

**ANALISIS *CLUSTERING* DAMPAK GEMPA BUMI DUNIA
MENGUNAKAN ALGORITMA *K-MEANS*
*CLUSTERING***

SKRIPSI

OLEH:

ANDRE NOVIRWAN

188160041



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**ANALISIS *CLUSTERING* DAMPAK GEMPA BUMI DUNIA
MENGUNAKAN ALGORITMA *K-MEANS*
*CLUSTERING***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memproleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

Andre Novirwan

188160041

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

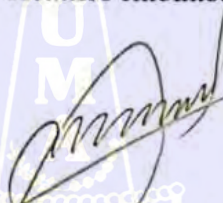
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAM PENGESAHAN

Judul skripsi : Analisis *Clustering* Dampak Gempa Bumi Dunia
Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering*
Nama : Andre Novirwan
NPM : 188160041
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Andre Hasudungan Lubis, S.Ti, MSc
Pembimbing


Dr. Rizki Muliono, S.T, M.T
Dekan Fakultas Teknik


Rizki Muliono, S.kom, M.kom
Ka.Prodi Teknik Informatika

Tanggal Lulus : 31 Juli 2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, Saya bertanda tangan
dibawah ini:

Nama : Andre Novirwan
NPM : 188160041
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan
kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-
exclusive RoyaltyFree Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :
***Analisis Clustering Dampak Gempa Bumi Dunia Menggunakan
Algoritma K-Means Clustering***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih
media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*Database*),
merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 31 Juli 2024

Yang Menyatakan



(AndreNovirwan)
NPM 188160041

ABSTARK

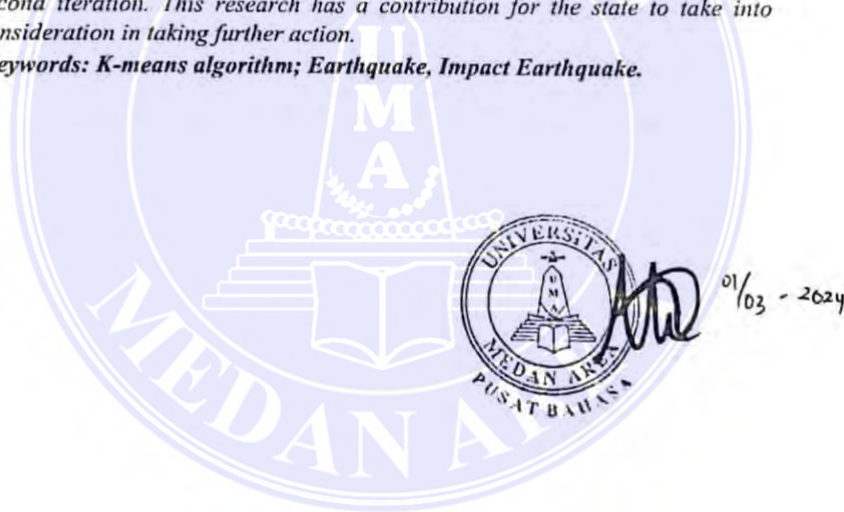
Gempa bumi dunia merupakan peristiwa bencana alam yang terjadi dikarenakan pergerakan atau adanya pergeseran lapisan batuan yang berbeda dikulit bumi. Kekuatan gempa bumi serung kali mengakibatkan kerusakan yang cukup besar, khususnya pada area yang ramai dengan manusia seperti area pemukiman mulai dari kota besar sampai pemukiman kecil. Sehingga dibutuhkan suatu analisis yang dapat digunakan sebagai acuan wilayah yang beresiko terdampak bencana tersebut. Data analisis terhadap gempa bumi telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebagai wujud dari tanggapan terhadap bencana gempa bumi. Berbagai bentuk data analisis baik itu analisis secara geologis. Salah satu data analisis yang dilakukan yang berkaitan dengan bencana gempa bumi adalah analisis dampak kerusakan yang di akibatkan oleh gempa bumi dengan menggunakan Teknik *clustering*. Penelitian ini menggunakan algoritma *K-Means clustering* sebagai metode untuk menganalisis kelompok negara di dunia yang beresiko terdampak gempa. Sebanyak 360 negara dijadikan sebagai data yang dianalisis dengan atribut *magnitude*, kedalaman, *episentrum*, fokus gempa, durasi, arah pergeseran, dan frekuensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sebanyak 7 cluster dari keseluruhan negara dengan tingkat yang sangat rendah sampai dengan sangat tinggi dengan jumlah anggota cluster yang bervariasi. Evaluasi hasil cluster yang dilakukan dengan menggunakan *Davies Bouldin index* (DBI) menunjukkan bahwa nilai terkecil ditemukan pada iterasi kedua. Penelitian ini memiliki kontribusi bagi pihak negara untuk menjadi pertimbangan dalam melakukan Tindakan selanjutnya.

Kata Kunci: Algoritma K-Means: Gempa Bumi, Dampak Gempa Bumi

Abstract

An earthquake is a natural disaster that occurs due to movement or shifting of rock layers in the earth's crust. The strength of earthquakes often causes considerable damage, especially in areas that are busy with people, such as residential areas from large cities to small settlements. So an analysis is needed that can be used as a reference for areas at risk of being affected by the disaster. Data analysis on earthquakes has been carried out by many researchers as a form of response to earthquake disasters. Various forms of data analysis, including geological analysis. One of the data analyzes carried out related to earthquake disasters is analysis of the impact of damage caused by earthquakes using clustering techniques. This research uses the K-Means clustering algorithm as a method to analyze groups of countries in the world that are at risk of being affected by earthquakes. A total of 360 countries were used as data that was analyzed using the attributes magnitude, depth, epicenter, earthquake focus, duration, direction of shift and frequency. The research results show that there are 7 clusters from all countries with very low to very high levels with varying numbers of cluster members. Evaluation of cluster results carried out using the Davies Bouldin Index (DBI) shows that the smallest value was found in the second iteration. This research has a contribution for the state to take into consideration in taking further action.

Keywords: *K-means algorithm; Earthquake, Impact Earthquake.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Medan, Provinsi Sumatra Utara pada tanggal 8 juli 2000 dari Ayah Andi Irwan dan Ibu Novi Masitah br Sunihaji. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dengan Adik alm Dini Ovelia Novirwan

Pada tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Swasta Korpri Karawang Barat, lalu terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Informatika Universitas Medan Area.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini dengan judul “Analisis Clustering Dampak Gempa Bumi Dunia Menggunakan Algoritma K-Means Clustering”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan untuk mencapai gelar sarjana di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc. selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Rizki Muliono, S.Kom., M.Kom selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas Medan Area.
4. Bapak Andre Hasudungan Lubis, S.Ti, Msc selaku Dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua Orang tua penulis tercinta yaitu Bapak Andi Irwan dan Ibu Novi Masitah br Sinuhaji yang tiada henti memberikan semua dukungan dan doa terbaik untuk penulis.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Informatika Universitas Medan Area.
7. Seluruh teman-teman yang sudah memberikan dukungannya selama penulisan proposal skripsi ini, khususnya teman-teman Teknik Informatika angkatan 2018.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki kekurangan oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penelitian ini. Penulis berharap tugas penelitian ini dapat bermanfaat baik kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.



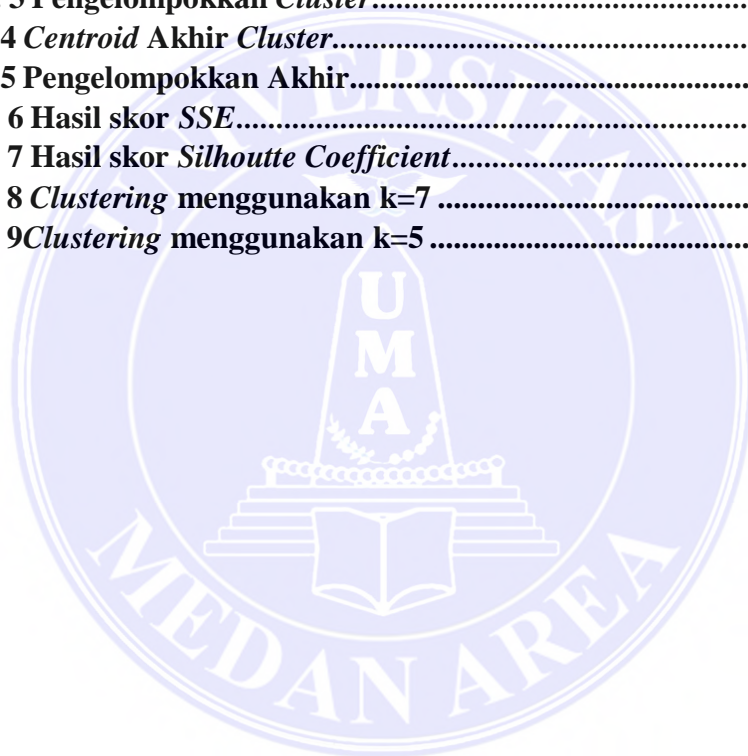
DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Gempa	5
2.2. Atribut Gempa	6
2.3. Data Mining	8
2.4. <i>Clustering</i>	10
2.5. <i>K-Means Clustering</i>	11
2.6. Metode Elbow	14
2.7. <i>Silhouette Coefficient</i>	15
2.8. <i>Davis Boulden Index</i>	17
2.9. PHP	18
2.10. Flow Chart.....	19
2.11. UML(<i>Unified Modeling Language</i>).....	21
2.12. Penelitian Terdahulu	26
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1. Tahapan Penelitian.....	29

3.2. Analisa Masalah.....	31
3.3. Prosedur Kerja.....	31
3.4. Flowchart Sistem	35
3.5. Perancangan <i>Use Case Diagram</i>	40
3.6. Perancangan Database.....	40
3.7. Perancangan Antarmuka	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1. Pengumpulan dan Persiapan Data.....	48
4.2. Pengumpulan Data	48
4.3. Persiapan Data.....	49
4.4. Pengujian White Box	51
4.5. Implementasi Algoritma K-Means	56
4.6. Pengujian Aplikasi <i>Clustering</i> Menggunakan <i>K-Means</i>	61
4.6.1. Halaman Login	61
4.6.2. Halaman Data Gempa	62
4.6.3. Halaman Analisis Elbow.....	63
4.6.4. Halaman Analisis <i>Silhouette Coefficient</i>	64
4.6.5. Halaman Analisis <i>Clustering</i>	65
4.7. Analisa Hasil Clustering	67
BAB V KESIMPULAN	71
5.1. Kesimpulan	71
5.3. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol-Simbol Flowchart Kutipan	19
Tabel 2. 2 Simbol <i>Use Case Diagram</i>	22
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Rancangan Tabel User	41
Tabel 3. 2 Rancangan Tabel Data Gempa	42
Tabel 3.3 Rancangan Tabel <i>Cluster</i>	42
Tabel 3.4 Rancangan Tabel Member <i>Cluster</i>	43
Tabel 4.1 Source Code Pengujian <i>White Box Clustering</i>	51
Tabel 4. 2 Jarak data ke <i>cluster</i>	57
Tabel 4. 3 Pengelompokkan <i>Cluster</i>	58
Tabel 4.4 <i>Centroid Akhir Cluster</i>	60
Tabel 4.5 Pengelompokkan Akhir	60
Tabel 4. 6 Hasil skor <i>SSE</i>	67
Tabel 4. 7 Hasil skor <i>Silhouette Coefficient</i>	68
Tabel 4. 8 <i>Clustering</i> menggunakan $k=7$	69
Tabel 4. 9 <i>Clustering</i> menggunakan $k=5$	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Metodologi Penelitian</i>	29
Gambar 3.2 Alur Proses <i>Analisis Cluster K-Means Clustering</i>	33
Gambar 3.3 Alur Proses <i>Klasifikasi Tingkat Dampak Gempa Bumi</i>	34
Gambar 3.4 Rancangan <i>Flowchart Login</i>	35
Gambar 3.5 Rancangan <i>Flowchart Input Data</i>	36
Gambar 3. 6 Rancangan <i>Flowchart Penentuan Jumlah Cluster</i>	37
Gambar 3. 7 Rancangan <i>Flowchart Proses Data K-Means</i>	38
Gambar 3. 8 Rancangan <i>Flowchart Proses Evaluasi</i>	39
Gambar 3. 9 Rancangan <i>Use Case Diagram</i>	40
Gambar 3. 10 Rancangan <i>Entity Relational Diagram</i>	41
Gambar 3. 11 Rancangan <i>Antarmuka Login</i>	43
Gambar 3. 12 Rancangan <i>Menu Utama</i>	44
Gambar 3. 13 <i>Antarmuka Data Gempa</i>	45
Gambar 3. 14 <i>Antarmuka Pemilihan K</i>	45
Gambar 3. 15 <i>Antarmuka Clustering</i>	46
Gambar 3. 16 <i>Antarmuka Evaluasi</i>	47
Gambar 4. 1 <i>Tampilan dataset gempa dari opendatasoft</i>	48
Gambar 4. 2 <i>Filter data gempa negara Indonesia</i>	49
Gambar 4. 3 <i>Export dataset</i>	49
Gambar 4. 4 <i>Dataset awal</i>	50
Gambar 4. 5 Hasil <i>cleaning dataset deaths</i>	50
Gambar 4. 6 <i>Pemilihan Atribut</i>	51
Gambar 4. 7 <i>Flow pengujian white box source code clustering</i>	54
Gambar 4. 8 <i>Halaman Login</i>	61
Gambar 4. 9 <i>Tampilan login tidak valid</i>	61
Gambar 4. 10 <i>Tampilan halaman beranda</i>	62
Gambar 4. 11 <i>Tampilan Halaman Data Gempa</i>	62
Gambar 4. 12 <i>Halaman Form data gempa</i>	63
Gambar 4. 13 Hasil <i>analisis elbow</i>	64
Gambar 4. 14 Hasil <i>analisis Silhouette Coefficient</i>	65
Gambar 4. 15 <i>Pemilihan parameter clustering</i>	65
Gambar 4. 16 Hasil <i>centroid cluster</i>	66
Gambar 4. 17 Hasil <i>pengelompokan data</i>	66
Gambar 4. 18 <i>Analisa pengelompokan data</i>	67
Gambar 4. 19 <i>Grafik SSE Analisis Elbow</i>	68
Gambar 4. 20 <i>Grafik analisis silhouette coefficient</i>	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Musibah gempa bumi secara sederhana dapat didefinisikan sebagai musibah yang diakibatkan oleh adanya getaran yang terjadi pada lapisan bumi yang dapat disebabkan oleh banyak hal (Xie dkk., 2020). Secara geologi, gempa bumi merupakan pergeseran pada patahan di kerak bumi sehingga menghasilkan energi yang dapat memberikan efek getaran di permukaan bumi sekitarnya (Alam dkk, 2020). Efek getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi yang terjadi pada lapisan permukaan bumi dapat memberikan dampak yang bervariasi bergantung pada besarnya energi yang dihasilkan oleh gempa bumi tersebut atau biasa disebut dengan magnitudo gempa (Bulo, Djayus, & Supriyanto, 2020).

