

SKRIPSI

PEMETAAN KELOMPOK SEBARAN TITIK GEMPA BUMI

MENTAWAI DENGAN METODE *K-MEDOIDS CLUSTERING*



Oleh :

SAFRONI AZIZ SUPRIANTO

(G1A016082)

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BENGKULU

2021

***PEMETAAN KELOMPOK SEBARAN TITIK GEMPA BUMI MENTAWAI
DENGAN METODE K-MEDOIDS CLUSTERING***

Oleh

SAFRONI AZIZ SUPRIANTO

NPM. G1A016082

E-mail : safroniaziz@gmail.com

ABSTRAK

Jalur penunjaman lempeng bumi di wilayah Kepulauan Indonesia merupakan jalur penyebab gempa tektonik yang mana bersifat regional dan umumnya kerusakan yang ditimbulkan sangat parah. Sebagian jalur gempa bumi tersebut berada di laut sehingga sangat berpotensi menimbulkan bencana tsunami. Daerah yang sangat rawan terjadinya gempa bumi dari dasar laut adalah Kepulauan Mentawai di Sumatera Barat. Pada tahun 2010 Mentawai mengalami sejumlah gempa, yaitu gempa berkekuatan 6,8 SR pada 5 Maret 2010, disusul 6.5 SR pada 5 Mei 2010 dan terakhir gempa berkekuatan 7,8 SR pada 25 oktober 2010 yang diikuti dengan bencana tsunami. United States Geological Survey (USGS) adalah sebuah agensi ilmiah pemerintah Amerika Serikat yang didirikan pada 3 Maret 1879. Organisasi ini memiliki empat disiplin ilmiah utama, yaitu biologi, geografi, geologi, dan air. Salah satu program dari USGS adalah memonitor aktivitas gempa bumi di seluruh dunia, tak terkecuali data gempa kepulauan mentawai. Dengan adanya kemajuan teknologi saat ini, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memberikan informasi mengenai pemetaan kelompok sebaran titik gempa bumi mentawai dengan clustering gempa bumi dan menggunakan Silhouette Coefficient sebagai metode pengujian hasil cluster. Penelitian ini bertujuan untuk Membangun Sistem Informasi yang dapat melakukan pemetaan pola sebaran gempa bumi mentawai tahun 2010 – 2019 dan juga bertujuan untuk mengimplementasikan metode K-Medoid Clustering untuk menganalisis dan memetakan pola Sebaran gempa bumi mentawai tahun 2010 – 2019 serta menggunakan metode Silhouette Coefficient sebagai metode pengujian hasil cluster. Untuk memetakan pola sebaran gempa bumi tersebut digunakan dua (2) parameter yaitu kedalaman dan kekuatan gempa bumi dengan menggunakan metode K-Medoid Clustering. Luaran yang dihasilkan berupa layout peta hasil perhitungan dari metode K-Medoids Clustering selama sepuluh (10) tahun yaitu tahun 2010 – 2019 yang terdapat sebanyak 1356 data. Selain itu terdapat juga luaran yang dihasilkan berupa tampilan diagram batang dan diagram lingkaran.

Kata kunci : gempa bumi, mentawai, K-Medoid clustering, Sistem Informasi Geografis, Metode Silhouette Coefficient, Pemetaan.

MAPPING GROUP OF THE DISTRIBUTION OF THE MENTAWAI EARTHQUAKE SPOT USING THE K-MEDOIDS CLUSTERING METHOD

By

SAFRONIAZIZ SUPRIANTO

NPM. G1A016082

E-mail :safroniaziz@gmail.com

ABSTRACT

Geologically, the Indonesian Archipelago is on the path of earth plate borrowing, such as the submergence of the Indo-Australian Ocean Plate with the Eurasian Continent Plate which extends from the west coast of Sumatra to the southern coast of Java continuing east to Nusa Tenggara. The path of submergence of the earth's plate in the Indonesian archipelago is the route that causes tectonic earthquakes which are regional and generally the damage caused is very severe. Part of the earthquake route is in the sea, so it has the potential to cause a tsunami disaster . In Indonesia, an area that is prone to earthquakes from the seabed is the Mentawai Islands in West Sumatra. In 2010 Mentawai experienced a number of earthquakes, namely an earthquake with a magnitude of 6.8 on March 5, 2010, followed by a 6.5 magnitude earthquake on 5 May 2010 and finally an earthquake with a magnitude of 7.8 on 25 October 2010 which was followed by a tsunami disaster. United States Geological Survey (USGS) is a scientific agency of the United States government which was founded on March 3, 1879. This organization has four main scientific disciplines, namely biology, geography, geology, and water. One of the programs of the USGS is to monitor earthquake activity around the world, including the Mentawai Islands earthquake data which is provided in the form of a datasheet. With current technological advances, a system is needed that can provide information about the mapping of the Mentawai earthquake point distribution groups with earthquake clustering and using the Silhouette Coefficient as a method for testing cluster results. This research aims to build an information system that can map the distribution patterns of the 2010-2019 Mentawai earthquakes and also aims to implement the K-Medoid Clustering method to analyze and map the distribution patterns of the 2010-2019 Mentawai earthquakes and use the Silhouette Coefficient method as a method. cluster test results. To map the earthquake distribution pattern, two (2) parameters are used, namely the depth and strength of the earthquake using the K-Medoid Clustering method. The output produced is in the form of a map layout calculated from the K-Medoids Clustering method for ten (10) years, namely 2010 - 2019, which contained 1356 data. In addition, there are also outputs produced in the form of a bar chart and pie chart display.

