanjut akan dilakukan untuk menggali dan menginterpretasikan pola yang ditemukan dari hasil klusterisasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang pola kekuatan dan kedalaman gempa bumi serta kontribusi dalam pemahaman dan prediksi potensi gempa bumi menggunakan metode K-Means Clustering.

Data Mining (Penggalian Data) adalah metode pengolahan data berskala besar yang memiliki tujuan memperoleh informasi dari kumpulan data dan mengubah informasi tersebut menjadi struktur informasi baru yang dapat dengan mudah dipahami. I. D. Id and T. R. Angraini (Reviantika et al., 2020). Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Efori Buulolo mengatakan "Algoritma data mining dapat memprediksi dampak gempa bumi berdasarkan data seismic yang pernah terjadi dan dampak gempa dipengaruhi oleh beberapa karakteristik atau kondisi gempa yang terjadi" E. Buulolo, N. Silalahi, Fadlina and R. Rahim (Utomo & Purba, 2019). Salah satu metode dalam data mining membahas tentang clustering. Clustering atau klusterisasi adalah proses metode pengelompokan data yang mempartisi data ke dalam beberapa cluster atau kelompok sehingga data dalam satu cluster memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan data antar cluster memiliki kemiripan yang minimum. M. Ramageri (Reviantika et al., 2020)

Penelitian analisis gempa bumi menggunakan metode cluster merupakan salah satu cara yang digunakan dalam memproses dan menganalisis data gempa bumi dengan menggunakan teknologi komputer cluster. Metode ini memungkinkan para peneliti untuk memproses data gempa bumi dalam jumlah besar secara bersamaan dan dapat menghasilkan hasil analisis yang lebih cepat dan akurat. Dalam penelitian analisis gempa bumi menggunakan metode cluster, data gempa bumi dikumpulkan dari berbagai sumber dan diproses secara bersamaan oleh kumpulan komputer yang terhubung dalam cluster. Proses ini memungkinkan peneliti untuk mengolah dan menganalisis data gempa bumi dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan menggunakan komputer tunggal.

## 2. Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian yang berjudul "Pengelompokan Dampak Gempa Bumi dari Segi Kerusakan Fasilitas pada Provinsi yang Berpotensi Gempa di Indonesia Menggunakan K-Means-Clustering" yang dilakukan oleh Hepita Artatia pada tahun 2015, digunakan metode k-means untuk memetakan daerah yang terdampak gempa bumi berdasarkan tingkat kerusakan rumah, kerusakan jalan, dan kerusakan lahan. Dalam penelitian yang berjudul "Penerapan Metode K-Means dalam Pengelompokan Wilayah Menurut Intensitas Kejadian bencana Alam di Indonesia Tahun 2013-2018" yang dilakukan oleh Yana M. Setiawan pada tahun 2018, yang menerapkan Metode K-Means untuk mengelompokkan wilayah bencana alam menurut intensitasnya

## A. Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan sebuah peristiwa berguncangnya bumi dikarenakan pergerakan/pergeseran lapisan batuan yang berada di kulit bumi yang tiba-tiba dikarenakan pergerakan lempengan tektonik. Gempa bumi diakibatkan aktivitas dari pergerakan lempeng tektonik dapat disebut dengan gempa bumi tektonik. Selain itu juga gempa bumi dapat terjadi dikarenakan aktifitas dari gunung berapi atau bisa disebut dengan gempa bumi vulkanik. Pergerakan tiba-tiba dari lapisan batuan di dalam bumi menghasilkan energi yang dipancarkan merupakan gelombang gempa bumi ataupun gelombang sismik. Sunarjo, M. T. Gunawan and S. Pribadi, (Utomo & Purba, 2019)

## B. Data Mining

merupakan salah satu teknik data mining yang dapat digunakan untuk mengelompokkan wilayah-wilayah berdasarkan karakteristik gempa bumi, seperti kekuatan dan kedalaman, sehingga dapat memberikan informasi yang berguna dalam memahami pola-pola gempa bumi dan mempersiapkan diri menghadapi bencana tersebut. Merupakan tahap pengolahan dataset yang dimodelkan dengan algoritma K-Means melalui perhitungan sehingga menghasilkan pengelompokan data. I. D. Id and T. R. Angraini, (Reviantika et al., 2020)

Secara sederhana data mining adalah penambangan atau penemuan informasi baru dengan mencari pola atau aturan tertentu dari sejumlah data yang sangat besar. Data mining juga disebut sebagai serangkaian proses untuk menggali nilai tambah berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual dari suatu kumpulan data. Data mining, sering juga disebut sebagai Knowledge Discovery in Database (KDD). KDD adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar.