Kekuatan gempa bumi seringkali mengakibatkan dampak yang cukup merusak khususnya pada area yang ramai dengan manusia seperti area pemukiman mulai dari kota besar sampai pemukiman kecil. Tercatat jumlah korban kematian tertinggi yang pernah tercatat akibat gempa bumi adalah 316,000 kematian pada tahun 2010 yang terjadi di Haiti yang diikuti dengan gempa bumi di Haiyuan Cina dengan jumlah korban kematian sebesar 273,400 korban jiwa (Armstrong, 2020). Pada kejadian gempa bumi baru – baru ini di Turki diperoleh jumlah korban jiwa adalah sebesar 48,000 jiwa (*World Health Organization*, 2023). Besarnya kerusakan yang diakibatkan oleh bencana gempa bumi mengakibatkan munculnya berbagai penelitian dan pengembangan teknologi yang dapat berupa analisis penyebab dan penanggulangan serta pengembangan pengelolaan tanggap bencana.

Data analisis terhadap gempa bumi telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebagai wujud dari tanggapan terhadap bencana gempa bumi. Berbagai bentuk data analisis baik itu analisis secara *geologis* (Tan, et al., 2020), peramalan dan prediksi (Johnson, et al., 2021) dan dampak

kerusakan yang diakibatkan oleh gempa bumi. Salah satu data analisis yang dilakukan yang berkaitan dengan bencana gempa bumi adalah analisis dampak kerusakan yang diakibatkan oleh gempa bumi (Irawan, Hasibuan, & Fauzi, 2020).

K-Means clustering merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam kegiatan analisis. *K-Means clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan data menjadi beberapa *cluster* untuk memperoleh informasi pola yang terdapat pada dataset (Ahmed, Seraj, & Islam, 2020). Menggunakan kapabilitas yang dimiliki oleh *K-Means clustering* maka secara teori metode *K-Means clustering* dapat digunakan untuk proses analisis pada data gempa bumi yang mana dapat digunakan sebagai model analisis yang dapat digunakan oleh beberapa instansi terkait dalam rangka meningkatkan kemampuan tanggap terhadap bencana gempa bumi. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian tugas akhir ini penulis bermaksud mengembangkan model analisis yang dapat digunakan untuk menganalisis data gempa bumi dan dampaknya dari berbagai *variable*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana mengklaster data gempa bumi dunia menggunakan *K-means clustering*?

1.3. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut

1. Kategori yang akan digunakan untuk menganalisa dampak gempa dunia adalah jumlah kematian, intensitas, *magnitude* (kekuatan gempa), dan kerugian akibat kerusakan.
2. Dalam upaya menganalisis dampak gempa bumi dunia algoritma yang akan digunakan untuk proses clusterisasi adalah algoritma *K-Means*
3. Dalam implementasinya system yang akan dibangun akan memanfaatkan platform php.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menerapkan analisis *clustering* pada data gempa bumi dunia menggunakan algoritma *K-means clustering*.
2. Dapat menghasilkan jumlah klaster negara-negara yang terdampak gempa.
3. Mengevaluasi hasil analisis yang dapat digunakan untuk kegiatan analisis data gempa bumi.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh model analisis menggunakan *K-means clustering* yang dapat digunakan pada dataset gempa bumi.
2. Memberikan sumbangsih sistem analisis data gempa bumi sehingga dapat digunakan sebagai sumber data pada instansi terkait bencana alam dan penelitian – penelitian lainnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gempa

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 (Utomo & Purba, 2019). Gempa bumi, atau sering disebut sebagai gempa, adalah suatu peristiwa yang terjadi ketika terjadi pelepasan energi secara tiba-tiba di dalam kerak bumi. Energi ini merambat melalui batuan dan menyebabkan getaran atau guncangan di permukaan bumi. Gempa bumi dapat terjadi di berbagai kedalaman dan berbagai ukuran, mulai dari yang sangat kecil yang tidak terasa hingga gempa yang sangat besar dan merusak.

Gempa bumi disebabkan oleh ketegangan yang membangun di dalam kerak bumi akibat *aktivitas geologi*, seperti pergerakan lempeng tektonik, aktivitas gunung berapi, atau deformasi batuan. Ketika tekanan yang terkumpul melebihi batas kekuatan batuan, terjadi pergeseran yang cepat di sepanjang bidang retak atau sesar. Inilah yang menyebabkan pelepasan energi yang menyebabkan gempa bumi.

Dampak gempa bumi dapat bervariasi, tergantung pada kedalaman, kekuatan, dan lokasi *episenter*. Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan bangunan, kerugian ekonomi, cedera, atau bahkan kematian. Selain itu, gempa bumi juga dapat memicu fenomena lain seperti tsunami, tanah longsor, atau aktivitas vulkanik. Oleh karena itu, pemahaman tentang gempa bumi dan upaya *mitigasi* risiko sangat penting dalam meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh gempa bumi.

2.2. Atribut Gempa

Atribut gempa adalah karakteristik atau parameter yang digunakan untuk menggambarkan dan mengukur gempa bumi. Mereka memberikan informasi tentang berbagai aspek gempa, seperti kekuatan, kedalaman, lokasi *episentrum*, durasi, arah pergeseran, *frekuensi*, dan sifat-sifat lainnya. Berikut adalah penjelasan lebih lengkap tentang masing-masing atribut gempa (Sudibyakto, 2000) :

1. *Magnitudo*: *Magnitudo* adalah ukuran yang digunakan untuk menggambarkan kekuatan atau besarnya energi yang dilepaskan oleh gempa bumi. Biasanya diukur menggunakan skala *Richter* atau skala Moment. Semakin tinggi nilai *magnitudo*, semakin besar kekuatan gempa.
2. Kedalaman: Kedalaman mengacu pada jarak vertikal dari permukaan bumi ke *hiposentrum*, yaitu pusat sebenarnya dari gempa bumi. Kedalaman gempa bumi dapat bervariasi, mulai dari

dangkal (di dekat permukaan) hingga dalam (di bawah permukaan). Informasi ini penting untuk memahami di mana gempa bumi terjadi secara ruang.

3. *Episentrum*: *Episentrum* adalah titik di permukaan bumi yang terletak tepat di atas *hiposentrum*. Ini adalah lokasi *geografis* di mana getaran gempa terasa paling kuat. Mengetahui *episentrum* membantu dalam penentuan lokasi horizontal gempa bumi dan pemetaan aktivitas *seismik*.
4. Fokus Gempa: Fokus gempa atau *hiposentrum* adalah wilayah di dalam bumi di mana gempa bumi terjadi. Ini adalah titik di mana energi pelepasan gempa dimulai. Memahami fokus gempa membantu dalam memahami bagaimana dan di mana gempa bumi terjadi di dalam kerak bumi.
5. Durasi: Durasi mengacu pada waktu yang diperlukan oleh gempa bumi untuk melepaskan energi secara penuh. Durasi gempa bumi dapat bervariasi dari beberapa detik hingga beberapa menit. Informasi ini dapat memberikan gambaran tentang lamanya getaran yang dirasakan selama gempa.
6. Arah Pergeseran: Arah pergeseran mengacu pada arah atau orientasi pergerakan patahan atau zona yang menyebabkan gempa bumi. Patahan atau zona ini adalah tempat di mana tekanan *akumulatif* dilepaskan secara tiba-tiba, menyebabkan gempa. Mengetahui arah pergeseran membantu dalam memahami mekanisme dan pola *seismik* di suatu daerah.

7. Frekuensi: Frekuensi adalah jumlah getaran atau siklus per detik yang dihasilkan oleh gempa bumi. Frekuensi gempa bumi dapat memberikan informasi tentang karakteristik gelombang *seismik* yang dihasilkan selama gempa. Frekuensi tinggi menunjukkan getaran cepat, sementara frekuensi rendah menunjukkan getaran yang lebih lambat.

Informasi tentang atribut-atribut gempa ini penting dalam memahami dan menganalisis gempa bumi. Masing-masing atribut memberikan wawasan yang berbeda tentang sifat-sifat gempa, memungkinkan ilmuwan dan ahli gempa untuk memprediksi, memetakan, dan mengukur dampak potensial dari gempa bumi serta untuk merumuskan strategi *mitigasi* risiko yang efektif.

2.3. Data Mining

Data mining adalah bagaimana mencari data yang tersedia untuk menciptakan sebuah model, lalu memanfaatkan model tersebut untuk mengenali pola data lain yang tidak tersedia dalam basis data yang tersimpan (Utomo & Purba, 2019). Dalam kata-kata yang lebih sederhana, data mining adalah proses penemuan informasi baru dengan cara mencari pola atau aturan tertentu dari sekumpulan data yang sangat besar. Proses ini juga dikenal sebagai serangkaian langkah untuk menemukan pengetahuan tambahan yang sebelumnya tidak diketahui secara manual dari kumpulan data tersebut. Data mining juga sering disebut sebagai

knowledge discovery in database (KDD). KDD mencakup aktivitas pengumpulan dan pemanfaatan data historis untuk menemukan pola, keteraturan, atau hubungan dalam set data yang berukuran besar.

Data mining merupakan kegiatan mencari pola menarik dari sejumlah besar data yang disimpan dalam database, data *warehouse*, atau penyimpanan informasi lainnya. Bidang data mining melibatkan berbagai ilmu pengetahuan lain seperti sistem database, data *warehousing*, statistik, *machine learning*, *information retrieval*, dan komputasi tingkat tinggi. Selain itu, data mining juga dibantu oleh ilmu pengetahuan seperti jaringan saraf tiruan, pengenalan pola, analisis data spasial, basis data gambar, dan pemrosesan sinyal. Definisi data mining mengacu pada proses menemukan pola dalam data, yang dapat dilakukan secara otomatis atau semi-otomatis. Pola yang ditemukan harus memiliki makna yang *signifikan* dan memberikan keuntungan, biasanya keuntungan ekonomi. Untuk melakukan data mining, diperlukan data dalam jumlah yang besar.

Karakteristik data mining sebagai berikut :

1. Data mining berhubungan dengan penemuan sesuatu yang tersembunyi dan pola data tertentu yang tidak diketahui sebelumnya.

2. Data mining biasa menggunakan data yang sangat besar.

Biasanya data yang besar digunakan untuk membuat hasil lebih dipercaya.