Keywords : Earthquake, Mentawai, K-Medoid Clustering, Geographic Information System, Silhouette Coefficient Method, Mapping.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Gempa Bumi.....	7
2.2 Klasifikasi Gempa.	7
2.3 <i>Madnitude</i>	10
2.4 Intensitas.....	11
2.5 <i>Data Mining</i>	12
2.6 <i>Clustering</i>	12
2.7 <i>K-Medoids Clustering</i>	13
2.8 <i>Silhouette Coefficient</i>	14
2.9 <i>Unified Modelling Language</i>	16
2.10 Penelitian Terkait	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Sarana Pendukung	20
3.3 Teknik Pengumpulan Data	21
3.4 Metode Pengembangan Sistem	22
3.5 Metode Pengujian Sistem.....	24
3.6 Jadwal Penelitian.....	24

BAB VI ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	26
4.1. Analisis Sistem	26
4.2. Perancangan Sistem.....	26
4.2.1. Perancangan <i>Unified Modeling Language</i> (UML)	27
4.2.2. Perancangan Basis Data	35
4.2.3. Perancangan <i>Interface</i>	37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
1.1. Implementasi Sistem	43
1.1.1. Halaman <i>Login</i>	43
1.1.2. Halaman Dashboard	44
1.1.3. Halaman Data Gempa Bumi Mentawai	44
1.1.4. Halaman Proses <i>Clustering</i>	45
1.1.5. Halaman Data Iterasi <i>Clustering</i>	45
1.1.6. Halaman Data Nilai <i>Cost</i>	46
1.1.7. Halaman Data Pusat Clustering	47
1.1.8. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Grafik.....	47
1.1.9. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Peta	48
1.1.10. Tampilan Data Dalam Bentuk Tabel.....	48
1.2. Pengujian Sistem	49
1.2.1. Pengujian <i>Black Box</i>	49
1.2.2. Pengujian Perhitungan	52
1.2.3. Pengujian <i>Silhouette Coefficient</i>	56
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1. Kesimpulan.....	65
6.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Nilai Silhouette Coefficient Kaufman dan Rousseeuw	15
Tabel 4. 1. Penjelasan Diagram Kelas	29
Tabel 4. 2. Data Gempa.....	36
Tabel 4. 3. Tabel Iterasi.....	36
Tabel 4. 4. Tabel Nilai Cost	37
Tabel 4. 5. Tabel Pusat Cluster	37
Tabel 4. 6. Tabel user	37
Tabel 5. 1. Black Box Testing.....	50
Tabel 5. 2. Data Penelitian	52
Tabel 5. 3. Pusat Cluster	52
Tabel 5. 4. Jarak minimal.....	55
Tabel 5. 5. Data Cluster.....	56
Tabel 5. 6. Data Nilai Hasil Perhitungan $a(i)$	57
Tabel 5. 7. Nilai Hasil Perhitungan dari $d(i, C)$ dan $b(i)$	60
Tabel 5. 8. Nilai Hasil Perhitungan $S(i)$	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Flowchart Metode K-Medoids Clustering (Pramesti, et al., 2017) .	14
Gambar 3. 1. Tabel Jadwal dan waktu pelaksanaan penelitian.....	24
Gambar 4. 1. Diagram Alir Sistem.....	26
Gambar 4. 2. Usecase Diagram.....	27
Gambar 4. 3. Activity Diagram.....	27
Gambar 4. 4. Sequence Diagram.....	28
Gambar 4. 5. Class Diagram	29
Gambar 4. 6. Diagram Objek	30
Gambar 4. 7. State Machine Diagram	31
Gambar 4. 8. Component Diagram	31
Gambar 4. 9. Deeployment Diagram	32
Gambar 4. 10. Composite Structure Diagram	32
Gambar 4. 11. Package Diagram.....	33
Gambar 4. 12. Diagram Komunikasi	34
Gambar 4. 13. Interaction Overview	35
Gambar 4. 14. Rancangan Halaman Login	38
Gambar 4. 15. Rancangan Antarmuka Halaman Utama	38
Gambar 4. 16. Rancangan Antarmuka Proses Clustering	39
Gambar 4. 17. Rancangan Antarmuka Data Iterasi Clustering	39
Gambar 4. 18. Rancangan Antarmuka Halaman Data Nilai Cost.....	40
Gambar 4. 19. Rancangan Antarmuka Halaman Data Pusat Clustering.....	40
Gambar 4. 20. Rancangan Antarmuka Halaman tampilan dalam bentuk peta	41
Gambar 4. 21. Rancangan Antarmuka Tampilan data dalam bentuk diagram	41

Gambar 4. 22. Rancangan Antarmuka Tampilan Dalam Bentuk Tabel	42
Gambar 5. 1. Halaman Form Login	43
Gambar 5. 2. Halaman Dashboard	44
Gambar 5. 3. Halaman data gempa bumi mentawai	44
Gambar 5. 4. Halaman Proses Clustering	45
Gambar 5. 5. Data Iterasi Clustering.....	45
Gambar 5. 6. Halaman Data Nilai Cost.....	46
Gambar 5. 7. Halaman Data Pusat Clustering.....	47
Gambar 5. 8. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Grafik.....	47
Gambar 5. 9. Tampilan data dalam bentuk peta.....	48
Gambar 5. 10. Tampilan Data Dalam Bentuk Tabel.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel data hasil cluster menggunakan k-medoids clustering	69
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geologis Kepulauan Indonesia berada pada jalur penunjaman lempeng bumi, seperti penunjaman Lempeng Samudra Indo-Australia dengan Lempeng Benua Eurasia yang memanjang dari pantai barat Sumatera hingga pantai selatan Jawa terus ke timur sampai Nusa Tenggara. Jalur penunjaman lempeng bumi di wilayah Kepulauan Indonesia merupakan jalur penyebab gempa tektonik yang mana bersifat regional dan umumnya kerusakan yang ditimbulkan sangat parah. Sebagian jalur gempa bumi tersebut berada di laut sehingga sangat berpotensi menimbulkan bencana tsunami (Nur, 2010).

