

PENGELOMPOKAN GEMPA BUMI DI PULAU LOMBOK TAHUN 2018 MENGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Clustering Earthquakes in Lombok Island in 2018 Using the K-Means Algorithm
Yani Yustika Marawali¹, Cipta Ramadhani², L. A. Syamsul Irfan Akbar³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

¹ Yanimarawali06@gmail.com, ² ramadhani.cipta@gmail.com, ³ laluirfan@gmail.com

ABSTRAK

Pulau Lombok merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rawan gempa bumi, terutama pada tahun 2018 yang ditandai dengan serangkaian gempa signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola kejadian gempa bumi di Pulau Lombok tahun 2018 menggunakan algoritma K-Means, dengan fokus pada pengelompokan berdasarkan variabel latitude, longitude, kedalaman, dan magnitudo. Hasil klusterisasi menunjukkan bahwa terdapat dua *cluster* utama. *Cluster* 1, yang didominasi oleh titik-titik biru, tersebar di bagian selatan, barat, dan sebagian wilayah tengah Pulau Lombok, dengan karakteristik magnitudo dan kedalaman yang lebih bervariasi. Sebaliknya, *Cluster* 2, yang ditandai dengan titik-titik hijau, lebih mendominasi wilayah timur, tengah, dan utara, menunjukkan distribusi gempa dengan magnitudo lebih kecil namun lebih merata serta kedalaman yang relatif dangkal. Analisis ini juga mengungkapkan adanya kesesuaian pola dengan laporan aftershock dari pusat studi gempa nasional, yang menunjukkan pola seismisitas latar belakang dengan pengelompokan wilayah barat dan timur. Penelitian ini memberikan wawasan penting dalam memahami pola sebaran gempa di Pulau Lombok serta dapat menjadi acuan dalam mitigasi bencana dan perencanaan strategi pengurangan risiko gempa bumi di masa mendatang.

Kata kunci : K-Means, Pulau Lombok, Latitude, Longitude, Kedalaman, dan Magnitude

ABSTRACT

Lombok Island is one of the regions in Indonesia prone to earthquakes, particularly in 2018, which was marked by a series of significant seismic events. This study aims to analyze the earthquake patterns in Lombok Island during 2018 using the K-Means algorithm, focusing on clustering based on latitude, longitude, depth, and magnitude variables. The clustering results revealed two main clusters. Cluster 1, represented by blue points, is distributed in the southern, western, and parts of the central regions of Lombok Island, characterized by more varied magnitudes and depths. In contrast, Cluster 2, represented by green points, dominates the eastern, central, and northern regions, indicating earthquakes with smaller but more evenly distributed magnitudes and relatively shallow depths. The analysis also highlighted consistency with aftershock patterns reported by the national earthquake study center, showing background seismicity patterns with clustering in the western and eastern regions. This research provides valuable insights into understanding earthquake distribution patterns in Lombok Island and can serve as a reference for disaster mitigation and strategic planning to reduce earthquake risks in the future.

K-Means, Lombok Island, Latitude, Longitude, Depth, Magnitude

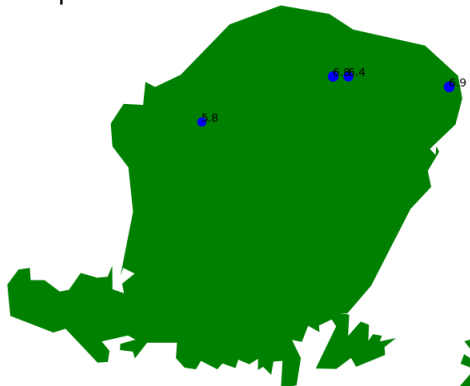
PENDAHULUAN

Gempa bumi dapat menyebabkan jatuhnya korban jiwa manusia yang disebabkan karena runtuhnya bangunan dan juga menyebabkan bahaya sekunder seperti kebakaran, tanah longsor, dan tsunami. Gempa bumi juga dapat memberikan kerugian ekonomi yang besar dan merusak area yang luas.

Lombok adalah sebuah pulau yang terletak di provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Pulau ini merupakan bagian dari wilayah Kepulauan Sunda Kecil, terletak di antara Pulau Bali di sebelah Barat dan Pulau Sumbawa di sebelah Timur. Berdasarkan kondisi geologi, Pulau Lombok mempunyai potensi gempa bumi yang cukup tinggi. Hal ini didasarkan pada kondisi tanah yang bersifat

lepas, tebal, mempunyai akuifer, kondisi geologi struktur kekar dan sesar, serta dibagian utara pulau merupakan kompleks gunung api yang mempunyai batuan sidemen tidak kompak dan mudah lepas (Gemeliarini, 2018). Hal ini mengakibatkan Lombok merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bencana gempa bumi.