3. Data mining berguna untuk membuat keputusan yang kritis, terutama dalam strategi.

Berdasarkan berbagai pengertian yang disebutkan, dapat disimpulkan bahwa data mining adalah suatu teknik untuk menggali informasi berharga yang tersembunyi dalam kumpulan data (*database*) yang sangat besar, dengan tujuan menemukan pola menarik yang sebelumnya tidak diketahui. Istilah "*mining*" sendiri mengacu pada usaha untuk mendapatkan nilai berharga dari sejumlah besar materi dasar. Oleh karena itu, data mining memiliki akar yang berhubungan dengan bidang ilmu seperti kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *machine learning*, statistik, dan *database*. Beberapa metode yang sering disebut dalam literatur data mining meliputi *clustering*, klasifikasi, penambangan aturan asosiasi, jaringan saraf tiruan, algoritma genetika, dan lain-lain.

2.4. Clustering

Clustering mengacu pada pengelompokan seperti record, pengamatan, atau memperhatikan dan membentuk kelas objek-objek yang memiliki kemiripan. *Cluster* adalah kumpulan dari record yang memiliki kemiripan satu sama lain, dan berbeda dengan record di klaster lain. *Clustering* mencoba untuk membagi seluruh kumpulan data menjadi kelompok-kelompok yang relatif memiliki kemiripan, di mana kemiripan record dalam satu kelompok akan bernilai maksimal, sedangkan kemiripan dengan *record* dalam kelompok lain akan bernilai minimal (Larose & Larose, 2014). *Clustering* dalam data mining berguna untuk

menemukan pola distribusi di dalam sebuah data set yang berguna untuk proses analisa data. Kesamaan objek biasanya diperoleh dari kedekatan nilai-nilai atribut yang menjelaskan objek-objek data, sedangkan objek-objek data biasanya direpresentasikan sebagai sebuah titik dalam ruang multidimensi (Syahputra, Zarlis, & Efendi, 2022).

2.5. *K-Means Clustering*

K-Means Clustering merupakan teknik pengelompokan yang mengelompokkan n buah objek atau data berdasarkan atribut dari objek atau data tersebut kedalam k partisi. Tujuan utama dari *K-Means Clustering* adalah untuk menemukan titik alami dari tiap kelompok dan meminimalkan varian total dari kelompok yang pada dasarnya memiliki kemiripan secara alami (Kiran, 2020). Fungsi *Square Error* pada *K-Means Clustering* dapat dilihat sebagai berikut :

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_j} (x_j - \mu_i)^2 \quad (2.1)$$

di mana:

V = nilai *centroid*

X_j = nilai *centroid* lama

μ_i = nilai *centroid* baru

K-Means Clustering termasuk *partitioning clustering* yang memisahkan data ke k daerah bagian yang terpisah. *K-Means algorithm* sangat terkenal karena kemudahan dan kemampuannya untuk mengkluster data besar dan data *outlier* dengan sangat cepat. Sesuai dengan karakteristik *partitioning clustering*, Setiap data harus termasuk ke

cluster tertentu, dan Memungkinkan bagi setiap data yang termasuk *cluster* tertentu pada suatu tahapan proses, pada tahapan berikutnya berpindah ke *cluster* yang lain.

Algoritma *K-Means* :

1. Menentukan k sebagai jumlah *cluster* yang ingin dibentuk.
2. Membangkitkan k *centroids* (titik pusat *cluster*) awal secara acak.
3. Menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroids*.
4. Setiap data memilih *centroids* yang terdekat.
5. Menentukan posisi *centroids* baru dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data-data yang memilih pada *centroid* yang sama.
6. Kembali ke langkah 3 jika posisi *centroids* baru dengan *centroids* lama tidak sama.

Karakteristik *K-Means* :

1. *K-Means* sangat cepat dalam proses *clustering*
2. *K-Means* sangat sensitif pada pembangkitan *centroids* awal secara acak
3. Memungkinkan suatu *cluster* tidak mempunyai anggota
4. Hasil *clustering* dengan *K-Means* bersifat tidak unik (selalu berubah-ubah) - terkadang baik, terkadang jelek.
5. *K-Means* sangat sulit untuk mencapai *global optimum*.

Algoritma *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan data, dan secara iteratif mencari pusat-pusat klaster menjadi dasar pengelompokan data dalam algoritma ini. Huruf *K* dalam nama algoritma ini

menunjukkan jumlah kluster yang harus dibentuk serta nilai sementara yang berfungsi sebagai inti kluster (*centroid*). Dengan menggunakan algoritma Euclidean untuk menentukan jarak setiap titik data dari centroid, kluster-kluster terbentuk. Pada langkah *K-Means*, jumlah kluster ditentukan, anggota atau data ditugaskan ke masing-masing kluster, centroid setiap kluster dihitung menggunakan nilai rata-rata dari semua anggota kluster, dan setiap titik data ditugaskan ke centroid terdekat (Kamila, 2021; Setyaningtyas et al., 2022). Algoritma ini dimulai dengan menentukan centroid awal yang dipilih secara acak dari data aktual, lalu menghitung jarak *Euclidean* (d_{ik}) antara setiap titik data (x_{ij}) dan centroid (c_{jk}) dengan menggunakan persamaan :

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - c_{jk})^2} \quad (2.2)$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung anggota kluster berdasarkan jarak terpendek dengan menggunakan Persamaan (2.3), kemudian diikuti dengan menghitung centroid baru (c) untuk iterasi selanjutnya berdasarkan jumlah anggota kluster k (p) menggunakan Persamaan (3) sebagai langkah ketiga :

$$\min(\sum_{k=1}^k d_{ik}) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - c_{jk})^2} \quad (2.3)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^p x_{ij}}{p} \quad (2.4)$$

Langkah terakhir dari algoritma ini adalah mengulangi langkah kedua dan ketiga. Jika tidak ada perubahan dalam anggota klaster, maka iterasi dihentikan dan hasil klaster diperoleh

K-Means Clustering termasuk *partitioning clustering* yang memisahkan data ke k daerah bagian yang terpisah. *K-Means algorithm* sangat terkenal karena kemudahan dan kemampuannya untuk mengklaster data besar dan data *outlier* dengan sangat cepat. Sesuai dengan karakteristik *partitioning clustering*, Setiap data harus termasuk ke *cluster* tertentu, dan Memungkinkan bagi setiap data yang termasuk *cluster* tertentu pada suatu tahapan proses, pada tahapan berikutnya berpindah ke *cluster* yang lain.

2.6. Metode Elbow

Dalam rangka menentukan jumlah klaster yang optimal, muncul sebuah metode yang dikenal sebagai metode siku yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Metode Siku merupakan metode evaluasi klasik dalam pengelompokan data yang melibatkan pembentukan siku pada titik tertentu dan membandingkan nilai atau persentase dari berbagai nilai k yang telah diuji (Cui, 2020). Dalam menggunakan metode *K-Means*, grafik yang menggambarkan hubungan antara klaster dengan penurunan kesalahan akan menunjukkan nilai k secara bertahap menurun hingga mencapai kestabilan (Jollyta et al., 2023). Metode Siku ini menggunakan *metrik Sum Squared Error (SSE)* untuk mengevaluasi

jumlah kluster k yang muncul selama pengujian dengan *K-Means*. Semakin rendah nilai SSE, semakin baik pengelompokan yang terbentuk. Metode Siku mengidentifikasi jumlah kluster yang optimal dengan melihat titik di mana terbentuk sudut yang lebih besar pada siku grafik (Humaira & Rasyidah, 2020). Persamaan berikut menggambarkan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai SSE dalam evaluasi tersebut.

$$SSE = \sum_{K=1}^K \sum_{i \in S_k} \|x_i - c_k\|^2 \quad (2.5)$$

2.7 *Silhouette Coefficient*

Metode *Silhouette Coefficient* merupakan suatu metode untuk melakukan evaluasi atau menguji kualitas dari kluster yang dihasilkan (Azuri, Zulhanif, & Pontoh, 2022). Metode *Silhouette Coefficient* menggabungkan antara metode *cohesion* dan *separation*. Hasil dari perhitungan *Silhouette Coefficient* terdapat pada angka antara -1 sampai 1, jika nilai *Silhouette Coefficient* mendekati angka 1 maka pengelompokan pada suatu kluster semakin membaik. Sebaliknya jika mendekati angka -1 maka pengelompokan pada suatu kluster semakin memburuk. Terdapat beberapa tahapan dalam perhitungan *Silhouette Coefficient*

diantaranya sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata jarak antara suatu data dengan data lain pada suatu kluster seperti pada Persamaan 2.6 dengan cara memisahkan i dengan semua data lain yang berada pada satu kluster.

$$a(i) = \frac{1}{|A|-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \quad (2.6)$$

Dimana:

$a(i)$ Perbedaan rata-rata objek (i) ke semua objek lain pada kluster A

$d(i, j)$ Jarak antara data i dengan data j

A Kluster

2. Menghitung rata-rata jarak dari data tersebut dengan semua data di

kluster lain seperti pada persamaan berikut

$$b(i) = \min_{c, A} d(i, C) \quad (2.7)$$

$$d(i, C) = \frac{1}{|C|} \sum_{j \in C} d(i, j) \quad (2.8)$$

Dimana:

$d(i, C)$ = Perbedaan rata-rata objek i ke semua objek lain pada C

C = Kluster lain selain kluster A atau kluster C tidak sama dengan kluster A

3. Menghitung $d(i, C)$ untuk semua C, maka diambil nilai terkecil

menggunakan persamaan berikut.

$$b(i) = \min_{c, A} d(i, C) \quad (2.9)$$

$$b(i) = \min_{c, A} d(i, C) \quad (2.10)$$

Dimana:

$b(i)$ = Klaster tetangga dari objek (i) yang mencapai nilai minimum.

Klaster B yang mencapai minimum yaitu ($d(i,B) = b(i)$) disebut tetangga dari objek

(i) dan ini adalah klaster terbaik kedua untuk objek (i).

4. Menghitung nilai *Silhouette Coefficient* untuk setiap i seperti pada persamaan berikut.

$$s(i) = \frac{(b_i - a_i)}{\max(a_i, b_i)} \quad (2.11)$$

Dimana:

(i) = Nilai Silhouette Coefficient.

2.8 *Davis Boulden Index*

Davis-Bouldin Index diperkenalkan oleh *David L. Davies and Donald W. Bouldin* pada tahun 1979. *Sum-of square within cluster* (SSW) sebagai metrik kohesi dalam sebuah *cluster*. Separasi dengan *Sum-of-square-between-cluster* (SSWB) dengan mengukur jarak antara centroid C_i dan C_j . $R_{i,j}$ adalah ukuran rasio seberapa baik nilai perbandingan antara cluster ke- i dan cluster ke- j . Rumus SSW adalah :

$$SSW = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|x_i - C_i\|^2 \quad (2.12)$$

Rumus SSB:

$$SSB = \frac{2}{M(M-1)} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \|C_i - C_j\|^2 \quad (2.13)$$

Rumus R dan DBI

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{i,j}} \quad (2.14)$$

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \max_{i \neq j} (R_{i,j}) \quad (2.15)$$

2.9. PHP

PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah bahasa pemrograman *open-source* yang umumnya digunakan untuk membangun aplikasi web dinamis dan interaktif. PHP dapat dijalankan pada server web dan dikombinasikan dengan HTML, CSS, dan JavaScript untuk membuat halaman web yang dinamis.

Saat ini, PHP sangat populer di kalangan web developer karena mudah dipelajari dan memiliki kemampuan yang cukup kuat. PHP juga mendukung banyak jenis *database*, seperti *MySQL*, *PostgreSQL*, dan *Oracle* sehingga memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi web yang lebih kompleks dan fungsional.

Tidak hanya itu, bahasa pemrograman ini juga memiliki banyak kerangka kerja (*framework*) yang dapat digunakan oleh pengembang untuk mempercepat proses pembuatan aplikasi web. Beberapa kerangka kerja PHP yang populer antara lain *Laravel*, *Codeigniter*, dan *Symfony*.




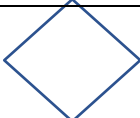
Sebagai bahasa penulisan skrip atau bahasa yang mengotomatiskan eksekusi penulisan, PHP sebenarnya mirip dengan JavaScript dan Python, Namun yang membedakannya adalah PHP digunakan untuk komunikasi di sisi server. Sedangkan JavaScript digunakan untuk frontend dan backend

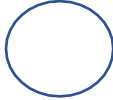





2.10. Flow Chart

Bagan alir (*Flowchart*) adalah bagan yang menggambarkan urutan instruksi proses dan hubungan satu proses dengan proses lainnya menggunakan simbol-simbol tertentu. Berikut pengertian flowchart menurut para ahli adalah : *Flowchart* merupakan metode untuk menggambarkan tahap-tahap pemecahan masalah dengan merepresentasikan simbol-simbol tertentu yang mudah dimengerti, mudah digunakan, dan standar.