Di Indonesia sendiri, Daerah yang sangat rawan terjadinya gempa bumi dari dasar laut adalah Kepulauan Mentawai di Sumatera Barat. Pada tahun 2010 Mentawai mengalami sejumlah gempa, yaitu gempa berkekuatan 6,8 SR pada 5 Maret 2010, disusul 6.5 SR pada 5 Mei 2010 dan terakhir gempa berkekuatan 7,8 SR pada 25 oktober 2010 yang diikuti dengan bencana tsunami (Septiningrum & Cahyadi, 2016). Berdasarkan data dan informasi dari posko BNPB bencana gempa bumi dan tsunami pada 25 oktober 2010 mengakibatkan korban jiwa sebanyak 509 meninggal dunia, 17 orang mengalami luka-luka, dan masyarakat mengungsi sebanyak 11.425 yang tersebar di titik pengungsian di kecamatan Sipora Selatan, Pagai Selatan, Pagai Utara dan Sikakap (BNPB, 2010).

United States Geological Survey (USGS) adalah sebuah agensi ilmiah pemerintah Amerika Serikat yang didirikan pada 3 Maret 1879. Organisasi ini memiliki empat disiplin ilmiah utama, yaitu biologi, geografi, geologi, dan air.

Salah satu program dari *USGS* adalah memonitor aktivitas gempa bumi di seluruh dunia, tak terkecuali data gempa kepulauan mentawai yang disediakan dalam bentuk datasheet.

Pengelompokkan wilayah terjadinya gempa bumi di kepulauan Mentawai, peneliti menggunakan metode *K-Medoids Clustering*. Metode *K-Medoids Clustering* diciptakan untuk mengatasi kelemahan algoritma *K-Means* yang sensitif terhadap *outlier*, karena nilai yang sangat besar dapat secara substansial mendistorsi distribusi data. Untuk mengatasi hal tersebut algoritma *K-Medoids* tidak mengambil nilai rata – rata dari objek dalam sebuah *cluster* sebagai titik acuan melainkan menggunakan objek yang sebenarnya untuk mewakili *cluster*, menggunakan satu objek perwakilan per *cluster*. Setiap objek yang tersisa berkumpul dengan objek perwakilan yang paling mirip dengan dirinya. Lalu metode partisi dilakukan berdasarkan prinsip meminimalkan jumlah ketidaksamaan antara tiap objek dengan titik referensinya (Han, et al., 2012).

Penelitian terkait dilakukan sebelumnya oleh (Arista, et al., 2017) yang melakukan penelitian tentang pengelompokkan kejadian gempa bumi dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering*. Hasil pengelompokan ditampilkan dalam bentuk tabel dan dalam bentuk koordinat peta *Google Maps*. Untuk penelitian terkait selanjutnya dilakukan oleh (Simamora, et al., 2017) yang melakukan penelitian mengenai *Clustering* data kejadian tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi dengan menggunakan algoritma *K-Medoids*. Subjek yang terdapat pada penelitian ini adalah aplikasi pengelompokan data dengan menggunakan *K-Medoids* untuk mengelompokkan data kejadian tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi. Lalu terdapat peneliti (Sitorus, 2018) yang

berjudul Budaya Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat Kepulauan Mentawai Menghadapi Bencana Gempa Bumi dan Tsunami, dari penelitian tersebut didapatkan simpulan yaitu Kabupaten Kepulauan Mentawai merupakan daerah yang memiliki risiko terjadinya gempa bumi besar yang mengakibatkan terjadinya tsunami. Desa Maileppet dan Desa Tuapeijat merupakan daerah yang memiliki risiko untuk terjadi bencana tersebut. Bahaya yang bisa terjadi sewaktu-waktu membuat masyarakat harus waspada dan bersiap menghadapi ancaman tersebut. Yang terakhir terdapat penelitian dari (Fidia, et al., 2018) yang berjudul Korelasi Tingkat Seismisitas dan Periode Ulang Gempa Bumi di Kepulauan Mentawai dengan Menggunakan Metode Gutenberg Richter yang dapat disimpulkan bahwa : Nilai parameter aktivitas gempa bumi untuk daerah penelitian diperoleh nilai b sebesar 0,8372 dan nilai a sebesar 6,8094 serta nilai indeks seismisitas untuk magnitudo 5 - 8 berkisar antara 2,1580 – 0,0066, Kondisi ini menunjukkan bahwa daerah Kepulauan Mentawai dan sekitarnya diprediksi memiliki tingkat keaktifan gempa yang tinggi dan memiliki energi besar yang masih tersimpan sehingga berpotensi terjadi gempa besar di wilayah tersebut. Hasil perhitungan periode ulang gempa bumi berbeda-beda untuk magnitudo 5-8 berkisar antara 0,4633 tahun – 150,5033 tahun.

Penelitian yang diusulkan berupa Pemetaan Pola Sebaran Titik Gempa Bumi dengan menggunakan *K-Medoids Clustering* dengan studi kasus Gempa di kepulauan Mentawai 2010-2019 dengan menggunakan *datasheet usgs.gov* sebagai alternatif-alternatif penentuan gempa bumi berdasarkan kedalaman dan kekuatan gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penilitan ini adalah:

1. Bagaimana memetakan pola sebaran kejadian gempa bumi mentawai tahun 2010-2019.
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *K-Medoids Clustering* untuk mengidentifikasi dan memetakan pola penyebaran kejadian gempa bumi di Gempa Mentawai 2010-2019.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Datasheet* gempa mentawai bersumber dari usgs.gov
2. Menentukan daerah sebaran gempa bumi berdasarkan kekuatan dan kedalaman gempa bumi.
3. Penelitian ini di lakukan pada datasheet Gempa Mentawai 2010-2019.
4. Metode yang digunakan adalah *K-Medoids Clustering* dan data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kedalaman dan kekuatan gempa mentawai (tahun 2010 – 2019)
5. Hasil dari penelitian ini akan menampilkan kelompok sebaran gempa bumi dengan 3 (tiga) *cluster*, *cluster* 1 rendah yaitu gempa dalam, *cluster* 2 gempa sedang dan *cluster* 3 tinggi yaitu gempa dangkal. Dengan keterangan semakin dangkal gempa bumi semakin terasa kuat getaran gempanya ke permukaan.
6. Penelitian ini hanya mengidentifikasi dan memetakan pola sebaran gempa, dan tidak berfokus pada dampak dari gempa.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Membangun Sistem Informasi pemetaan pola sebaran gempa bumi mentawai tahun 2010 – 2019.
2. Mengimplementasikan metode *K-Medoids Clustering* untuk menganalisis dan memetakan pola Sebaran gempa bumi mentawai tahun 2010 – 2019.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Secara umum

Secara umum manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai pola sebaran gempa bumi dikepulauan Mentawai 2010-2019 kepada masyarakat umum.