## C. Clustering

Proses pengelompokan (clustering) data dilakukan melalui tahapan umum dari algoritma K-Means Clustering. Sebelum proses clustering dimulai, terlebih dahulu dilakukan normalisasi data dengan normalisasi Min-Max. Min-Max merupakan metode normalisasi dengan melakukan transformasi linier terhadap data asli. Proses normalisasi bertujuan untuk memetakan nilai dari masing-masing variable kedalam rentang yang sama yakni rentang (Nishom, 2019)

## D. Algoritma K-Means

Algoritma k means bertujuan untuk mempartisi data kedalam dua atau lebih gerombol. Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam mengelompokkan data dengan menggunakan metode k means. (Yana et al., 2018)

1. Menentukan banyaknya k sebagai jumlah gerombol yang akan dibentuk.
2. Membangkitkan titik pusat dari gerombol pertama secara acak. Untuk menghitung titik pusat pada gerombol. (1)
3. Menghitung jarak setiap amatan ke setiap centroid dari masing-masing gerombol. (2)
4. Mengelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat dengan centroid-nya.
5. Menentukan posisi titik pusat baru dengan cara menghitung rata-rata dari data yang berada pada pusat yang sama.

## E. Euclidean Distance

Euclidean Distance adalah suatu metode pengukuran jarak antara dua titik dalam ruang euclidean berdimensi n. Metode ini sering digunakan dalam clustering atau pengelompokan wilayah yang rawan terhadap gempa bumi, dengan menghitung jarak Euclidean antara setiap titik data wilayah dan centroid cluster. Rumus untuk menghitung jarak Euclidean sebagai berikut:

$$d = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

dimana:

- xi : data x pada observasike-i
- yi : data y pada observasike-i
- n : banyaknyaobservasi

**F. Centoid**

Membangkitkan titik pusat dari gerombol pertama secara acak. Untuk menghitung titik pusat pada gerombol berikutnya digunakan rumus pada persamaan 1 berikut:

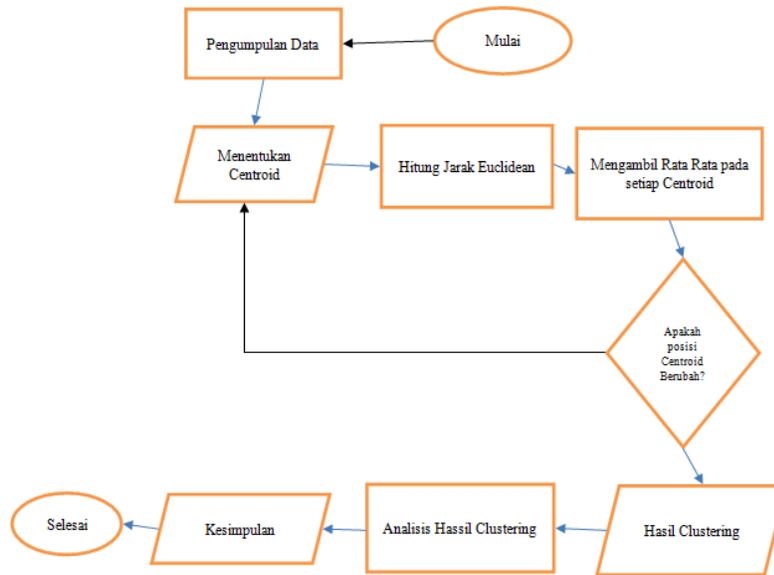
$$\frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} \tag{2}$$

dimana:

- $\sum x_i$  : jumlahan dari data ke-i
- n : banyaknya amatan yang terdapat dalam data tersebut

**3. Metode**

Penggunaan metode penelitian dalam analisis gempa bumi memiliki banyak manfaat yang sangat penting bagi para peneliti dan masyarakat. Salah satu manfaatnya adalah dapat meningkatkan pemahaman kita tentang gempa bumi dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya gempa bumi. Dalam metode penelitian ini, data gempa bumi dikumpulkan, diproses, dan dianalisis menggunakan berbagai teknologi dan metode yang canggih. Dengan demikian, peneliti dapat memperoleh informasi yang lebih akurat dan rinci tentang karakteristik gempa bumi, seperti lokasi, kedalaman, kekuatan, dan sebagainya. Tahapan metode penelitian merupakan alur langkah yang akan dikerjakan selama melakukan penelitian, dimana dimulai pada tahap formulasi masalah hingga sampai pada kesimpulan atau hasil dari penelitian. Atau dapat dilihat pada gambar dibawah ini .:



**Gambar 1.** Flowchart

Dataset diperoleh melalui proses pengumpulan data secara manual dengan cara mengambil data dari website earthquake.usgs.gov yang mengambil beberapa daerah dari negara Jepang. Pada dataset terdapat 20 data dan dua atribut didalamnya yaitu kedalaman dan kekuatan dari gempa itu sendiri. Seperti pada table dibawah ini.

Tabel 1. Dataset

Nomer	Kedalaman	Kekuatan	Tempat
1	57.51	4.3	8 km NNE of Kushima, Japan

2	82.88	4.3	7 km SE of Shizunai-furukawach, Japan
3	10	4.4	5 km W of Uto, Japan
4	10	4.6	139 km ENE of Miyako, Japan
5	35	4.3	66 km SSE of Kushiro, Japan
6	9.5	5	82 km ESE of Namie, Japan
7	35	4.6	51 km SE of Nishinoomote, Japan
8	88.31	4.4	35 km SW of Obihiro, Japan
9	432.84	4.1	Izu Islands, Japan region
10	139.24	4	205 km SSE of Shimoda, Japan
11	142.11	4.5	10 km ENE of ?magari, Japan
12	10	4.1	259 km S of Kushiro, Japan
13	387.54	4.4	30 km SE of Owase, Japan
14	35.86	4.2	127 km SSE of Shizunai-furukawach, Japan
15	35.71	4.1	279 km ESE of Namie, Japan
16	481.85	4	110 km S of Vrangelâ€™™, Russia
17	96.1	4.1	158 km SSE of Tateyama, Japan
18	28.34	4.3	133 km ESE of ?hara, Japan
19	66.49	4.6	35 km N of Miyako, Japan
20	57.51	4.3	8 km NNE of Kushima, Japan

#### Preprocessing Data (Cleaning Data)

Proses cleaning data perludilakukan agar data bersihdariduplikasi data, data yang tidakkonsisten, ataukesalahancetak. Sehingga data yang telahmelewati proses inisiapuntuk di proses di data mining. Pada penelitianini proses pembersihan data dilakukan pada tabulasi dan spasi yang berlebihan, sertamenghapus baris pertama file yang tidakdigunakan oleh 153liste.

#### Argoritma K-Means

Argoritma k means bertujuan untuk mempartisi data kedalam dua atau lebih gerombol. Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam mengelompokan data dengan menggunakan metode k means.(Yana et al., 2018)

1. Menentukan banyaknya k sebagai jumlah gerombol yang akan dibentuk.
2. Membangkitkan titik pusat dari gerombol pertama secara acak. Untuk menghitung titik pusat pada gerombol. (1)
3. Menghitung jarak setiap amatan kesetiap centroid dari masing-masing gerombol. (2)
4. Mengelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat dengan centroid-nya.
5. Menentukan posisi titik pusat baru dengan cara menghitung rata-rata dari data yang berada pada pusat yang sama.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### A. Pengolahan Data

#### 1. PenentuanAtribut

Dataset yang telah dikumpulkan akan dilakukan analisis menggunakan algoritma K-Means. Analisis yang dilakukanmenggunakan dua atribut yaitu Depth dan Mag. Atribut tersebut diinisialkan pada *tabel 1.1*.