Program *flowchart* Merupakan bagan alir yang mirip dengan bagan alir sistem, yaitu untuk menggambarkan prosedur di dalam sistem (Tiara & Nurhaeni, 2016). *Flowchart* atau bagan alir adalah representasi grafik dari sistem yang mendeskripsikan relasi fisik diantara *entitas – entitas* intinya (Kusnady & Siregar, 2018).

Tabel 2. 1 Simbol-Simbol *Flowchart* Kutipan

No.	Simbol	Fungsi
1.		Simbol titik terminal yang digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari suatu proses.
2.		Simbol proses digunakan untuk mewakili suatu proses.
3.		Simbol input atau output yang digunakan untuk mewakili suatu 30 proses.
4.		Simbol keputusan yang digunakan untuk menunjukkan penyeleksian kondisi di dalam

		program.
5.		Simbol connector, suatu prosedur akan masuk atau keluar melalui simbol ini dalam lembar yang sama.
6.		Simbol Document, merupakan simbol untuk data berbentuk kertas informasi.
7.		Simbol <i>Off-page-connector</i> , merupakan simbol masukkan atau keluarannya suatu prosedur pada lembar kertas lainnya.
8.		Simbol untuk output, yang ditunjukkan ke suatu <i>device</i> , seperti printer, <i>plotter</i> , monitor dll.
9.		Arus/Flow dari pada prosedur yang dapat dilakukan dari atas kebawah, dari bawah keatas, dari 31 kiri kekanan ataupun dari kanan kekiri.
10.		Simbol storage, untuk menyediakan tempat dalam dalam pengolahan dan penyimpanan data

Sumber: (Rosaly & Prasetyo, 2019)

2.11. UML (*Unified Modeling Language*)


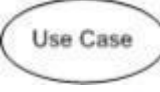
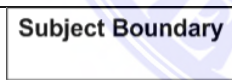

Unified Modeling Language (UML) adalah suatu teknik untuk memodelkan sistem. UML ditemukan oleh Grady Booch, Ivar Jacobson, dan James Rumbaugh. UML versi terbaru, yaitu versi 2.5, terdiri dari lima belas diagram (Indriyani, Yunita, & Muthia, 2019). Diagram-diagram tersebut dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu *structure* diagram dan *behavior* diagram. *Structure diagram* menggambarkan data dan hubungan statis dalam suatu sistem informasi. *Structure diagram* terdiri dari *package*, *object*, *component*, *class*, *deployment*, *composite structure*, dan *profile diagram*. *Behavior diagram* menggambarkan hubungan dinamis diantara objek yang mewakili sistem informasi bisnis. *Behavior diagram* terdiri dari *sequence*, *timing*, *interaction overview*, *activity*, *use case*, *protocol state machine*, *communication* dan *behavior state machine diagram*.

Jenis diagram didalam UML bermacam-macam, namun dalam penelitian ini dibatasi dengan menggunakan empat jenis diagram yang diantaranya use case diagram, class diagram, activity diagram dan sequence diagram. Berikut deskripsi masing-masing mengenai empat jenis diagram tersebut

2.11.1. *Use Case Diagram*

Use case digunakan untuk menggambarkan fungsi dasar dari sebuah sistem informasi. *Use case* mendeskripsikan cara sistem bisnis berinteraksi dengan lingkungannya (Indriyani, Yunita, & Muthia, 2019). Berikut adalah elemen-elemen dari use case diagram:

Tabel 2. 2 Simbol Use Case Diagram

Simbol	Nama	Keterangan
 <p>Actor/Role</p>	<i>Aktor</i>	Actor/role adalah orang atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem saat ini.
 <p>Use Case</p>	<i>Use Case</i>	Use case adalah bagian utama dari fungsionalitas sistem. Bisa extend (memperluas) use case lainnya. Ditempatkan di dalam system boundary (batasan sistem). Dilabeli dengan kata kerja – frase kata benda.
 <p>Subject Boundary</p>	<i>Subject Boundary</i>	Berisi nama dari sistem yang diletakkan di dalam atau di bagian atas boundary. Mewakili ruang lingkup sistem. Actor berada di luar ruang lingkup sistem.
	<i>Assosiasion</i>	Menghubungkan actor

	<i>Relationship</i>	dengan use case. Menunjukkan komunikasi dua arah (Menunjukkan komunikasi satu arah jika menggunakan tanda panah). Tanda * untuk keragaman dari asosiasi (multiplicity of the association). Namun umumnya hanya digambarkan garis saja.
← <<include>>	<i>Include Relationship</i>	Memasukkan satu use case dalam use case lainnya. Perilaku (behavior) yang harus terpenuhi agar sebuah event dapat terjadi, di mana kondisi ini sebuah use case adalah bagian dari use case lainnya. Tanda panah mengarah dari base use case (pusat) menuju ke use case yang di-include.
← <<extend>>	<i>Extend Relationship</i>	Memperluas use case untuk memasukkan perilaku

		opsional. Tanda panah mengarah dari <i>use case</i> tambahan ke base <i>use case</i> (pusat)
↑	<i>Generalization Relationship</i>	Mewakili <i>use case</i> khusus untuk <i>use case</i> yang lebih umum. Tanda panah mengarah dari <i>use case</i> khusus (specialized) ke <i>use case</i> yang lebih umum.

2.11.2 Class Diagram

Class Diagram merupakan hubungan antar class sudah terdapat nama class, attribute dan method (Setiaji & Sastra, 2021). Dalam memodelkan kelas-kelas, termasuk diantaranya atribut kelas, operasi-operasi, dan hubungan antara satu kelas dengan kelas lainnya, UML menyediakan *model class diagram*. Class diagram menyediakan perspektif view statis atau struktural atas suatu sistem.

Elemen-elemen utama suatu class diagram adalah kotak-kotak, yang merupakan ikon-ikon yang gunanya untuk merepresentasikan kelas-kelas. Pada bagian setiap kotak dibagi kedalam bagian-bagian horizontal. Bagian atas sendiri berisi label dengan nama class. Pada bagian tengah berisi atribut setiap kelas. Setiap atribut menunjukkan pada sesuatu yang merupakan objek

pada sebuah kelas. Setiap atribut dapat memiliki nama, jenis dan tingkat visibilitas. Visibilitas ditunjukkan dengan awalan -, #, ~ atau +, yang masing-masingnya menunjukkan visibilitas private, protected, package atau public.

2.11.3. *Activity Diagram*

Activity Diagram Activity diagram mengilustrasikan kegiatan utama dan hubungan di antara kegiatan dalam suatu proses (Indriyani, Yunita, & Muthia, 2019). *Activity* diagram menggambarkan aktifitas sistem bukan apa yang dilakukan aktor, akan tetapi aktifitas yang dapat dilakukan sistem. Komponen utama dari *activity* diagram adalah action node (node aksi), yang direpresentasikan dengan persegi panjang dengan sudut bulat, yang berhubungan dengan tugas yang dilakukan oleh sistem *software*.

Anak panah dari satu node aksi ke node aksi lainnya menjelaskan adanya aliran kontrol. Dengan artian bahwa setelah aksi pertama selesai dilakukan, aksi kedua baru dijalankan setelahnya. Lingkaran hitam pekat menguraikan titik awal proses aktifitas dimulai. Titik hitam dengan lingkaran hitam dibagian sisinya menerangkan akhir dari proses aktifitas tersebut. Garis horizontal berwarna hitam yang direpresentasikan sebagai percabangan merupakan pemisah dua aksi atau lebih secara bersamaan atau konkuren (Pressman, 2010).

2.11.4. *Sequence Diagram*

Sequence diagram menunjukkan pesan yang lewat di antara objek untuk use case tertentu dari waktu ke waktu. *Sequence diagram*

mengilustrasikan objek-objek yang berpartisipasi di dalam suatu use case (Indriyani, Yunita, & Muthia, 2019). Harus diketahui terlebih dahulu objek-objek yang terlibat dalam sebuah use case agar mampu menggambarkan pemodelan *sequence diagram*.

Sequence diagram menampilkan metode yang dipanggil menggunakan anak panah horizontal dari pelaku ke target pelaku, dilabeli dengan nama metode dan pilihan masukan berupa parameter, jenis atau jenis timbal balik. Berbeda kasus pada *looping*, conditional, dan struktur kontrol lainnya dalam *sequence diagram*, bisa menggunakan frame-frame interaksi berbentuk persegi panjang yang mengelilingi bagian-bagian diagram dan dilabeli untuk jenis struktur kontrol yang diwakili.

2.12. Penelitian Terdahulu

Berikut akan dijabarkan beberapa penelitian terdahulu tentang metode *K-Means*

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis(Tahun)	Topik	Hasil
1	Andre Hasudungan Lubis, Widya Rizki Utami, and Juanda Hakim Lubis	<i>Implementation Of K-Means Clustering For The Job Provision In Urban Village</i>	Algoritma <i>K-Means</i> telah berhasil diimplementasikan untuk mencapai tujuan penelitian ini. Dengan menggunakan nilai DBI yang sesuai dari perhitungan, penelitian ini menyimpulkan bahwa

		<p>klaster yang diusulkan sesuai dan menghasilkan output tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 3 klaster dengan persentase data yang berbeda, yaitu sekitar 33,33% memiliki peluang tinggi, 38,35% tergolong sebagai peluang sedang, dan sekitar 28,30% merupakan peluang rendah. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa masyarakat di Kelurahan Sukaramai II masih memiliki peluang yang baik untuk mendapatkan pekerjaan</p>
--	--	--

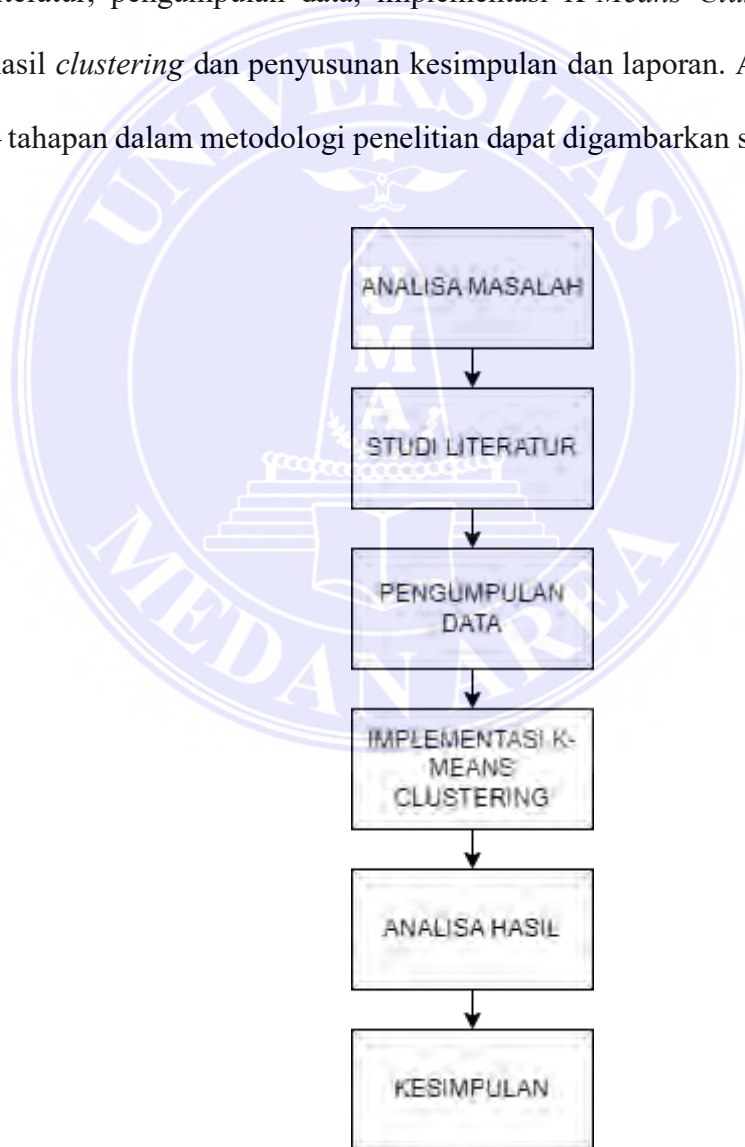
2.	Stefanny Surya Nagari, and Lilik Inayati	<p><i>Implementation Of Clustering Using K-Means Method To Determine Nutritional Status</i></p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa status gizi anak-anak usia di bawah lima tahun di Mayangrejo Ponkesdes dapat dikelompokkan menggunakan metode K-Means melalui parameter berat badan menurut usia dalam 4 klaster. Klaster 1 terdiri dari 23 balita dengan status gizi buruk, klaster 2 terdiri dari 17 balita dengan status gizi buruk, klaster 3 terdiri dari 7 balita dengan status gizi baik, dan klaster 4 terdiri dari 10 balita dengan status gizi berlebih.</p>
----	--	---	--

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini akan melalui beberapa tahapan kegiatan. Adapun kegiatan utama dibagi menjadi enam kegiatan yaitu Analisa masalah, studi literatur, pengumpulan data, implementasi *K-Means Clustering*, Analisa hasil *clustering* dan penyusunan kesimpulan dan laporan. Adapun tahapan – tahapan dalam metodologi penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Pengumpulan data untuk algoritma *K-means* melibatkan beberapa langkah yang penting. Pertama data akan diambil dari <https://public.opendatasoft.com/explore/dataset/significantearthquakedat/abase/table/> Setelah itu, langkah berikutnya adalah memilih variabel yang akan digunakan dalam analisis. Ini melibatkan identifikasi fitur-fitur yang relevan dengan tujuan system dalam menganalisa dampak gempa bumi

Setelah variabel-variabel terpilih, langkah selanjutnya adalah merancang format data yang sesuai dan mulai mengumpulkan data sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Proses ini dapat melibatkan survei, pengumpulan data dari sumber eksternal, penggunaan sensor, atau menggunakan data yang sudah ada. Penting untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berkualitas baik dan relevan dengan tujuan analisis Anda. Yang mana data ini akan digunakan untuk penentuan kluster yang akan digunakan didalam *system*.