Pada tahun 2018, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) melaporkan bahwa beberapa gempa bumi signifikan mengguncang Lombok [1]. Urutan gempa ini dimulai dengan gempa bumi 6,4 Mw pada tanggal 28 Juli 2018, diikuti oleh gempa bumi pada tanggal 5 Agustus (6,8 Mw), 9 Agustus (5,8 Mw) dan 19 Agustus (6,9 Mw). Parameter rinci gempa bumi tercantum dalam Tabel 1, dan lokasi gempa bumi digambarkan dalam Gambar 1.1. Gempa bumi yang terjadi dari tanggal 5 hingga 19 Agustus 2018 di Lombok Barat, Timur, dan Utara mencapai intensitas maksimum VIII-IX dan sangat dirasakan oleh semua penduduk di seluruh pulau Lombok.

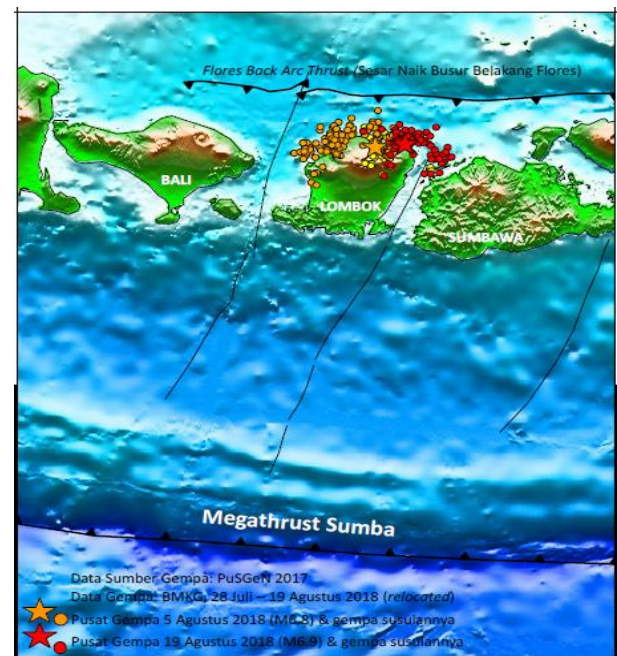


Gambar 1 Lokasi Relatif Gempa Bumi Lombok 2018

Tanggal	Waktu (UTC)	Garis Lintang (°N)	Garis Bujur (°E)	Magnitudo (Mw)	Kedalaman (km)
28 Juli	22:47:38.491	8.35	116.50	6.4	13
5 Agustus	11:46:37.363	8.35	116.47	6.8	32
9 Agustus	05:25:32.601	8.44	116.21	5.8	14
19 Agustus	14:56:27.086	8.37	116.70	6.9	18

Tabel 1 Parameter Untuk Guncangan Utama Gempa Bumi Lombok 2018

Wilayah Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), terletak pada Kawasan tektonik aktif, dimana menurut buku Sumber dan Bahaya Gempa Nasional 2017, pulau Lombok dikelilingi oleh beberapa sumber gempa, yaitu diantaranya Zona Back Arc Thrust di wilayah utara, megathrust di selatan, dan sistem sesar geser disisi barat dan timurnya. Tektonik aktif wilayah Lombok serta lokasi kedua *mainshock* serta sebaran foreshock dan aftershock diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Tektonik Aktif di wilayah Lombok

(Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Nasional 2017)

Peristiwa gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang tidak dapat dihindari maupun dicegah, namun dampak yang ditimbulkan dapat diminimalisir melalui berbagai upaya mitigasi. Salah satu upaya penting dalam mitigasi adalah pemetaan pola gempa berdasarkan data historis yang diperoleh. Data ini dapat digunakan untuk memahami distribusi wilayah rawan gempa serta mengidentifikasi karakteristik dari aktivitas seismik di suatu daerah. Teknik clustering menjadi pendekatan yang relevan dalam melakukan pengelompokan data-data gempa bumi guna mempermudah pemetaan