- b. Secara akademis

Secara akademis manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan kepada pembaca yang ingin menggunakan metode *K-Medoids Clustering* dalam menerapkan ilmu data minig.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan laporan penelitian skripsi ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang yang menyebabkan munculnya permasalahan mengapa dibutuhkan sistem ini. Selain itu, bab ini juga membahas rumusan

masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan penelitian.

2. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang dasar teori dan kutipan dari berbagai sumber yang berkaitan dengan penelitian, serta menjadi landasan dalam pembuatan aplikasi.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode-metode yang digunakan dalam penelitian, seperti jenis penelitian, sarana pendukung, metode pengumpulan data, metode pengembangan data, metode pengujian, metode uji kelayakan sistem dan jadwal penelitian.

4. BAB IV. ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan setiap tahapan analisis dan perancangan sistem aplikasi yang akan dibangun dalam penelitian yaitu meliputi analisis kebutuhan data, analisis alur sistem dan perancangan sistem.

5. BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan secara terperinci mengenai hasil dari aplikasi yang sudah dibuat berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah pada tujuan yang ingin dicapai.

6. BAB VI. PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa Bumi

Secara keilmuan, gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang *seismic* yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini diakibatkan karena adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi. Bumi kita walaupun padat, namun selalu bergerak. Gerakan bumi ini akan menimbulkan suatu tekanan. Apabila tekanan yang terjadi itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan oleh lempeng tektonik, maka gempa bumi lah yang akan terjadi. Proses pelepasan energi ini berupa gelombang elastis, yaitu gelombang seismik atau gempa yang sampai ke permukaan bumi dan menimbulkan getaran sehingga menimbulkan kerusakan pada benda-benda atau bangunan di permukaan bumi. Besarnya kerusakan sangat bergantung dengan besar dan lamanya getaran yang sampai ke permukaan bumi. Rusaknya bangunan akibat gempa juga sangat bergantung dengan kekuatan struktur bangunan itu sendiri. Para ahli gempa mengklasifikasikan gempa menjadi dua kategori, yaitu gempa intralempeng (*intraplate*) dan gempa antarlempeng (*interplate*). Gempa *intraplate* adalah gempa yang terjadi di dalam lempeng itu sendiri. Sedangkan gempa *interplate* adalah gempa yang terjadi di batas antara dua lempeng (Hartuti, 2009).

2.2 Klasifikasi Gempa.

Gempa bumi dapat digolongkan menjadi beberapa kategori, yaitu berdasarkan proses terjadinya, bentuk episentrumnya, kedalaman hiposentrumnya, jarak, dan lokasinya. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing kategorinya (Hartuti, 2009):

1. Menurut Proses Terjadinya

Menurut proses terjadinya, gempa bumi dapat diklasifikasikan menjadi lima.

Berikut ini klasifikasi gempa tersebut (Hartuti, 2009):

- a. Gempa tektonik, yaitu gempa yang terjadi akibat adanya tumbukan lempeng-lempeng di lapisan litosfer kulit bumi oleh tenaga tektonik.
- b. Gempa vulkanik, yaitu gempa yang terjadi akibat aktivitas gunung berapi. Oleh karena itu, gempa ini hanya dapat dirasakan di sekitar gunung berapi saat akan meletus, saat meletus, dan setelah terjadi letusan.
- c. Gempa runtuh atau longsor, yaitu gempa yang terjadi karena adanya runtuh tanah atau batuan. Lereng gunung atau pantai yang curam memiliki energi potensial yang besar untuk runtuh. Gempa ini sering terjadi di kawasan rawan akibat runtuhnya dinding atau reruntuhan pada tambang-tambang bawah tanah sehingga dapat menimbulkan getaran di sekitar daerah runtuh. Gempa ini mempunyai dampak yang tidak begitu membahayakan.
- d. Gempa jatuhnya, yaitu gempa yang terjadi akibat adanya benda langit yang jatuh ke bumi, misalnya meteor. Seperti kita ketahui bahwa ada ribuan meteor atau batuan yang bertebaran mengelilingi orbit bumi. Sewaktu-waktu meteor tersebut jatuh ke atmosfer bumi, bahkan terkadang sampai ke permukaan bumi. Meteor yang jatuh ini akan menimbulkan getaran bumi jika massa meteor cukup besar. Getaran ini disebut gempa jatuhnya. Gempa seperti ini jarang sekali terjadi.
- e. Gempa buatan, yaitu gempa yang memang sengaja dibuat oleh manusia. Suatu percobaan peledakan nuklir bawah tanah atau laut dapat menimbulkan getaran bumi yang dapat tercatat oleh *seismograf* seluruh permukaan bumi.

tergantung dengan kekuatan ledakan, sedangkan ledakan dinamit di bawah permukaan bumi juga dapat menimbulkan getaran namun efek getarannya sangat lokal.

2. Menurut Episentrum

Menurut bentuk episentrumnya, gempa dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu gempa sentral, gempa yang episentrumnya berbentuk titik dan gempa linear yaitu gempa yang episentrumnya berbentuk garis (Hartuti, 2009).

3. Menurut Kedalaman Hiposentrum

Menurut kedalaman hiposentrumnya, gempa dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu gempa bumi dalam, dengan kedalaman hiposentrum lebih dari 300 km di bawah permukaan bumi. Selanjutnya adalah gempa bumi menengah, yaitu gempa dengan kedalaman hiposentrum berada diantara 60-300 km di bawah permukaan bumi. Yang terakhir adalah gempa bumi dangkal, yaitu gempa dengan kedalaman hiposentrum kurang dari 60 km di bawah permukaan bumi (Hartuti, 2009).