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya evaluasi *system* dengan melakukan preprocessing data. Ini melibatkan pembersihan data dari nilai yang hilang atau tidak valid, menghilangkan *outlier*, dan mengubah format data jika diperlukan. Selanjutnya, penulis harus memperhatikan skala *variabel* yang digunakan. *Variabel* dengan skala yang berbeda dapat memiliki dampak yang tidak seimbang pada hasil analisis, sehingga normalisasi atau standarisasi data mungkin diperlukan untuk memastikan hasil yang akurat. Setelah *preprocessing* selesai, *system* dapat

mempersiapkan data dalam format yang sesuai untuk digunakan dalam algoritma *K-means*, dengan memisahkan variabel yang akan digunakan dalam analisis. Dengan data yang terkumpul dan dipersiapkan dengan baik, untuk menerapkan algoritma *K-means* untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan fitur. Selanjutnya evaluasi akan dilakukan dengan melihat akurasi hasil prediksi dan analisis, kemampuan analisis dampak gempa, dan beberapa faktor lainnya yang memungkinkan untuk digunakan didalam sistem

3.2. Analisa Masalah

Pada tahapan ini dilakukan penentuan masalah yang timbul akibat dari kebutuhan – kebutuhan khusus dari *implemetasi* algoritma *K-Means* untuk *clustering* dampak gempa bumi dunia. Sehingga berdasarkan kebutuhan tersebut maka pada tugas akhir ini dirumuskan masalah bagaimana penentuan kategori dalam proses analisis. Adapun hasil yang diharapkan adalah terbangunnya sebuah sistem yang dapat digunakan untuk clusterisasi data-data tersebut. dataset tersebut merupakan data gempa bumi global yang mencatat dampak dari setiap gempa serta lokasi gempa.

3.3. Prosedur Kerja

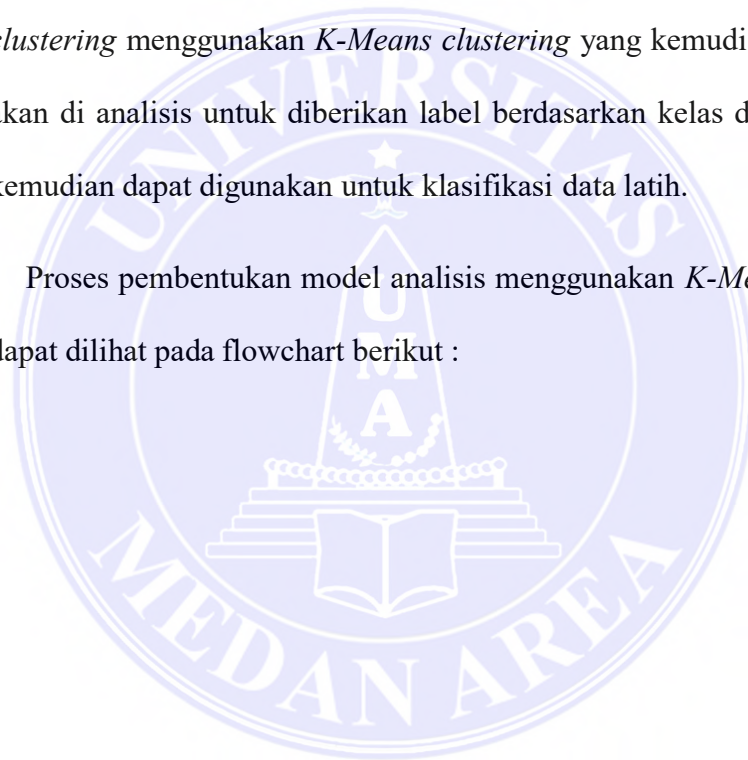
Prosedur kerja pada penelitian ini mengacu pada metodologi penelitian yang telah dibahas sebelumnya dimulai dengan melakukan analisis masalah dimana dibutuhkannya model analisis data gempa bumi

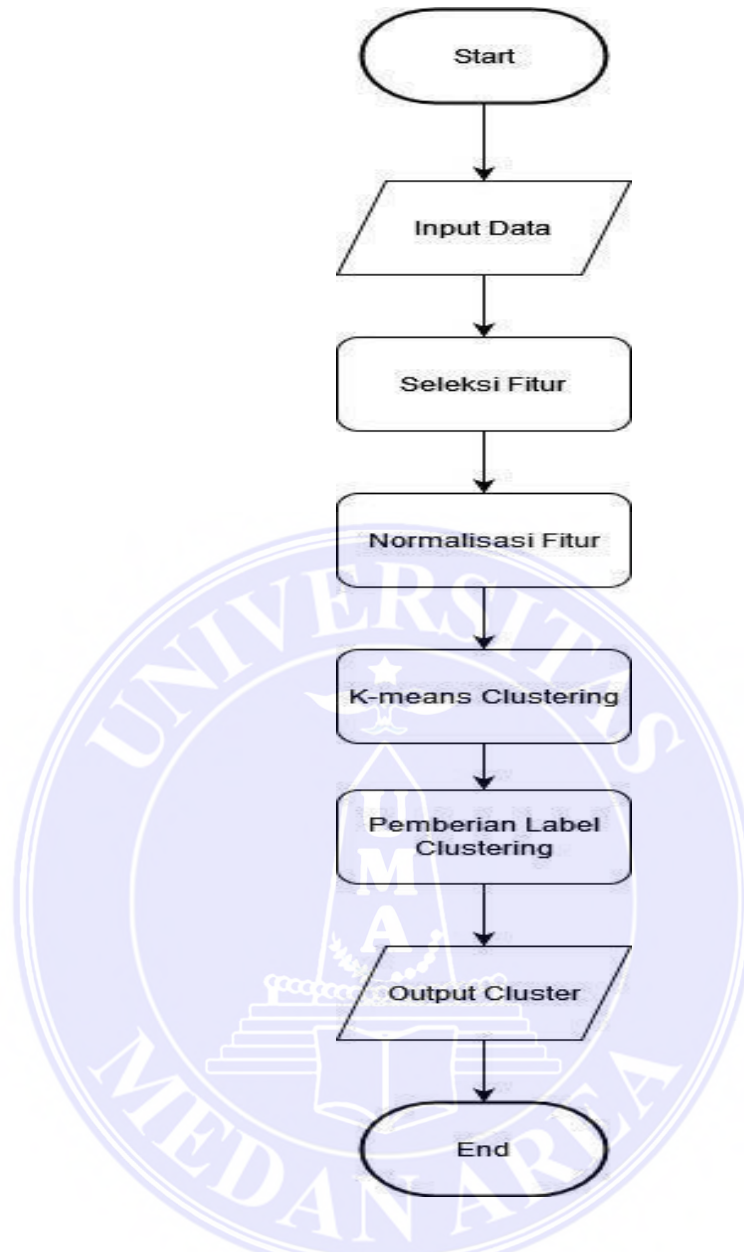
menggunakan pendekatan *clustering* untuk memperoleh pola dari dataset gempa bumi tersebut. Dataset yang digunakan dapat diakses pada alamat URL berikut :

<https://public.opendatasoft.com/explore/dataset/significant-earthquakedatabase/table/>

Dataset yang diperoleh dari portal berita kemudian akan disusun menjadi sampel data latih dimana data – data dampak gempa akan di *clustering* menggunakan *K-Means clustering* yang kemudian setiap cluster akan di analisis untuk diberikan label berdasarkan kelas dampaknya yang kemudian dapat digunakan untuk klasifikasi data latih.

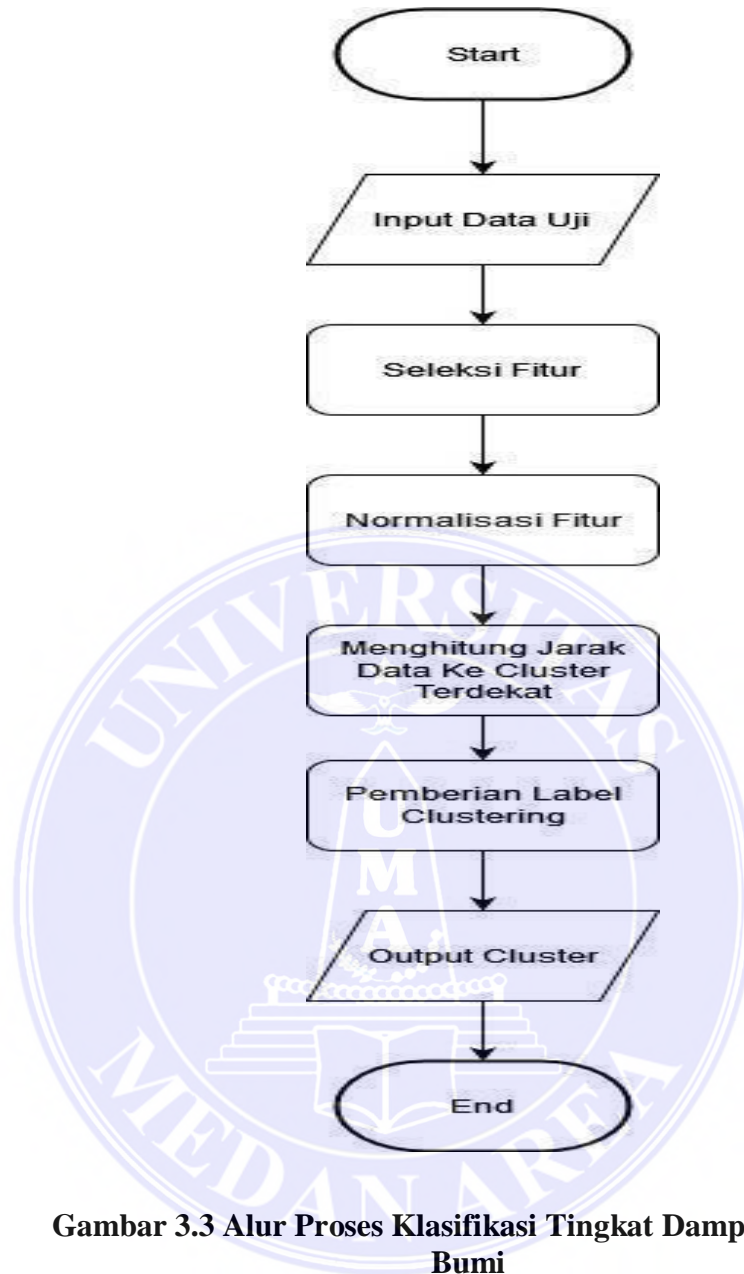
Proses pembentukan model analisis menggunakan *K-Means Clustering* dapat dilihat pada flowchart berikut :





Gambar 3.2 Alur Proses Analisis Cluster *K-Means Clustering*

Selanjutnya model analisis cluster terbentuk maka selanjutnya model tersebut dapat digunakan untuk klasifikasi data uji untuk memperoleh kelas tingkat kerusakan dari gempa bumi yang muncul yang dapat dilihat pada gambar flowchart berikut :