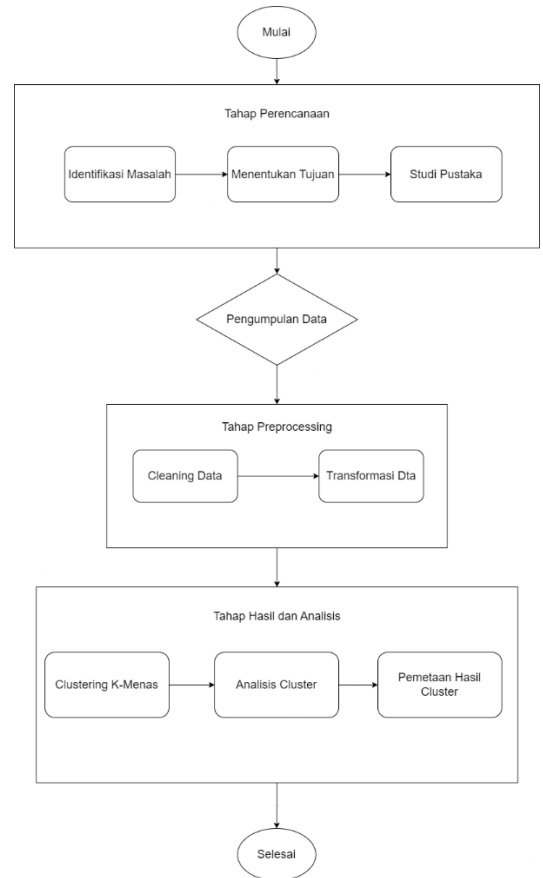
pola dan distribusi aktivitas gempa di suatu wilayah.

Teknik clustering merupakan proses pengelompokan data menjadi beberapa kelompok (cluster) berdasarkan tingkat kemiripan antara objek dalam suatu kelompok, sehingga objek dalam sebuah cluster memiliki kemiripan yang tinggi tetapi berbeda secara signifikan dengan objek di cluster lain. Dalam konteks gempa bumi, data seperti lokasi geografis (latitude dan longitude) dan parameter lainnya seperti kedalaman (depth) atau magnitudo dapat digunakan untuk mengelompokkan wilayah-wilayah aktivitas gempa. Beberapa algoritma yang umum digunakan dalam teknik clustering meliputi K-Means, Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN), K-Medoids, Self-Organizing Map (SOM), Fuzzy C-Means (FCM), dan lainnya. Penelitian ini menggunakan algoritma K-Means karena kesederhanaan dan efisiensinya dalam memproses data berukuran besar.

Data gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari website resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data tersebut akan diolah dan dikelompokkan untuk menghasilkan peta distribusi aktivitas gempa di wilayah Lombok. Hasil pengelompokan ini diharapkan dapat memberikan wawasan penting terkait pola seismik di Lombok, sekaligus menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi mitigasi kepada institusi terkait, baik di tingkat daerah maupun nasional. Dengan adanya informasi ini, langkah mitigasi dapat direncanakan secara lebih terarah untuk mengurangi risiko kerugian yang diakibatkan oleh gempa bumi.

METODOLOGI

Berikut ini merupakan metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Tahap perencanaan penelitian ini mencakup beberapa langkah, yaitu identifikasi masalah untuk menentukan bagaimana mengelompokkan data gempa bumi menggunakan algoritma K-Means, penetapan tujuan penelitian agar lebih terstruktur, serta studi pustaka guna memperoleh informasi, teori, dan referensi dari buku atau jurnal terkait topik yang diangkat. Data gempa bumi dikumpulkan dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada tahun 2018 (http://repogempa_bmkg.go.id/). Sebelum data diproses, dilakukan tahap preprocessing yang meliputi pembersihan data (cleaning) untuk menghapus duplikasi, melengkapi data kosong, dan menghapus data yang tidak relevan, serta transformasi data di mana waktu kejadian gempa diubah menjadi atribut day, month, dan year. Selanjutnya, data yang telah diproses dianalisis menggunakan algoritma K-Means untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan pola gempa, dengan

jumlah cluster ditentukan sebanyak tiga ($k = 3$), berdasarkan karakteristik geografis dan pola distribusi data. Hasil clustering dianalisis untuk memahami pola distribusi gempa dan hubungannya dengan aktivitas geologi di Pulau Lombok, kemudian dipetakan sesuai hasil cluster terbaik untuk menggambarkan pola aktivitas gempa berdasarkan wilayah.

B. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang proses pengelompokan gempa bumi di Pulau Lombok pada tahun 2018 yaitu sebagai berikut:

- a. Alat
 1. Laptop Lenovo 14ALC6 Processor AMD Ryzen 3 5300u, 4 Cores 8 Threads.
 2. Sistem Operasi Windows 11
 3. Visual Studio Code
 4. Python 3.10
- b. Bahan
 1. Data gempa di pulau Lombok tahun 2018

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas hasil penelitian mengenai pengelompokan gempa bumi di Pulau Lombok pada tahun 2018 menggunakan algoritma *K-Means*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola kejadian gempa berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu kedalaman gempa, lokasi geografis (*longitude* dan *latitude*), serta magnitudo gempa. Keempat parameter ini dianalisis untuk memahami distribusi gempa bumi secara letak geografis dan berdasarkan waktu, sehingga dapat memberikan gambaran pola kejadian gempa yang lebih jelas di wilayah tersebut. Kedalaman gempa digunakan untuk mengetahui seberapa dalam pusat gempa terjadi, karena kedalaman ini memengaruhi dampak yang dirasakan di permukaan. Lokasi geografis (*longitude* dan *latitude*) menunjukkan posisi episenter gempa di peta, sementara magnitudo memberikan informasi tentang kekuatan atau energi yang dilepaskan selama kejadian gempa.

Tahap awal penelitian dimulai dengan proses *preprocessing* data untuk membersihkan dan menyesuaikan data sehingga sesuai untuk diolah menggunakan algoritma *K-Means*. Algoritma ini kemudian diterapkan untuk mengelompokkan kejadian gempa ke dalam beberapa klaster

berdasarkan kesamaan karakteristiknya. Hasil klasterisasi ini dianalisis lebih lanjut untuk memahami pola yang terbentuk, baik dari segi kedalaman, lokasi, maupun magnitudo gempa. Selain itu, hasil klasterisasi juga dipetakan untuk memberikan visualisasi distribusi gempa bumi di wilayah Pulau Lombok.

A. Clustering dengan Algoritma *K-Means*

Pada tahap clustering ini, dilakukan pengelompokan data gempa bumi yang terjadi di Pulau Lombok selama tahun 2018 menggunakan algoritma *K-Means*. Pendekatan ini bertujuan untuk mengelompokkan gempa berdasarkan karakteristik geografis dan temporalnya, sehingga pola-pola tertentu dapat teridentifikasi. Data yang digunakan meliputi informasi lokasi kejadian gempa (koordinat *latitude* dan *longitude*) serta atribut waktu dalam bentuk *Day of Year* (DOY), yang merepresentasikan urutan hari dalam satu tahun. Proses implementasi algoritma *K-Means* dilakukan melalui beberapa langkah penting yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan Data

Pada langkah pertama, data mentah diolah agar sesuai untuk dianalisis menggunakan algoritma *K-Means*. Proses ini dimulai dengan pembersihan data (data cleaning) untuk menghapus kolom atau atribut yang tidak relevan terhadap analisis. Kolom-kolom seperti waktu spesifik, nama wilayah, atau informasi tambahan lainnya yang tidak memengaruhi hasil pengelompokan dihilangkan, sehingga hanya tersisa tiga atribut utama: *latitude*, *longitude*, kedalaman gempa, magnitudo gempa dan *Day of Year*.

Setelah data dibersihkan, tahap berikutnya adalah transformasi data. Data dikonversi menjadi format array numerik agar dapat diproses oleh algoritma *K-Means*. Format ini memungkinkan penghitungan jarak antar data menggunakan metode matematis, seperti jarak Euclidean, yang menjadi dasar perhitungan *K-Means*. Tahap ini sangat penting untuk memastikan bahwa algoritma dapat bekerja secara optimal dan memberikan hasil pengelompokan yang akurat.

2. Penentuan Jumlah Cluster

Jumlah cluster (k) dalam algoritma *K-Means* menentukan berapa kelompok data yang akan dihasilkan. Dalam penelitian ini,

jumlah cluster ditetapkan sebanyak tiga ($k = 2$). Penetapan ini didasarkan pada asumsi bahwa distribusi gempa bumi di Pulau Lombok dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok utama, baik berdasarkan letak geografis dan pola aktivitas gempa.