4. Menurut Jarak Episentrum (Pusat Gempa)

Menurut jarak episentrumnya, gempa dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu gempa sangat jauh, yaitu gempa yang jarak episentrumnya lebih dari 10.000 km. Selanjutnya terdapat gempa jauh, yaitu gempa yang jarak episentrumnya sekitar 10.000 km. Dan gempa lokal, yaitu gempa yang jarak episentrumnya kurang dari 10.000 km (Hartuti, 2009).

5. Menurut Lokasi Episentrum

Menurut lokasi episentrumnya, gempa dapat dikelompokkan menjadi dua. Kedua kelompok gempa tersebut adalah gempa daratan, yaitu gempa yang lokasi

episentrumnya berada di daratan dan gempa lautan, yaitu gempa yang lokasi episentrumnya berada di dasar laut. Gempa jenis inilah yang dapat berpotensi menimbulkan tsunami (Hartuti, 2009)

2.3 *Magnitudo*

Magnitudo dilakukan untuk mengukur gempa berdasarkan energi yang dilepaskan dari sumber gempa. Ada bermacam-macam jenis magnitudo gempa, di antaranya adalah:

1. Magnitudo lokal M_L (*Local Magnitude*).
2. Magnitudo gelombang badan M_B (*Body-Wave-magnitude*).
3. Magnitudo gelombang permukaan M_S (*Surface-Wave-magnitude*).
4. Magnitudo momen M_W (*moment magnitude*).
5. Magnitudo gabungan M (*Unified magnitude*).

Dari kelima jenis *magnitude* di atas, yang paling populer digunakan adalah magnitudo lokal M_L , yaitu Magnitudo *Skala Richter* (SR). Magnitudo ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1935 oleh seorang seismologis Amerika, Charles F. Richter, untuk mengukur kekuatan gempa di *California*. Richter mengukur magnitudo gempa berdasarkan nilai amplitudo maksimum gerakan tanah (gelombang) pada jarak 100 km dari *episenter* gempa. Besarnya gelombang ini tercatat pada *seismograf*. *Seismograf* dapat mendeteksi gerakan tanah mulai dari 0,00001 mm (1×10^{-5} mm) hingga 1 m. Untuk menyederhanakan rentang angka yang terlalu besar dalam skala ini, Richter kemudian menggunakan bilangan logaritma berbasis 10. Ini berarti, setiap kenaikan 1 angka pada skala *Richter* menunjukkan amplitudo 10 kali lebih besar. Magnitudo 5 SR sudah termasuk besar. Magnitudo sebesar 6 SR sudah mampu membuai kerusakan yang

sangat parah. Meskipun nilai dalam SR tidak memiliki batas maksimum, para ahli seismologi menyatakan bahwa lempeng bumi ini tidak memiliki cukup simpanan energi untuk menghasilkan magnitudo gempa sebesar 10 SR. Diperkirakan bahwa magnitudo sebesar 12 SR akan melepaskan energi yang cukup untuk membusuk bumi kita ini terbelah menjadi dua (Hartuti, 2009).

2.4 Intensitas

Dahulu, sebelum manusia mampu mengukur magnitudo gempa, besarnya gempa hanya dinyatakan berdasarkan efek yang diberikan terhadap manusia, alam, struktur bangunan buatan manusia, dan reaksi hewan. Besarnya gempa yang ditentukan melalui observasi semacam ini dinamakan dengan intensitas gempa. Skala intensitas pertama kali diperkenalkan pada tahun 1883 oleh seorang seismologis Italia, M.S. Rossi dan ilmuwan Swiss, F. A. Forel yang dikenal dengan skala *Rossi-Forel*. Skala ini kemudian dikembangkan lagi pada tahun 1902 oleh seorang seismologis Itali, Giuseppe Mercalli. Selanjutnya, pada tahun 1931, seismologis Amerika, H. O. Wood dan Frank Neuman mengadaptasi standar yang telah ditetapkan Mercalli untuk kondisi di California, dan menghasilkan skala *Modified Mercalli Intensity (MMI)*. Selain MMI ada beberapa skala intensitas gempa yang lain, seperti:

1. *Japan Meteorological Agency (JMA)*, ditemukan tahun 1951, hingga kini digunakan untuk mengukur kekuatan gempa di Jepang.
2. *Medvedev, Sponbeuer, Karnik (MSK)*, ditemukan tahun 1960-an.
3. *European Microseismic Scale (EMS)*, ditemukan tahun 1990-an.

Karena sifatnya yang kualitatif, skala intensitas sangat subjektif dan sangat tergantung pada kondisi lokasi di mana gempa terjadi. Gempa dengan magnitudo

yang sama, namun terjadi di dua tempat yang berbeda mungkin akan memberikan nilai intensitas yang berbeda (Hartuti, 2009).

2.5 Data Mining

Data mining adalah suatu istilah yang digunakan untuk menemukan pengetahuan yang tersembunyi di dalam *database*. *Data mining* merupakan proses semi otomatis yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi pengetahuan potensial dan berguna yang bermanfaat yang tersimpan di dalam database besar. Secara sederhana data mining adalah penambangan atau penemuan informasi baru dengan mencari pola atau aturan tertentu dari sejumlah data yang sangat besar. Data mining juga disebut sebagai serangkaian proses untuk menggali nilai tambah berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual dari suatu kumpulan data. Data mining, sering juga disebut sebagai *Knowledge Discovery in Database (KDD)*. *KDD* adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar (Arista, et al., 2017).