Gambar 3.3 Alur Proses Klasifikasi Tingkat Dampak Gempa Bumi

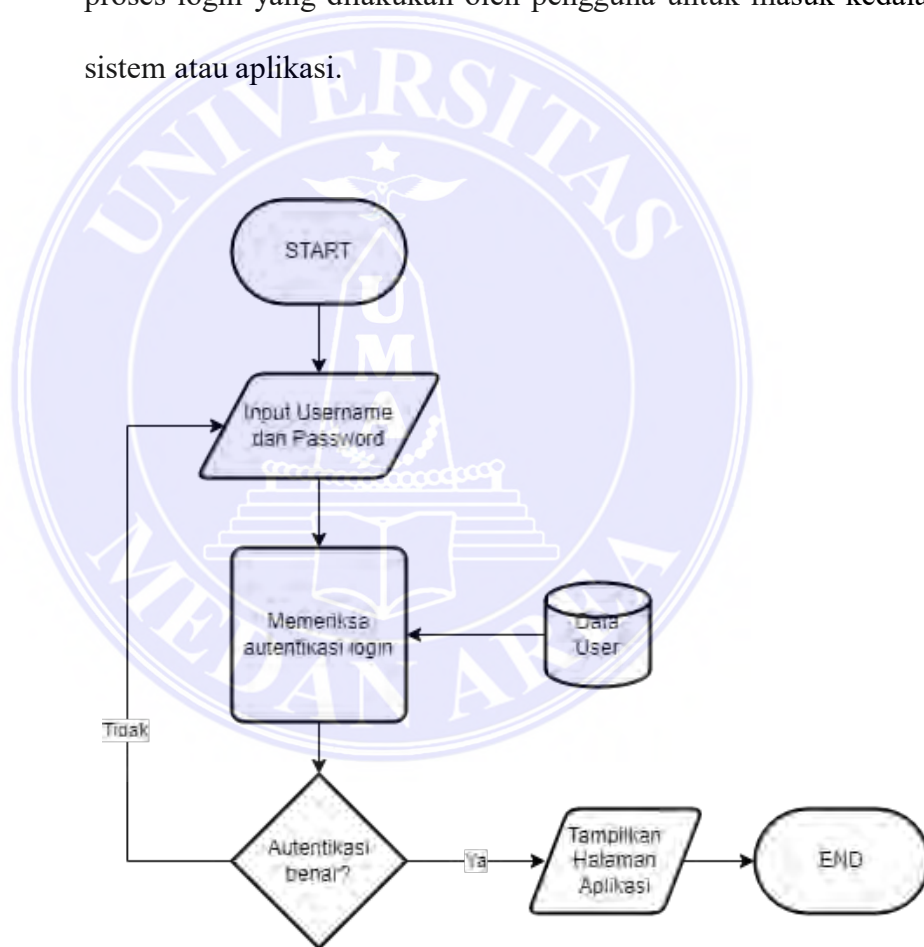
Data uji pertama sekali akan dilakukan seleksi fitur untuk memperoleh fitur – fitur apa saja yang digunakan pada saat klasifikasi. Fitru – fitur tersebut kemudian akan dinormalisasi agar perbedaan rentang nilai antar fitur tidak mempengaruhi perhitungan jarak ke cluster. Tahap berikutnya, akan dihitung jarak data ke tiap cluster hasil dari *K-Means Clustering*. Data uji akan dimasukkan ke dalam cluster terdekat yang kemudian data tersebut akan diklasifikasikan sesuai dengan cluster nya.

3.4. Flowchart Sistem

Flowchart sistem digunakan untuk menggambarkan alur proses dari sistem aplikasi yang akan dibangun. Adapun pada penelitian tugas akhir ini akan dirancang beberapa *flowchart* sebagai berikut :

1. Flowchart Login

Flowchart ini digunakan untuk menggambarkan alur proses dari proses login yang dilakukan oleh pengguna untuk masuk kedalam sistem atau aplikasi.

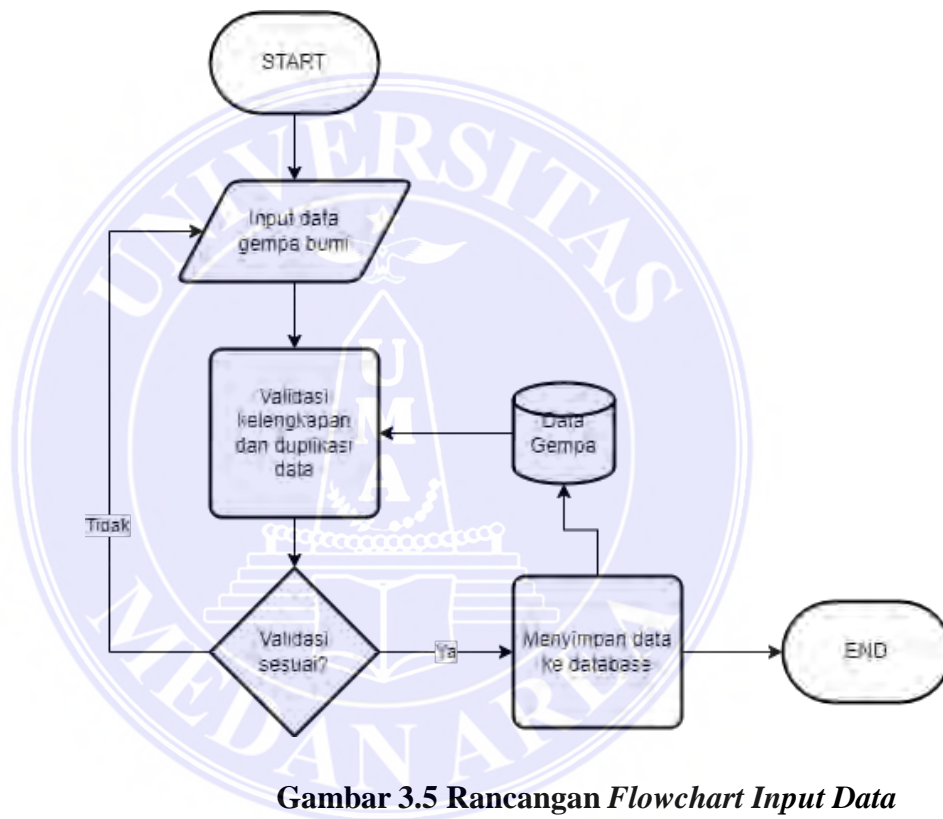


Gambar 3.4 Rancangan Flowchart Login

Diagram alir proses *login* diawali dengan *input username* dan *password* dari pengguna yang kemudian akan dilakukan

pemeriksaan autentikasi terhadap data *login* tersebut berdasarkan data yang ada di database jika autentikasi benar akan menampilkan halaman utama aplikasi dan proses *login* berakhir.

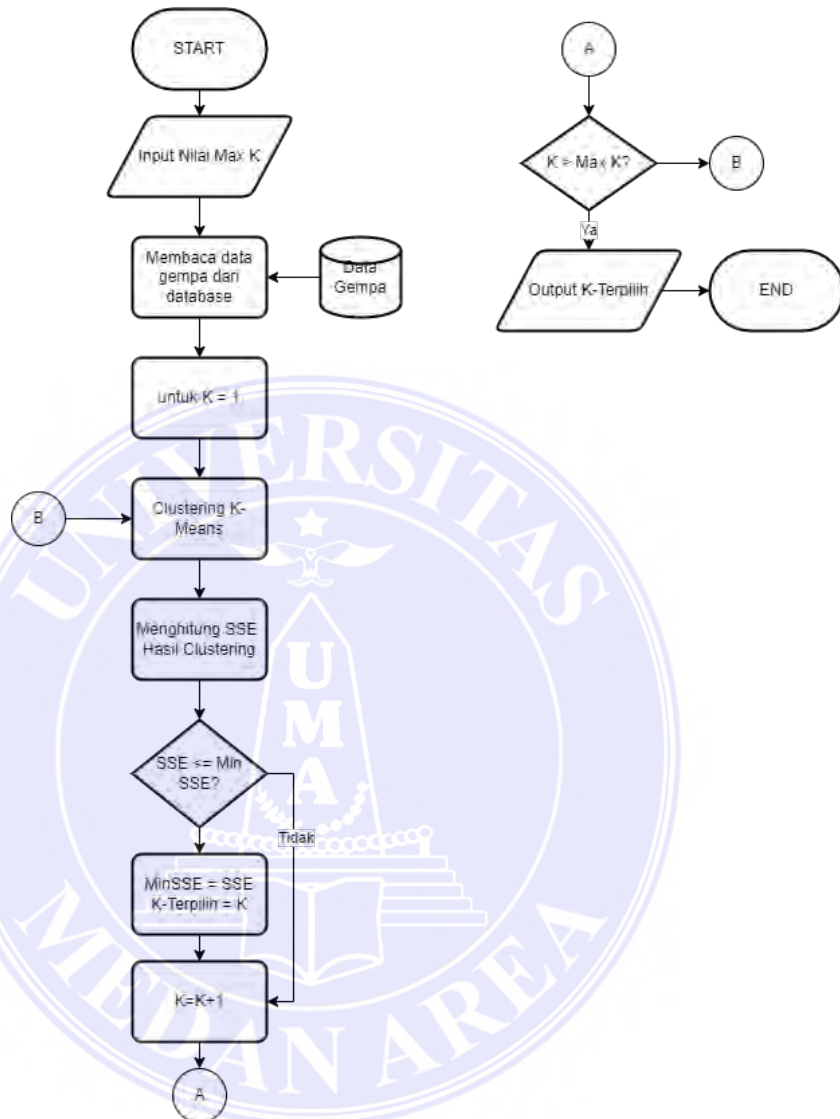
2. Flowchart Input Data



Gambar 3.5 Rancangan Flowchart Input Data

Diagram alir proses input data dimulai dengan menerima input data dari pengguna yang kemudian akan diperiksa validasi kelengkapan dan duplikasi data terhadap data yang ada di database, jika validasi sesuai maka proses akan dilanjutkan dengan melakukan proses penyimpanan data ke database dan proses input data selesai.

3. Flowchart Penentuan Jumlah Cluster

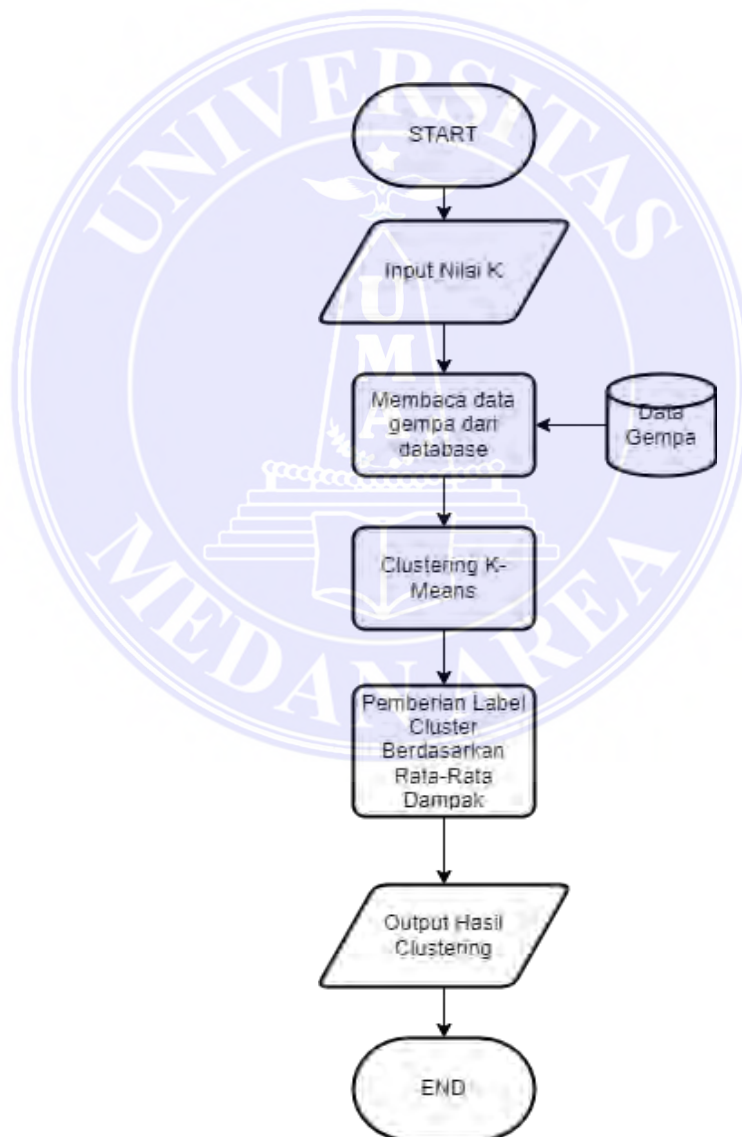


Gambar 3. 6 Rancangan Flowchart Penentuan Jumlah Cluster

Flow proses penentuan jumlah cluster dimulai dengan menerima jumlah K maksimal dari pengguna. Data gempa kemudian dibaca dari database dan proses *clustering* dimulai dengan menggunakan $K = 1$. Setelah proses *clustering* selesai, maka akan dihitung nilai SSE dari hasil *clustering*. Jika nilai SSE lebih kecil dari Minimal