3. Pengelompokan Data

Setelah data dipersiapkan dan jumlah cluster ditentukan, proses pengelompokan dilakukan menggunakan algoritma K-Means. Proses ini dimulai dengan pemilihan centroid awal secara acak. Selanjutnya, algoritma melakukan iterasi untuk memindahkan centroid berdasarkan jarak rata-rata data yang terdekat dengan masing-masing centroid. Jarak antar data dan centroid dihitung menggunakan jarak Euclidean, yaitu metode penghitungan jarak terpendek antara dua titik dalam ruang multidimensi.

Pada setiap iterasi, algoritma akan memperbarui posisi centroid dan mengelompokkan ulang data berdasarkan kedekatan dengan centroid tersebut. Proses ini berlanjut hingga tidak ada perubahan signifikan pada posisi centroid atau hingga batas iterasi tercapai. Hasil akhir dari algoritma adalah label cluster yang ditambahkan ke setiap data, sehingga masing-masing data termasuk ke dalam salah satu dari tiga kelompok.

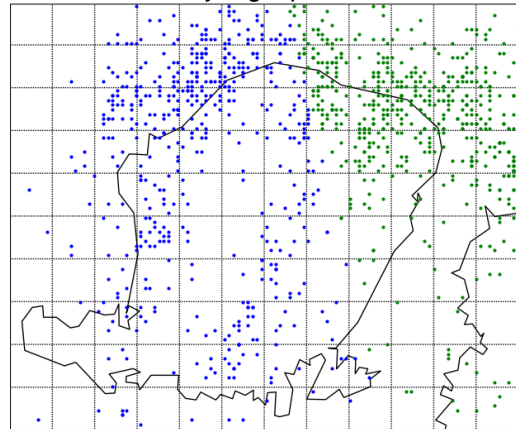
Label cluster ini mempermudah pengelompokan data untuk dianalisis lebih lanjut. Setiap cluster dapat diidentifikasi berdasarkan pola geografis, seperti area tertentu di Pulau Lombok yang memiliki intensitas gempa lebih tinggi, serta pola temporal, seperti gempa yang lebih sering terjadi pada waktu tertentu dalam tahun tersebut.

Hasil dari pengelompokan data ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang distribusi kejadian gempa di Pulau Lombok. *Cluster* yang terbentuk kemudian digunakan untuk analisis mendalam, termasuk melihat bagaimana setiap kelompok gempa ini berkaitan dengan kondisi geologi lokal, seperti keberadaan sesar aktif atau wilayah yang rentan terhadap aktivitas tektonik.

B. Analisis dan Pemetaan Hasil Cluster

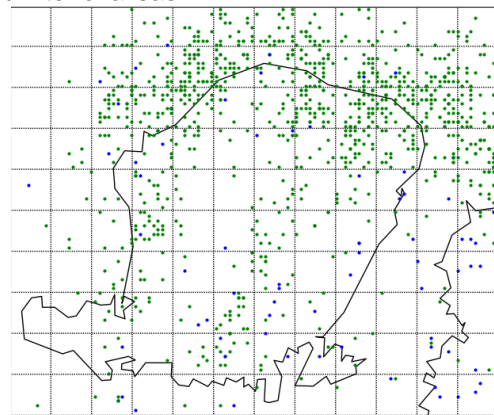
Setelah data berhasil dikelompokkan ke dalam dua *cluster*, hasil *clustering* dianalisis untuk memahami pola distribusi gempa bumi. Berikut adalah analisis hasil pengelompokan

berdasarkan data yang diperoleh:



Gambar 3 Hasil dengan 2 cluster hanya dengan menggunakan 2 variabel yaitu Latitude dan Longitude

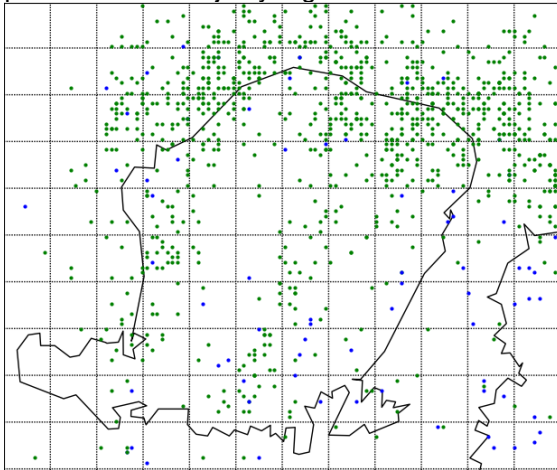
Gambar di atas menunjukkan hasil pengelompokan gempa bumi di Pulau Lombok tahun 2018 menggunakan algoritma K-Means dengan 2 cluster berdasarkan latitude (lintang) dan longitude (bujur). Cluster 1 (titik biru) terkonsentrasi di wilayah barat dan sebagian selatan Pulau Lombok, dengan distribusi yang lebih tersebar, menunjukkan aktivitas gempa yang meluas di area tersebut. Cluster 2 (titik hijau) terfokus di wilayah timur dan sebagian utara, dengan pola distribusi gempa yang lebih terlokalisasi.