2.6 Clustering

Pada dasarnya *clustering* merupakan suatu metode untuk mencari dan mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik (*similarity*) antara satu data dengan data yang lain. *Clustering* merupakan salah satu metode data mining yang bersifat tanpa arahan (*unsupervised*), maksudnya metode ini diterapkan tanpa adanya latihan (*training*) dan tanpa ada guru serta tidak memerlukan target *output*. Dalam *data mining* ada dua jenis metode *clustering* yang digunakan dalam pengelompokan data, yaitu *hierarchical clustering* dan

non-hierarchical clustering. *Hierarchical clustering* adalah suatu metode pengelompokan data yang dimulai dengan mengelompokkan dua atau lebih objek yang memiliki kesamaan paling dekat. Kemudian proses diteruskan ke objek lain yang memiliki kedekatan kedua. Demikian seterusnya sehingga *cluster* akan membentuk semacam pohon dimana ada *hierarki* (tingkatan) yang jelas antar objek, dari yang paling mirip sampai yang paling tidak mirip. Secara logika semua objek pada akhirnya hanya akan membentuk sebuah *cluster*. *Dendogram* biasanya digunakan untuk membantu memperjelas proses *hierarki* tersebut (Santosa, et al., 2007).

2.7 *K-Medoids Clustering*

Algoritma k-medoids adalah salah satu algoritma clustering yang terkait dengan algoritma k-means. K-medoids dan k-means bersifat partisional (memecah dataset kedalam beberapa kelompok) dan keduanya bertujuan untuk meminimalkan jarak antara titik yang ada di dalam kluster dengan titik yang menjadi titik tengah dari kluster. Berikut langkah-langkah dari metode K-medoid menurut (Pramesti, et al., 2017):

1. Inisialisasi pusat cluster sebanyak k (jumlah cluster).
2. Alokasikan setiap data (objek) ke *cluster* terdekat menggunakan persamaan ukuran jarak *Euclidian Distance* dengan persamaan (Pramesti, et al., 2017):

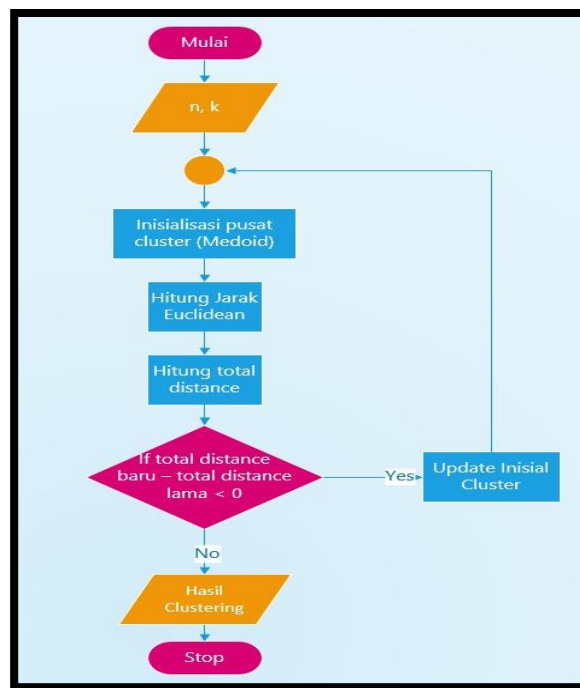
$$d(x,y) = \|x-y\| = x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad ; 1,2,3, \dots, n \quad \dots(2.1)$$

Keterangan : x = Data ; y = Pusat *Cluster*; n = Jumlah data

3. Pilih secara acak objek pada masing-masing *cluster* sebagai kandidat *medoid* baru.

4. Hitung jarak setiap objek yang berada pada masing-masing *cluster* dengan kandidat *medoid* baru.
5. Hitung total simpangan (S) dengan menghitung nilai total *distance* baru – total *distance* lama. Jika $S < 0$, maka tukar objek dengan data *cluster* untuk membentuk sekumpulan k objek baru sebagai *medoid*.
6. Ulangi langkah 3 sampai 5 hingga tidak terjadi perubahan *medoid*, sehingga didapatkan *cluster* beserta anggota *cluster* masing-masing.

Berikut merupakan alur kerja dari *K-Medoids Clustering* :



Gambar 2. 1. Flowchart Metode *K-Medoids Clustering* (Pramesti, et al., 2017)

2.8 Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan cluster, seberapa baik suatu objek ditempatkan dalam suatu cluster. Metode ini merupakan gabungan dari metode cohesiion dan separation (Handoyo, et al., 2014).

Tahapan perhitungan *Silhouette Coefficient* adalah sebagai berikut (Handoyo, et al., 2014):

1. Hitung rata-rata jarak dari suatu dokumen misalkan i dengan semua dokumen lain yang berada dalam satu cluster

$$a(i) = \frac{1}{|A|-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \quad \dots\dots (2.2)$$

dengan j adalah dokumen lain dalam satu cluster A dan d(i,j) adalah jarak antara dokumen i dengan j.

2. Hitung rata-rata jarak dari kolom i tersebut dengan semua dokumen di cluster lain, dan ambil nilai terkecilnya.

$$d(i, C) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in C} d(i, j) \quad \dots\dots (2.3)$$

dengan d(i, C) adalah jarak rata-rata dokumen i dengan semua objek pada cluster lain C dimana $A \neq C$.

Selanjutnya, jika sudah menemukan nilai d(i, C) maka dilakukan pencarian nilai $b(i) = \min (d(i, C))$.