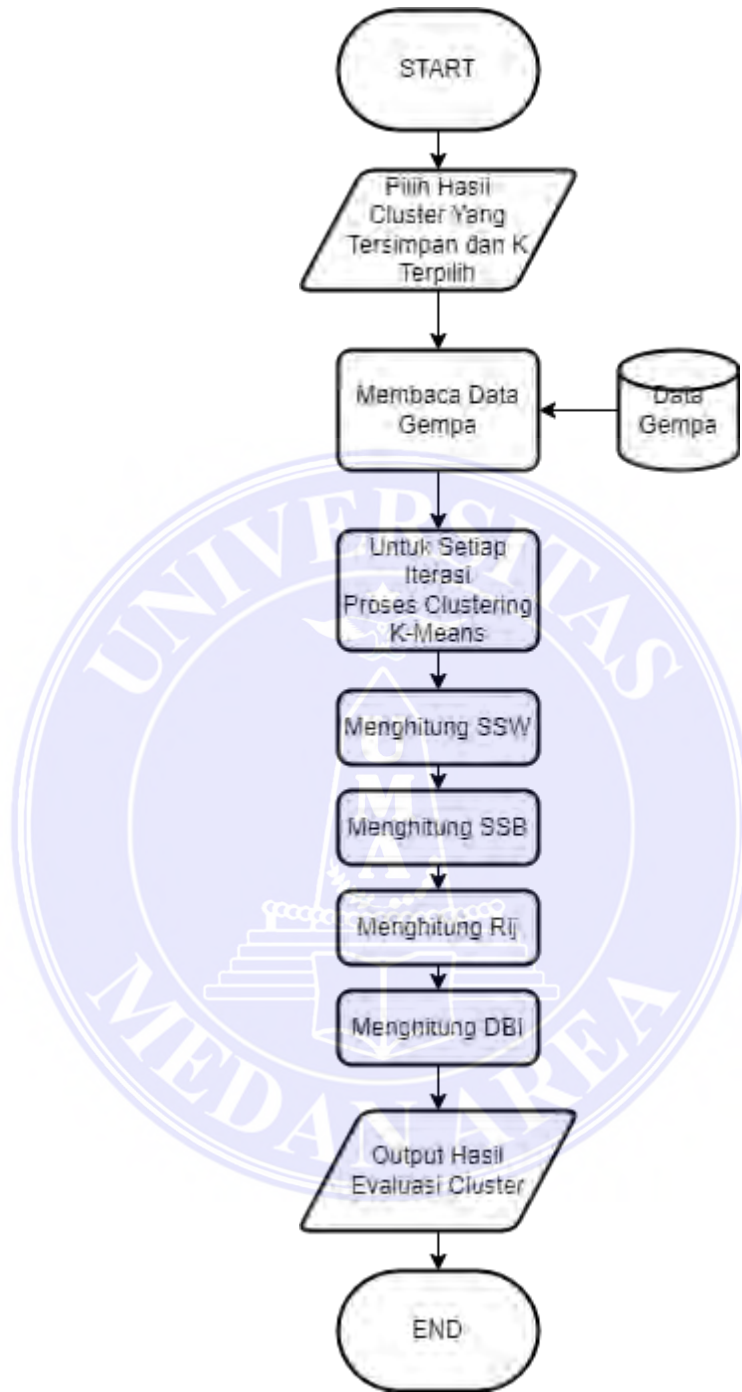
SSE maka K saat ini akan digunakan sebagai K-Terpilih dan kemudian proses akan dilanjutkan dengan menaikkan jumlah K untuk mengulangi proses *clustering* menggunakan nilai K baru. Proses terus berulang sampai K mencapai K Maksimal dan nilai K dengan SSE terkecil akan terpilih sebagai K-Terpilih.

4. *Flowchart* Proses Data *K-Means*



Gambar 3. 7 Rancangan *Flowchart* Proses Data *K-Means*

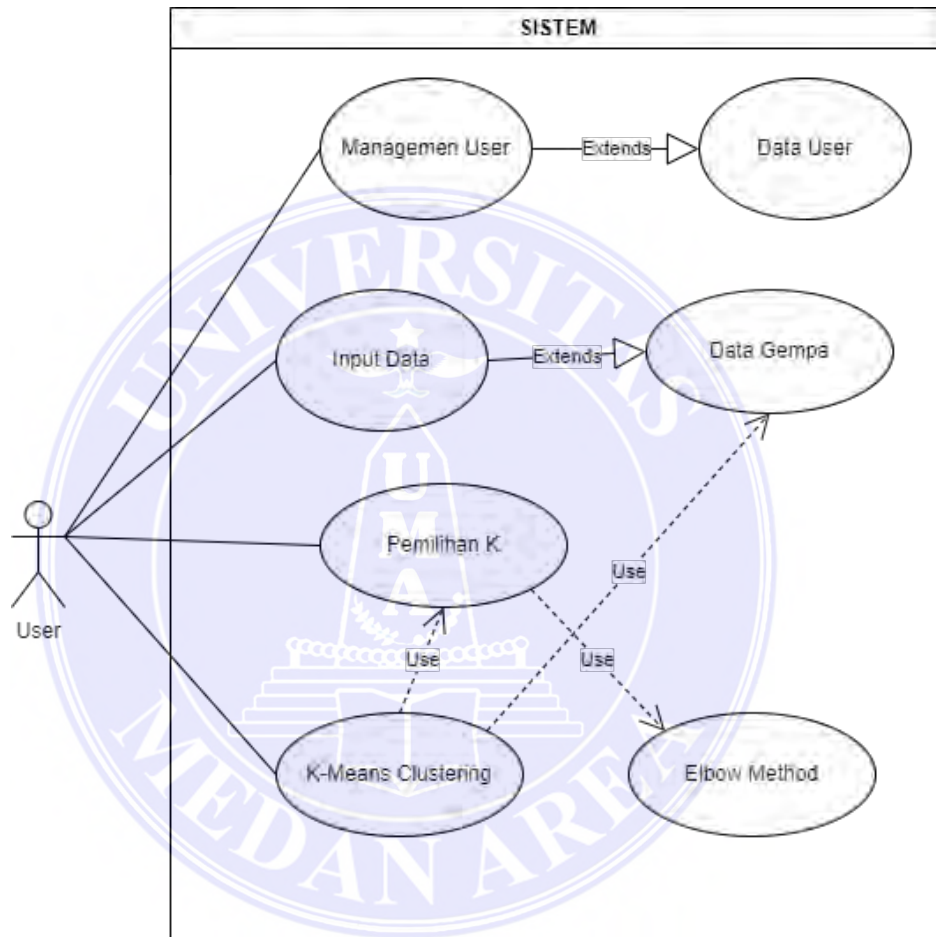
5. Flowchart Evaluasi Hasil



Gambar 3. 8 Rancangan Flowchart Proses Evaluasi

3.5. Perancangan *Use Case Diagram*

Perancangan *use case* diagram digunakan untuk menggambarkan *case* atau bentuk interaksi antara pengguna dengan sistem atau aplikasi yang dibangun. Adapun rancangan *use case* diagram dari sistem atau aplikasi yang dibangun dapat dilihat pada gambar berikut.

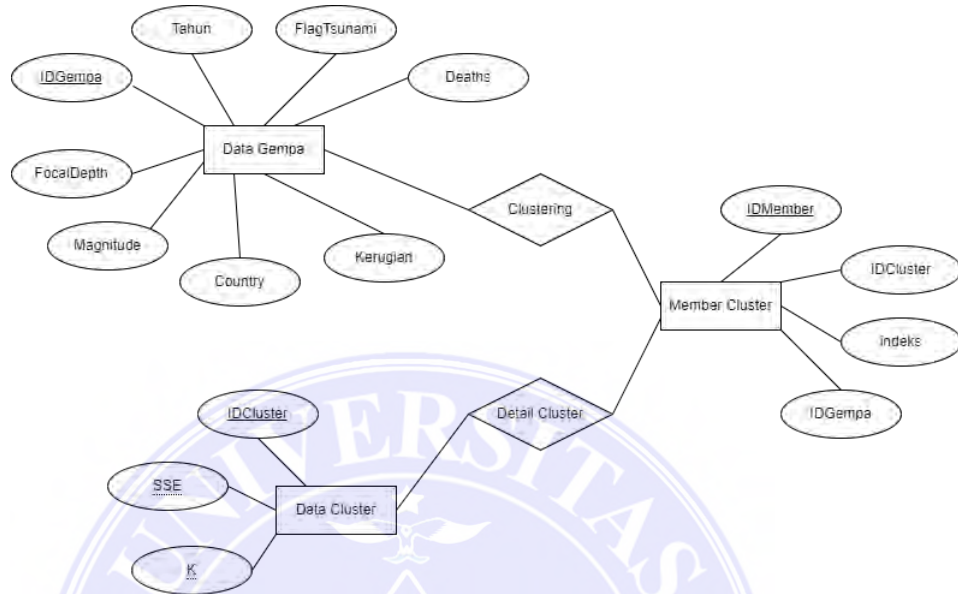


Gambar 3. 9 Rancangan *Use Case Diagram*

3.6. Perancangan *Database*

Rancangan *database* digunakan untuk menyiapkan basis data yang akan digunakan oleh sistem atau aplikasi yang akan dibangun nantinya. Adapun

rancangan database yang digunakan adalah rancangan *Entitiy Relational Diagram* dan rancangan tabel.



Gambar 3. 10 Rancangan *Entity Relational Diagram*

Adapun rancangan tabel database yang akan digunakan pada sistem atau aplikasi adalah :

1. Tabel User

Tabel 3.1 Rancangan Tabel User

No.	Field	Atribut	Length	Keterangan
1	IDUser	Int	30	PK
2	Username	Varchar	255	
3	Password	Varchar	255	

2. Tabel Data Gempa

Tabel 3. 2 Rancangan Tabel Data Gempa

No.	Field	Atribut	Length	Keterangan
1	IDGempa	Int	30	PK
2	Tahun	Int	4	
3	FlagTsunami	Boolean	2	
4	FocalDepths	Double	20	
5	Magnitude	Double	20	
6	Deaths	Int	30	
7	Kerugian	Double	20	
8	Country	Varchar	255	

3. Tabel Cluster

Tabel 3.3Rancangan Tabel Cluster

No.	Field	Atribut	Length	Keterangan
1	IDCluster	Int	30	PK
2	K	Int	4	
3	SSE	Double	20	

4. Tabel Member *Cluster*

Tabel 3.4 Rancangan Tabel Member *Cluster*

No.	Field	Atribut	Length	Keterangan
1	IDMember	Int	30	PK
2	IDCluster	Int	30	FK
3	IDGempa	Int	30	FK
4	Indeks	Int	4	

3.7. Perancangan Antarmuka

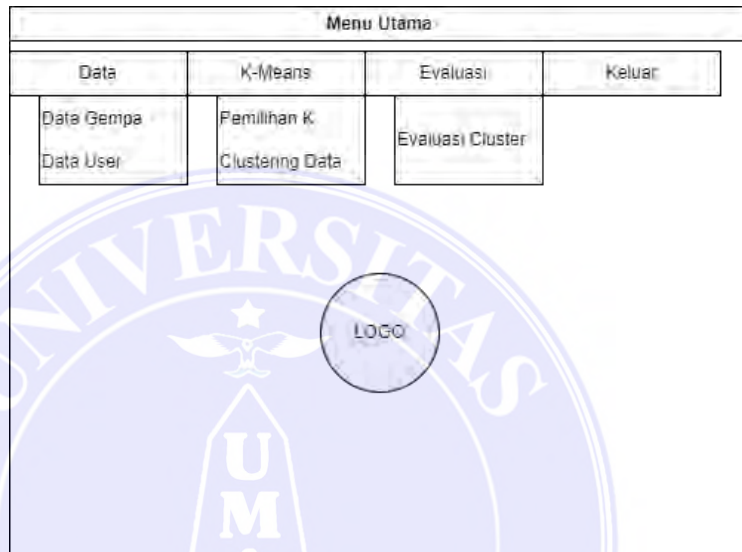
Perancangan antarmuka pada penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa antarmuka yaitu antarmuka login, menu utama, data gempa, pemilihan K, *clustering K-Means*, evaluasi hasil.

1. Antarmuka Login

Gambar 3. 11 Rancangan Antarmuka Login

Antarmuka login digunakan untuk pengguna memasukkan *username* dan *password* untuk dapat masuk kedalam sistem atau aplikasi.

2. Antarmuka Menu Utama



Gambar 3. 12 Rancangan Menu Utama

Antarmuka menu utama digunakan untuk halaman utama dari sistem atau aplikasi dimana pengguna dapat memilih menu – menu yang tersedia oleh sistem atau aplikasi.

3. Antarmuka Data Gempa

Gambar 3. 13 Antarmuka Data Gempa

4. Antarmuka Pemilihan K

Gambar 3. 14 Antarmuka Pemilihan K

Antarmuka pemilihan K digunakan untuk membantu menentukan K yang baik untuk proses *clustering* menggunakan metode *Elbow*. Dimana pengguna mengisi *K-Maks* yang kemudian aplikasi akan menghitung nilai SSE dan menghasilkan *K-Terpilih*.