Gambar 4 Hasil dengan 2 cluster hanya dengan menggunakan 3 variabel yaitu Latitude, Longitude dan kedalaman (depth)

Gambar di atas menunjukkan hasil pengelompokan gempa bumi di Pulau Lombok tahun 2018 menggunakan algoritma K-Means dengan 2 cluster berdasarkan tiga variabel: latitude (lintang), longitude (bujur), dan kedalaman (depth). Cluster 1 (titik biru) terlihat tersebar lebih luas di beberapa bagian Pulau

Lombok, khususnya di wilayah selatan dan sebagian kecil di barat, menunjukkan gempa-gempa yang kemungkinan berada pada kedalaman tertentu yang berbeda dari cluster lainnya dimana pada kasus ini pada cluster dengan titik biru memiliki kedalaman gempa yang lebih dalam dan lebih bervariasi dibandingkan dengan cluster 2. Cluster 2 (titik hijau), di sisi lain, mendominasi wilayah timur, tengah, dan utara Pulau Lombok, dengan distribusi gempa berdasarkan kedalaman yang lebih condong dangkal dan kedalamannya seragam sesuai dengan persebaran titik hijau yang lebih mendominasi.



Gambar 5 Hasil dengan 2 cluster hanya dengan menggunakan 3 variabel yaitu Latitude, Longitude, Kedalaman (depth) dan Magnitude (M)

Gambar di atas memperlihatkan hasil pengelompokan gempa bumi di Pulau Lombok tahun 2018 menggunakan algoritma K-Means dengan 2 cluster berdasarkan tiga variabel: latitude (lintang), longitude (bujur), dan magnitudo (M). Cluster 1 (ditandai dengan titik biru) cenderung terdistribusi di bagian selatan, barat, dan sebagian kecil wilayah tengah dimana pada cluster ini memiliki kedalaman yang lebih dalam dan magnitudo yang lebih bervariasi. Cluster 2 (ditandai dengan titik hijau) lebih mendominasi wilayah timur dan utara, dengan distribusi yang lebih padat dan tersebar luas. Hal ini dapat mengindikasikan gempa yang terjadi dengan magnitudo lebih kecil namun banyak terjadi dan merata. Hal ini sesuai dengan laporan yang disampaikan oleh tim pusat studi gempa nasional (Ramadhani, 2022) bahwa gempa yang terjadi dipulau

Lombok memperlihatkan adanya sebaran aftershock gempa yang berkesesuaian dengan pola background seismicity dengan adanya pola cluster barat dan cluster timur.

C. Analisis Program

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.basemap import
Basemap
import pandas as pd
from sklearn.cluster import KMeans
```

Gambar 6 Analisis Library Program

Program ini bertujuan untuk menganalisis pola kejadian gempa bumi di Pulau Lombok tahun 2018 menggunakan algoritma K-Means, dengan memanfaatkan data spasial seperti koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*) serta karakteristik gempa lainnya seperti magnitudo. Data gempa diolah menggunakan library Pandas untuk manajemen data, *NumPy* untuk manipulasi *array*, dan *Scikit-learn* untuk implementasi algoritma K-Means, yang mengelompokkan data ke dalam beberapa cluster berdasarkan kesamaan karakteristik. Hasil klasterisasi divisualisasikan pada peta geografis menggunakan Basemap dari Matplotlib, memungkinkan identifikasi wilayah dengan intensitas kejadian gempa yang lebih tinggi.