Tabel 1.1 Atribut

Atribut	Keterangan
Depth	Kedalamanterjadinyagempa
Mag	Besarnyakekuatangempa

## 2. Menentukan Jumlah Kluster

Selanjutnya menentukan jumlah lister yang akan digunakan, untuk melakukan perhitungan menggunakan algoritma k-means. Dari kluster tersebut terdapat pengkategorian, yaitu K1 sebagai dampak terkecil, K2 dengan dampak sedang dan K3 sebagai dampak terbesar seperti yang di tampilkan pada tabel 1.5 yang sebelah kanan

Tabel 1.2 Kluster

Kluster	Centroid Awal
K1	Data Nomor 2 pada Tabel 1.3
K2	Data Nomor 6 pada Tabel 1.3
K3	Data Nomor 10 pada Tabel 1.3

Berikut data yang disusun agar membentuk sebuah baris dan kolom pada gambar *tabel 1.3*

Tabel 1.3

Nomer	depth	mag
1	57.51	4.3
2	82.88	4.3
3	10	4.4
4	10	4.6
5	35	4.3
6	9.5	5
7	35	4.6
8	88.31	4.4
9	432.84	4.1

## B. Penerapan Algoritma K-Means

1. Tentukan jumlah 154 lister

Inisiasi pusat kluster sebanyak 3 dari jumlah yang digunakan. Dalam kasus tersebut saya menggunakan 3 kluster yaitu (k1), (k2) dan (K3). Contoh inisiasi pusat kluster disajikan pada tabel 1.2.

2. Menentukan titik centroid awal

Cara untuk mendapatkan centroid awal yaitu saya menggunakan data pada tabel 1.3 dan saya menggunakan data nomer 2 sebagai (k1), data nomer 6 untuk data (k2) dan data nomer 10 sebagai (k3) dapat dilihat pada tabel dibawah ini. tabel 1.4

Tabel 1.4

Data	Centroid	X	Y
2	1	82.88	4.3
6	2	9.5	5
10	3	139.24	4

## 3. Menghitung Euclidean

$$(K1) \quad D(x^1, y^1) = \sqrt{(57.51 - 82.88)^2 + (4.3 - 4.3)^2} = 25.37$$

$$(K2) \quad D(x^2, y^2) = \sqrt{(57.51 - 9.5)^2 + (4.3 - 5)^2} = 48.015$$

$$(K3) \quad D(x^3, y^3) = \sqrt{(57.51 - 9.5)^2 + (4.3 - 5)^2} = 81.731$$

Berdasarkan perhitungan persamaan yang telah di lakukan, maka diperoleh hasil dengan data terbesar adalah lister 3, sehingga data yang terdapat pada nomer 2 dikategorikan dalam cluster satu. Hasil perhitungan pada iterasi pertama dapat dilihat pada tabel berikut..

Tabel 1.5

Nomer	depth	mag	K3	K2	K3	Terbesar	Cluster
1	57.51	4.3	25.37	48.0151	81.73055	81.73055059	1
2	82.88	4.3	0	73.38334	56.3608	73.38333871	1
3	10	4.4	72.88007	0.781025	129.2406	129.240619	2
4	10	4.6	72.88062	0.640312	129.2414	129.2413928	2
5	35	4.3	47.88	25.50961	104.2404	104.2404317	2
6	9.5	5	73.38334	0	129.7439	129.7438538	2
7	35	4.6	47.88094	25.50314	104.2417	104.2417268	2
8	88.31	4.4	5.430921	78.81228	50.93157	78.81228394	1
9	432.84	4.1	349.9601	423.341	293.6	423.3409567	3
10	139.24	4	56.3608	129.7439	0	129.7438538	3
12	142.11	4.5	59.23034	132.6109	2.913228	132.6109426	3
13	10	4.1	72.88027	1.029563	129.24	129.2400387	2
14	387.54	4.4	304.66	378.0405	248.3003	378.0404761	3
15	35.86	4.2	47.02011	26.37214	103.3802	103.3801935	2
16	35.71	4.1	47.17042	26.22545	103.53	103.5300483	2
17	481.85	4	398.9701	472.3511	342.61	472.3510585	3
18	96.1	4.1	13.22151	86.60468	43.14012	86.60467655	1
19	28.34	4.3	54.54	18.853	110.9004	110.9004058	2
20	66.49	4.6	16.39275	56.9914	72.75247	72.75247418	1