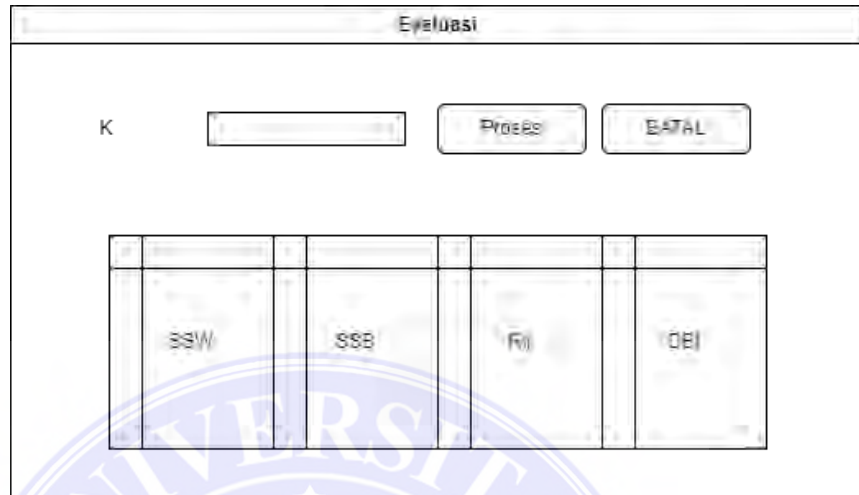
5. Antarmuka *Clustering*



Gambar 3. 15 Antarmuka *Clustering*

Antarmuka *clustering* digunakan untuk melakukan proses *clustering* terhadap data gempa yang disimpan. Adapun K dapat diinput manual maupun menggunakan K yang telah disimpan dari hasil pemilihan K. Output hasil *clustering* akan menampilkan rekapitulasi cluster dan nilai rata – rata atribut member nya.

6. Antarmuka Evaluasi Hasil



Gambar 3. 16 Antarmuka Evaluasi

Antarmuka evaluasi digunakan untuk mengevaluasi *clustering* menggunakan data K terpilih hasil dari pemilihan K. Pada antarmuka ini pengguna dapat memilih K yang tersimpan sebelumnya dan sistem akan menghitung nilai SSW, SSB, Rij dan DBI dari proses *clustering* menggunakan K yang dipilih sebagai hasil evaluasi.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan, serta pengujian dan analisa yang diperoleh, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dataset gempa yang diperoleh dapat di-*clustering* dengan baik menggunakan atribut – atribut yang telah ditentukan dan aplikasi yang dibangun dapat menghasilkan informasi cluster yang di-inginkan dengan baik. Adapun proses *clustering* dilakukan dengan persiapan pengambilan data dari portal penyediaan gempa bumi khusus di negara Indonesia yang kemudian data akan di proses terlebih dahulu menggunakan proses *cleaning* dan proses *feature selection*.
2. Berdasarkan analisa elbow, diperoleh bahwa proses *clustering* pada data gempa yang dilakukan menghasilkan proses *clustering* yang paling baik adalah menggunakan jumlah cluster $k = 7$ dimana skor yang diperoleh adalah sebesar 8981.525. Sedangkan pada analisa *Silhouette Coefficient* diperoleh jumlah k yang paling baik adalah $k=5$ dengan skor 0.349107697.
3. Berdasarkan informasi dari analisa *elbow* dan analisa *Silhouette Coefficient*, maka hasil analisa *clustering* diperoleh penggunaan nilai $k=5$ lebih baik dibandingkan menggunakan nilai $k=7$ dimana jumlah iterasi, skor SSW, SSB, Rij dan DBI dari $k=5$ yaitu 14 iterasi, SSW=6.69046, SSB=4.40565, Rij=4.01345 dan DBI=1.97799 lebih baik daripada $k=7$ dimana $k=7$ membutuhkan 16 iterasi dan skor SSW=6.30494, SSB=64.9146, Rij=3.206

4. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa penentuan nilai k pada *k-means clustering* belum optimal sehingga membutuhkan metode lain seperti *x-mean*.

5.3. Saran

Berdasarkan kegiatan dan hasil yang diperoleh, maka adapun saran – saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan hasil dari penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut :

1. Disarankan pada penelitian yang akan datang dapat menggunakan dataset dari berbagai sumber untuk validasi data yang lebih baik.
2. Disarankan pada penelitian yang akan datang untuk menggunakan tahapan pre processing yang lebih lengkap untuk mengatasi ketimpangan nilai data pada saat proses *clustering*.

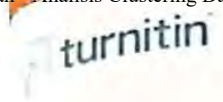
DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., Seraj, R., & Islam, S. (2020). The K-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation. *Electronics*, 9(8), 1295.
- Alam, H., Kusuma, B., & Prayogi, M. (2020). Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(2), 43-52.
- Armstrong, M. (2020, January 9). *The World's Deadliest Earthquakes*. Retrieved March 29, 2023, from Statista: <https://www.statista.com/chart/20443/deadliest-earthquakes-since-1900/>
- Bulo, D., Djayus, D., & Supriyanto, S. (2020). Penentuan Titik Epicenter Dan Hypocenter Serta Parameter Magnitude Gempabumi Berdasarkan Data Seismogram. *Geosains Kutai Basin*, 3(1), 1-8.
- Indriyani, F., Yunita, D., & Muthia, A. (2019). *Analisa Perancangan Sistem Informasi*. Jakarta: Bina Sarana Informatika Jakarta.
- Irawan, L., Hasibuan, L., & Fauzi, F. (2020). Analisa Prediksi Efek Kerusakan Gempa Dari Magnitudo (Skala Richter) Dengan Metode Algoritma Id3 Menggunakan Aplikasi Data Mining Orange. *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 14(2), 189-201.
- Johnson, P., Rouet-Leduc, B., Pyrak-Nolte, L., Beroza, G., Marone, C., Hulbert, C., . . . Reade, W. (2021). Laboratory earthquake forecasting: A machine learning competition. *118(5)*, e2011362118.
- Kusnady, D., & Siregar, A. (2018). Sistem Informasi Biaya Pendidikan (BPP) pada Politeknik Ganesha Medan Berbasis Web. *Juripol (Jurnal Institusi Politeknik Ganesha Medan)*, 1(1), 9-13.
- Pressman, R. (2010). *Software Engineering A. Practitioner's Approach 7th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Pulinets, S., & Ouzounov, D. (2018). *The possibility of earthquake forecasting: learning from nature*. IOP publishing.
- Rosalay, R., & Prasetyo, A. (2019). *Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Setiaji, & Sastra, R. (2021). Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 7(1), 106-111.

- Syahputra, N., Zarlis, M., & Efendi, S. (2022). Seleksi Fitur Menggunakan Eigen Vector Untuk Peningkatan Kinerja K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Data. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 1010-1017.
- Tan, Y., Hu, J., Zhang, H., Chen, Y., Qian, J., Wang, Q., . . . Nie, Z. (2020). Hydraulic fracturing induced seismicity in the southern Sichuan Basin due to fluid diffusion inferred from seismic and injection data analysis. *Geophysical Research Letters*, 47(4), e2019GL084885.
- Tiara, K., & Nurhaeni, T. (2020). Penerapan Viewboard GO+ Berbasis Yii Sebagai Media Monitoring Pembayaran Mahasiswa. *Technomedia Journal*, 1(1), 65-77.
- Utomo, D., & Purba, B. (2020). Penerapan Datamining pada Data Gempa Bumi Terhadap Potensi Tsunami di Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1, pp. 846-853.
- World Health Organization. (2023). *Türkiye earthquake: external situation report no. 5: 13–19 March 2023 (No. WHO/EURO: 2023-7145-46911-68823)*. World Health Organization. Regional Office for Europe.
- Xie, Y., Ebad Sichani, M., Padgett, J., & DesRoches, R. (2020). The promise of implementing machine learning in earthquake engineering: A state-of-the-art review. *Earthquake Spectra*, 36(4), 1769–1801.

LAMPIRAN





Similarity Report ID: oid:29477:50846052

PAPER NAME
AndreNovirwan_188160041.pdf

AUTHOR
Andre Novirwan

WORD COUNT
13018 Words

CHARACTER COUNT
67332 Characters

PAGE COUNT
89 Pages

FILE SIZE
2.8MB

SUBMISSION DATE
Jan 31, 2024 6:34 PM GMT+7

REPORT DATE
Jan 31, 2024 6:35 PM GMT+7

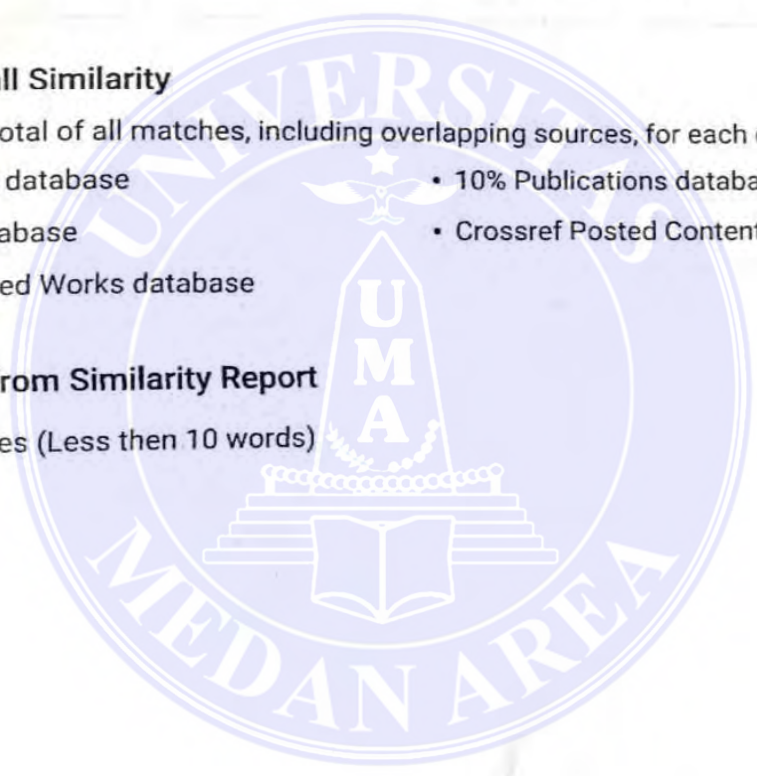
● **26% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 24% Internet database
- 10% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 22% Submitted Works database

● **Excluded from Similarity Report**

- Small Matches (Less then 10 words)



Summary





SURAT KETERANGAN
Nomor : 1781/UMA/B/01.7/IX/2023

Rektor Universitas Medan Area dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Andre Novirwan
No. Pokok Mahasiswa : 188160041
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik

Benar telah selesai Pengambilan Data di Laboratorium Komputer Prodi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Medan Area dengan Judul "Analisis Dampak Gempa Bumi Dunia Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering*."

Dan kami harapkan Data tersebut kiranya dapat membantu yang bersangkutan dalam penyusunan skripsi dan dapat bermanfaat bagi mahasiswa khususnya Fakultas Teknik.

Demikian surat ini diterbitkan untuk dapat digunakan seperlunya.

Medan, 27 September 2023.

An Rektor,
Wakil Rektor Bidang Pengembangan SDM dan
Administrasi Keuangan,



Dr. Ir. Suswati, MP

Revisi :

1. Mahasiswa Ybs
2. File

 **UNIVERSITAS MEDAN AREA**
FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolin Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1
Kampus II : Jalan Sefabudi Nomor 79 / Jalan Sei Seraya Nomor 70 A
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 53/FT.6/01.10/1/2024
Lamp : -
Hal : Perpanjang SK Pembimbing Tugas Akhir

18 Januari 2024

Yth. Pembimbing Tugas Akhir
Andre Hasudungan Lubis, S. Ti, MSc
di
Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan telah berakhirnya waktu masa berlaku SK pembimbing nomor 53/FT.6/01.10/V/2023 tertanggal 29 Mei 2023 maka perlu diterbitkan kembali SK Pembimbing Skripsi baru atas nama mahasiswa berikut :

Nama : Andre Novirwan
NPM : 188160041
Jurusan : Teknik Informatika

Oleh karena itu kami mengharapkan kesediaan saudara :

Andre Hasudungan Lubis, S. Ti, MSc (Sebagai Pembimbing)

Adapun Tugas Akhir Skripsi berjudul :

"Analisis Dampak Gempa Bumi Dunia menggunakan Algoritma K-Means Clustering"

SK Pembimbing ini berlaku selama enam bulan terhitung sejak SK ini diterbitkan. Jika proses pembimbing melebihi batas waktu yang telah ditetapkan, SK ini dapat ditinjau ulang.

Demikian kami sampaikan, atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.


Dr. Eng. Supriatno, ST, MT