```
data =
pd.read_excel("C:\\Users\\Administ
rator\\Pictures\\source\\data 1
month\\Data 2018.xlsx")
data = data.drop("Date", axis=1)
data = data.drop("Time", axis=1)
data = data.drop("Region", axis=1)
data = data.drop("Unnamed: 9",
axis=1)
data = data.drop("Unnamed: 10",
axis=1)

datum = data.iloc[:, 1:3]
x_array = np.array(datum)
```

Gambar 7 Analisis Program Inisialisasi Data

Bagian awal program dimulai dengan mengimpor dataset gempa dari *file Excel* menggunakan *library* pandas. File Excel ini diasumsikan mengandung informasi gempa yang terjadi pada tahun 2018, termasuk latitude (Lat S), longitude (Lon E), waktu dalam bentuk DOY (*Day of Year*), serta beberapa atribut lainnya. Untuk memastikan data siap digunakan dalam analisis, beberapa

kolom yang tidak relevan dihapus. Kolom seperti *Date*, *Time*, *Region*, dan kolom tanpa nama diabaikan karena tidak digunakan dalam proses klasterisasi. Selanjutnya, program memilih kolom *latitude* dan *longitude* untuk membentuk data input (datum), yang kemudian dikonversi menjadi *array* numerik menggunakan *library* *numpy* agar dapat diproses oleh algoritma K-Means.

```
kmeans = KMeans(n_clusters=2,
random_state=123)
kmeans.fit(x_array)
print(kmeans.labels_)

data["label"] = kmeans.labels_
print(data.head())
```

Gambar 8 Analisis Program K-Means

Setelah data siap, algoritma *K-Means* digunakan untuk melakukan klasterisasi. Algoritma ini bekerja dengan membagi data menjadi sejumlah cluster yang ditentukan sebelumnya (dalam kasus ini, 2 cluster). Proses *K-Means* dimulai dengan memilih tiga titik pusat awal (*centroid*) secara acak, lalu memperbarui posisi *centroid* tersebut berdasarkan jarak rata-rata titik data dalam setiap cluster. Algoritma ini berulang hingga posisi *centroid* konvergen. Hasil klasterisasi berupa label cluster (0 atau 1) untuk setiap titik data, yang kemudian ditambahkan ke dalam dataset sebagai kolom baru bernama "label".

```
lat = data['Lat S'].values
lon = data['Lon E'].values
DOY = data['DOY'].values
label = data['label'].values

list1 = [-z for z in lat]
list2 = [c for c in lon]
list3 = [b for b in DOY]
list4 = [l for l in label]

bawah = 0
atas = 350

dict1 = []
```

```
for n, day in enumerate(list3):
    if bawah < day < atas:
        dict1.append([list1[n],
list2[n]])
```

Gambar 9 Analisis Persiapan Visualisasi

Langkah selanjutnya adalah mempersiapkan data untuk divisualisasikan pada peta. *Latitude* (*Lat S*) diubah menjadi nilai negatif untuk menunjukkan posisi di belahan bumi selatan. *Longitude* (*Lon E*), atribut waktu (*DOY*), dan label cluster juga diekstrak ke dalam daftar terpisah. Selain itu, program menyediakan parameter waktu (*DOY*) untuk memfilter data gempa dalam rentang tertentu, sehingga pengguna dapat fokus pada periode waktu tertentu saja. Misalnya, dalam contoh ini, data gempa yang ditampilkan memiliki rentang *DOY* dari 0 hingga 350 (hampir sepanjang tahun 2018). Hasil *filter* ini disimpan ke dalam daftar *dict1*, yang berisi pasangan koordinat *latitude* dan *longitude* untuk setiap titik gempa yang lolos kriteria.

```
m = Basemap(projection='mill',
llcrnrlat=-8.99451,
urcrnrlat=-8.08411,
llcrnrlon=115.79961,
urcrnrlon=116.89156,
resolution='i')

m.drawcoastlines()
m.drawparallels(np.arange(-
8.992, -8.136, 0.09104),
labels=[True, False, False,
False])
m.drawmeridians(np.arange(115.79
961, 116.89156, 0.09099),
labels=[False, False, False,
True])