## 4. Menambahkan centroid baru

Ketika sudah mengetahui hasil dari iterasi sebelumnya, lalu menentukan centroid baru untuk setiap kluster atau (k) menggunakan rumus berikut.

$$\frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n}$$

Seluruh data pada atribut yang berada di (K1) akan dijumlah untuk menjadi centroid baru..

$$X = (57.15 + 82.88 + 88.31 + 96.1 + 66.49) / 5 = 78.58$$

$$Y = (4.4 + 4.3 + 4.4 + 4.1 + 4.3 + 4.6) / 5 = 4.34$$

Seluruh data pada atribut yang berada di (K2) akan dijumlah untuk menjadi centroid baru

$$X = (10 + 10 + 35 + 9.5 + 35 + 10 + 35.86 + 35.71 + 28.34) / 9 = 23.268$$

$$Y = (4.4 + 4.6 + 4.3 + 5 + 4.6 + 4.1 + 4.2 + 4.1 + 4.3) / 9 = 4.4$$

Seluruh data pada atribut yang berada di (K3) akan dijumlah untuk menjadi centroid baru

$$X = (432.84 + 139.24 + 142.11 + 387.54 + 481.85) / 5 = 23.268$$

$$Y = (4.4 + 4.6 + 4.3 + 5 + 4.6 + 4.1 + 4.2 + 4.1 + 4.3) / 5 = 4.2$$

Perhitungan tersebut mendapatkan hasil seperti dibawah ini

Tabel 1.7

Centroid	X	Y
1	78.258	4.34
2	23.26778	4.4
3	316.716	4.2

Pemeriksaan konvergensi dilakukan dengan membandingkan matriks kelompok dalam iterasi sebelumnya dengan elemen matriks kelompok selama pengulangan. Jika hasilnya sama, algoritma K-Means selesai, tetapi jika berbeda, artinya belum konvergen, sehingga perlu dilakukan pengulangan sampai konvergen.. Hasil ahir iterasi terakhir yaitu terdapat pada tabel 1.8 dengan melakukan 4 kali iterasi.

Tabel 1.8

Nomer	depth	mag	K1	K2	K3	Terbesar	Cluster
1	57.51	4.3	45.01167	30.81813	376.5667	376.5667	2
2	82.88	4.3	19.64167	56.18807	351.1967	351.1967	1
3	10	4.4	92.5217	16.692	424.0767	424.0767	2
4	10	4.6	92.5221	16.69332	424.0769	424.0769	2
5	35	4.3	67.52167	8.308487	399.0767	399.0767	2
6	9.5	5	93.02418	17.20282	424.5775	424.5775	2
7	35	4.6	67.52226	8.310654	399.0769	399.0769	2
8	88.31	4.4	14.21191	61.618	345.7667	345.7667	1
9	432.84	4.1	330.3184	406.1481	1.238462	406.1481	3
10	139.24	4	36.7197	112.5487	294.8367	294.8367	1
12	142.11	4.5	39.58876	115.4181	291.9669	291.9669	1
13	10	4.1	92.52192	16.69452	424.0767	424.0767	2
14	387.54	4.4	285.0183	360.848	46.53725	360.848	3
15	35.86	4.2	66.66177	9.169969	398.2167	398.2167	2
16	35.71	4.1	66.81202	9.022662	398.3667	398.3667	2
17	481.85	4	379.3285	455.1582	47.77362	455.1582	3
18	96.1	4.1	6.425321	69.40861	337.9767	337.9767	1
19	28.34	4.3	74.18167	1.650456	405.7367	405.7367	2
20	66.49	4.6	36.03278	39.79855	367.5869	367.5869	1