for k in dict1:s
    a, b = k
    x, y = m(b, a)
    plt.plot(x, y, 'ok',
```

```
color='green', markersize=1)
plt.show()
```

Gambar 10 Analisis Program Tahap Visualisasi

Tahap akhir program adalah memvisualisasikan hasil klasterisasi pada peta geografis Pulau Lombok. *Library* Basemap digunakan untuk membuat peta dengan proyeksi mill. Peta ini menggambarkan batas-batas geografis wilayah Pulau Lombok, termasuk garis pantai dan grid koordinat *latitude* dan *longitude*. Setiap titik gempa diplot di peta sesuai dengan koordinat geografisnya, dan diberi warna yang sesuai dengan label *cluster*-nya. Dalam kasus ini, semua data gempa yang telah difilter diplot menggunakan warna hijau, sementara konfigurasi warna lainnya dapat diatur jika diperlukan.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan nilai *latitude* dan *longitude*, Kejadian gempa pada tahun 2018 di pulau Lombok memberikan informasi adanya 2 cluster gempa utama yaitu kluster barat dan kluster timur.
2. Berdasarkan empat variabel yang digunakan (*latitude*, *longitude*, kedalaman, dan nilai *magnitude* gempa), didapatkan pola cluster yang seragam. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kedalaman maupun *magnitude* gempa relatif sama. Selain itu, sesuai pada data tersebut memberikan informasi bahwa distribusi waktu kejadian gempa di kedua cluster cenderung seragam, tanpa adanya pola waktu yang signifikan yang mempengaruhi kedalaman atau *magnitude* gempa. Dengan demikian, meskipun lokasi geografis gempa berbeda, kedalaman, kekuatan gempa, dan waktu kejadian menunjukkan keseragaman dalam kedua cluster, yang mencerminkan pola aktivitas gempa yang stabil sepanjang tahun.

REFERENSI

Arafat, I.B.F. 2023. *Clustering Gempa Bumi Di Wilayah Regional VII Menggunakan Metode DBSCAN dan K-MEANS*.

Program Studi Magister Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Astuti, S. 2020. *Algoritma K-MEANS Dalam Menentukan Penerima Beasiswa UPZ (Unit Pengumpulan Zakat) Pada Mahasiswa UIN Sumatra Utara Medan*. Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatra Utara Medan.
- Gemeliarini, I G. A. Kusdiah. 2018. Strategi Mitigasi Berdasarkan Model Geospasial Risiko Bencana Gempa Bumi Di Kabupaten Lombok Utara Nusa Tenggara Barat. Universitas Diponegoro Semarang
- Han, J.W., Kamber, M. and Pei, J. (2012) *Data Mining Concepts and Techniques*. 3rd Edition, Morgan Kaufmann Publishers, Waltham.
- Larose, Daniel T. 2005. *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data mining*. JohnWiley's & Sons, Inc.
- Maulana, F., Orisa, M., & Zahro', H. Z. (2021). Klasifikasi Data Produk Mebel Aneka Jaya Menggunakan Metode K-Nearparameterest Neighbor Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 460.
- Pramitasari, A. E., & Nataliani, Y. (2021). Perbandingan Clustering Karyawan Berdasarkan Nilai Kinerja Dengan Algoritma K-Means dan Fuzzy C-Means. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 8(3), 1119–1132. E-ISSN 2503-2933.
- Prasetyo, Eko. 2012. *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Putra, L. P., Simatupang, P. H., & Sir, T. M. W. (2018). Bahaya Kegempaan di Wilayah Pulau Alor. *Jurnal Teknik Sipil*, VII(1), 57.
- Ramadhani, C. 2022. "Clustering of the 2018 Lombok Earthquakes using an Agglomerative Hierarchical Clustering Algorithm". 2022 3rd International Conference on Applied Electromagnetic Technology (AEMT).
- Reviantika, F., Harahap, C.N., Azhar, Y. 2020. *Analisis Gempa Bumi Pada Pulau Jawa Menggunakan Clustering*

Algoritma K-Means. Jurusan Teknik
Informatika, Universitas
Muhammadiyah Malang.

- Riyadi, S., & Liesnoor, D. S. (2015).
Peningkatan Pengetahuan Siswa
Melalui Media Buklet Kesiapsiagaan
Bencana Gempa Bumi di SMA Negeri
1 Kedungreja Tahun 2014. *Jurnal
Geografi Universitas Negeri
Semarang*, 12(1), 79–90. ISSN 2252-
6684.
- Robiana, A. Minarno, S. Hidayati, S.
Supartoyo, and F. Nurfalah, *Gempa
Lombok Tanggal 29 Juli 2018 dan
Dampaknya*. Kajian Rangkaian
Gempa Lombok Provinsi Nusa
Tenggara Barat, Pusat Penelitian dan
Pengembangan Perumahan dan
Pemukiman, Badan Penelitian dan
Pengembangan, Kementerian
Pekerjaan Umum dan Perumahan
Rakyat, 2018
- Suksmadana, I.M.B., Ramadhani, C. 2022.
*Pengklasteran Kejadian Gempa
Wilayah Indonesia Menggunakan
Algoritma k-Means*. Department of
Electrical Engineering University of
Mataram.