Tabel 1.9

Nomer	place	Rendah	Sedang	Tinggi
1	8 km NNE of Kushima, Japan			1
2	7 km SE of Shizunai-furukawach, Japan	1		
3	5 km W of Uto, Japan			1
4	139 km ENE of Miyako, Japan			1
5	66 km SSE of Kushiro, Japan			1

6	82 km ESE of Namie, Japan		1
7	51 km SE of Nishinoomote, Japan		1
8	35 km SW of Obihiro, Japan	1	
9	Izu Islands, Japan region		1
10	205 km SSE of Shimoda, Japan	1	
12	10 km ENE of magari, Japan	1	
13	259 km S of Kushiro, Japan		1
14	30 km SE of Owase, Japan		1
15	127 km SSE of Shizunai-furukawach, Japan		1
16	279 km ESE of Namie, Japan		1
17	110 km S of Vrangell™, Russia		1
18	158 km SSE of Tateyama, Japan	1	
19	133 km ESE of ?hara, Japan		1
20	35 km N of Miyako, Japan	1	

## 5. Kesimpulan

Klastering dan pengklasifikasian adalah proses penting dalam analisis data gempa bumi, dan algoritma K-Means adalah metode yang umum digunakan dalam mencapai tujuan ini. Artikel ini mengeksplorasi penggunaan algoritma K-Means untuk melakukan klastering dan pengklasifikasian data gempa bumi berdasarkan atribut kedalaman dan kekuatan gempa. Studi ini mengumpulkan data gempa bumi dari berbagai wilayah di negara Jepang dan melakukan preprocessing data dengan cara melakukan standarisasi dan normalisasi atribut kedalaman dan kekuatan gempa. Algoritma K-Means kemudian digunakan untuk mengelompokkan gempa bumi berdasarkan kesamaan dalam atribut tersebut.

Hasilnya menunjukkan bahwa algoritma K-Means cukup efektif dalam melakukan klastering dan pengklasifikasian data gempa bumi. Gempa bumi dengan kedalaman dan kekuatan yang serupa cenderung terjadi di wilayah yang sama. Dengan memvisualisasikan klaster pada peta, studi ini dapat mengidentifikasi daerah dengan aktivitas gempa bumi yang tinggi dan mendapatkan wawasan tentang pola dan tren gempa bumi di wilayah tersebut.

## 6. Daftar Pustaka

- Kamat, R. K., & Kamath, R. S. (2017). Earthquake Cluster Analysis: K-Means Approach. *Article in Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 10(1). [www.jchps.com](http://www.jchps.com)
- Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 4(1), 20–24. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1253>
- Reviantika, F., Harahap, C. N., & Azhar, Y. (2020a). Analisis Gempa Bumi Pada Pulau Jawa Menggunakan Clustering Algoritma K-Means Analysis Earthquake in Java Island Using Clustering K-Means Algorithm. *Jurnal Dinamika Informatika*, 9(1). <https://twitter.com/infobmkg>
- Reviantika, F., Harahap, C. N., & Azhar, Y. (2020b). Analisis Gempa Bumi Pada Pulau Jawa Menggunakan Clustering Algoritma K-Means Analysis Earthquake in Java Island Using Clustering K-Means Algorithm. *Jurnal Dinamika Informatika*, 9(1). <https://twitter.com/infobmkg>

- Utomo, D. P., & Purba, B. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS) Penerapan Datamining pada Data Gempa Bumi Terhadap Potensi Tsunami di Indonesia*.
- Yana, M. S., Setiawan, L., Ulfa, E. M., Rusyana, A., Statistika, J., Kuala, S., & Aceh, B. (2018). Penerapan Metode K-Means dalam Pengelompokan Wilayah Menurut Intensitas Kejadian Bencana Alam di Indonesia Tahun 2013-2018. In *Journal of Data Analysis* (Vol. 1, Issue 2).