3. Nilai *Silhouette Coefficient* nya adalah

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad \dots\dots(2.4)$$

Menurut (Rohmah, 2019) Nilai *silhouette Coefficient* didefinisikan sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Kaufman dan Rousseeuw

Nilai <i>silhouette Coefficient</i>	Struktur
$0.7 < SC \leq 1$	Struktur Kuat
$0.5 < SC \leq 0.7$	Struktur Sedang
$0.25 < SC \leq 0.5$	Struktur Lemah
$SC \leq 0.25$	Tidak terstruktur

2.9 *Unified Modelling Language*

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa spesifikasi standar yang dipergunakan untuk mendokumentasikan, menspesifikasikan dan membangun perangkat lunak. UML merupakan metodologi dalam mengembangkan sistem berorientasi objek dan juga merupakan alat untuk mendukung pengembangan sistem” (Suendri, 2018). *Unified Modeling Language* (UML) adalah sebuah bahasa yang berdasarkan grafik atau gambar untuk memvisualisasi, menspesifikasikan, membangun, dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan software berbasis OO (Object-Oriented). UML sendiri juga memberikan standar penulisan sebuah sistem *blue print*, yang meliputi konsep bisnis proses, penulisan kelas-kelas dalam bahasa program yang spesifik, skema *database*, dan komponen-komponen yang diperlukan dalam sistem software. Diagram *Unified Modelling Language* (UML) (Suendri, 2018) antara lain sebagai berikut:

1. *Use Case Diagram*

Use case menggambarkan *external view* dari sistem yang akan kita buat modelnya. Model *use case* dapat dijabarkan dalam diagram *use case*, tetapi perlu diingat, diagram tidak identik dengan model karena model lebih luas dari diagram. *Use case* harus mampu menggambarkan urutan aktor yang menghasilkan nilai terukur (Suendri, 2018).

2. *Class Diagram*

Kelas sebagai suatu set objek yang memiliki atribut dan perilaku yang sama, kelas kadang disebut kelas objek. Class memiliki tiga area pokok yaitu (Suendri, 2018):

- a. Nama, kelas harus mempunyai sebuah nama.

- b. Atribut, adalah kelengkapan yang melekat pada kelas. Nilai dari suatu kelas hanya bisa diproses sebatas atribut yang dimiliki.
- c. Operasi, adalah proses yang dapat dilakukan oleh sebuah kelas, baik pada kelas itu sendiri ataupun kepada kelas lainnya.

3. *Activity Diagram*

Diagram activity menunjukkan aktivitas sistem dalam bentuk kumpulan aksi-aksi, bagaimana masing-masing aksi tersebut dimulai, keputusan yang mungkin terjadi hingga berakhirnya aksi. *Activity diagram* juga dapat menggambarkan proses lebih dari satu aksi dalam waktu bersamaan. “Diagram activity adalah aktifitas-aktifitas, objek, state, transisi state dan event. Dengan kata lain kegiatan diagram alur kerja menggambarkan perilaku sistem untuk aktivitas”.

4. *Sequence Diagram*

Secara mudahnya sequence diagram adalah gambaran tahap demi tahap, termasuk kronologi (urutan) perubahan secara logis yang seharusnya dilakukan untuk menghasilkan sesuatu sesuai dengan use case diagram (Suendri, 2018).

2.10 Penelitian Terkait

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan :

- a. *Clustering* Data Kejadian Tsunami yang Disebabkan Oleh Gempa Bumi Dengan Menggunakan *Algoritma K-Medoids* oleh (Simamora, et al., 2017) yang melakukan pengelompokan data kejadian tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi dengan metode *K-Medoids*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu jumlah cluster terbaik untuk mengelompokkan dataset tsunami adalah 2 cluster.

- b. Pengelompokan Kejadian Gempa Bumi Menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering* oleh (Arista, et al., 2017) yang melakukan pengelompokan kejadian gempa bumi dengan metode *Fuzzy C-Means Clustering*. Hasil dari pengelompokan ditampilkan dalam bentuk tabel dan dalam bentuk koordinat peta *Google Maps*.
- c. Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Titik Panas (*Hotspot*) oleh (Pramesti, et al., 2017). Berdasarkan proses pengujian yang dilakukan didapatkan hasil nilai *Silhouette Coefficient* tertinggi yaitu 0.567485053 dengan jumlah cluster 2 dan jumlah data 7352.
- d. Analisis *Clustering* Gempa Bumi Selama Satu Bulan Terakhir Dengan Menggunakan *Algoritma Self-Organizing Maps (Soms) Kohonen* oleh (Febriani A & Hakim, 2015). Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat pola pola sumber gempa dengan kekuatan dan kedalaman masing masing, dimana berdasarkan hasil *cluster* daerah yang perlu diawasi adalah daerah disekitar Sulawesi karena frekuensi terjadinya gempa selama satu bulan terakhir paling banyak terjadi gempa dengan sumber gempa di Minahasa Penunsula.
- e. Budaya Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat Kepulauan Mentawai Menghadapi Bencana Gempa Bumi dan Tsunami oleh (Sitorus, 2018), dari penelitian tersebut didapatkan simpulan yaitu Kabupaten Kepulauan Mentawai merupakan daerah yang memiliki risiko terjadinya gempa bumi besar yang mengakibatkan terjadinya tsunami. Desa Maileppet dan Desa Tuapeijat merupakan daerah yang memiliki risiko untuk terjadi bencana tersebut.

f. Korelasi Tingkat *Seismisitas* dan Periode Ulang Gempa Bumi di Kepulauan Mentawai dengan Menggunakan Metode *Guttenberg Richter* oleh (Fidia, et al., 2018) yang dapat disimpulkan bahwa nilai parameter aktivitas gempa bumi untuk daerah penelitian diperoleh nilai b sebesar 0,8372 dan nilai a sebesar 6,8094 serta nilai indeks seismisitas untuk magnitudo 5 - 8 berkisar antara 2,1580 – 0,0066, Kondisi ini menunjukkan bahwa daerah Kepulauan Mentawai dan sekitarnya diprediksi memiliki tingkat keaktifan gempa yang tinggi dan memiliki energi besar yang masih tersimpan sehingga berpeluang terjadi gempa besar di wilayah tersebut. Hasil perhitungan periode ulang gempa bumi berbeda-beda untuk magnitudo 5-8 berkisar antara 0,4633 tahun – 150,5033 tahun.

Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan sebelumnya dapat diketahui bahwa Kabupaten Kepulauan Mentawai merupakan daerah yang memiliki risiko terjadinya gempa bumi besar yang mengakibatkan terjadinya tsunami. Sehingga sangat cocok untuk peneliti melakukan penelitian dengan pola sebaran gempa bumi di Kabupaten Kepulauan Mentawai. Selain itu, dari beberapa penelitian yang telah disebutkan untuk mengelompokkan pola sebaran gempa bumi dapat dilakukan dengan metode *clustering*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang sudah ada yaitu pada proses pengelompokkan data menggunakan metode K-Medoids.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan. Penelitian terapan ini bertujuan untuk menerapkan teknologi penginderaan jauh untuk memetakan pola sebaran titik gempa bumi mentawai berdasarkan kedalaman dan kekuatan gempa dengan mengimplementasikan metode *k-medoids clustering*. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi kepada masyarakat umum mengenai pola sebaran titik gempa mentawai. Penelitian Terapan dilakukan untuk mencari pemecahan masalah-masalah nyata (riil) dalam kehidupan secara ilmiah. Hasil penelitian yang obyektif mengenai latar belakang dan sebab-sebab suatu masalah, merupakan petunjuk yang dapat dipergunakan dalam menyusun implementasi dan alternatif saran-saran tindakan dalam menyelesaikan masalah tersebut (Nawawi & Martini, 2005).

3.2 Sarana Pendukung

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa sarana pendukung seperti perangkat keras dan perangkat lunak yang bisa membantu dan memperlancar penelitian ini. Berikut merupakan perangkat-perangkat yang di butuhkan dalam menyelesaikan penelitian ini :

a. Perangkat Lunak

1. *Laragon* 4.0.16 berfungsi sebagai server untuk uji coba dalam pembuatan aplikasi.
2. *Composer* versi 1.9.1 untuk menjalankan framework Laravel.
3. Bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*) versi 7.2.19

4. *Laravel* versi 5.7.2 adalah *framework* dari Bahasa pemrograman *php* yang digunakan untuk membangun aplikasi
5. *Javascript*, sebagai bahasa pemrograman untuk membuat interaksi user dan aplikasi web di dalam *browser* menjadi lebih bagus dan dinamis.
6. *Visual Studio Code* versi 1.42 (*Text Editor*) berfungsi sebagai *text editor* untuk pembuatan *coding* aplikasi.
7. *Google Chrome (Browser)* berfungsi sebagai *browser* untuk menjalankan aplikasi.
8. *Microsoft Office 2018* berfungsi untuk pembuatan laporan.
9. *Microsoft Visio 2018* berfungsi untuk membuat desain perancangan
10. *Arcgis 10.5*, *Google Maps* dan *Google Eart Pro* berfungsi untuk digitasi data peta.
11. *USGS Earth Explorer* berfungsi untuk mengunduh data citra landsat 8 OLI/TIR.
12. *Google Maps API* berfungsi untuk mengintegrasikan layanan yang disediakan *Google Maps* dengan aplikasi yang dibuat.

b. Perangkat Keras

1. *Processor Intel(R) Core™ i5-10210U*
2. *RAM 8 GB DDR 4*
3. *512 GB PCIe (R) NVMe™ M.2 SSD*
4. *Printer*

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data kekuatan dan kedalaman gempa selama 10 tahun terakhir (tahun 2010 – 2019).

Pada Penelitian berdasarkan data yang akan dikumpulkan akan dilaksanakan dengan metode-metode berikut:

a. Studi Pustaka

Metode studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang akan digunakan dari berbagai literatur, seperti jurnal, media buku dan internet yang berhubungan dengan judul penelitian, sehingga dapat membantu proses pengerjaan tugas akhir. Untuk data kekuatan dan kedalaman gempa mentawai sendiri diambil langsung dari *website usgs.gov*.

b. Metode Studi Analisis

Metode studi analisis ini dilakukan dengan cara melakukan analisis terhadap masalah yaitu *pengclusteran* titik gempa berdasarkan data kekuatan dan kedalaman gempa mentawai dan pembuatan layout peta sebagai tambahan untuk menentukan pola sebaran titik gempa mentawai dengan bantuan *Google Maps*.

3.4 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *waterfall*. Berikut merupakan urutan alur model *waterfall*.

1. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam langkah ini merupakan analisa terhadap kebutuhan sistem. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menggali informasi sebanyak-banyaknya dari user untuk menciptakan suatu sistem informasi yang dapat melakukan tugas yang diinginkan user. Pada penelitian ini, kebutuhan perangkat lunak meliputi :

a. Kebutuhan Data Masukan

Data masukan yang dibutuhkan adalah data kekuatan dan kedalaman gempa mentawai yang akan di clustering menjadi 3 (tiga) cluster yaitu kekuatan dan kedalaman besar, kekuatan dan kedalaman sedang, dan kekuatan dan kedalaman rendah.

b. Kebutuhan Data Keluaran

Data keluaran yang dibutuhkan adalah hasil dari clustering dengan pola sebaran yang terbentuk dari koordinat wilayah yang bersangkutan.

c. Kebutuhan *Interface*

Interface yang dibutuhkan adalah interface yang dapat memberikan kemudahan bagi pengguna untuk berinteraksi dengan sistem informasi ini sesuai dengan tujuan penelitian (*User Friendly*).

2. Desain

Pada tahapan ini akan menerjemahkan syarat kebutuhan kedalam sebuah perancangan perangkat lunak yang dapat memperkirakan alur program sebelum ketahap pembuatan kode program. Perancangan aplikasi yang digunakan adalah dengan menggunakan pemodelan UML (*Unified Modeling Language*).

3. Pembuatan Kode Program

Pada tahapan ini akan dilakukan proses pemrograman yang akan dilakukan sesuai dengan perancangan yang sudah di buat sebelumnya. Pada proses ini *programmer* akan menerjemahkan keinginan *user* kedalam bentuk kode yang akan dibuat menjadi sebuah sistem informasi yang dapat melihat informasi pola sebaran titik gempa mentawai.

4. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk menentukan fungsional dan teknis pada sistem yang dibangun, apakah sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, yaitu aplikasi berjalan dengan baik dan benar. Seluruh fungsi yang ada pada sistem akan diuji dan didata kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

3.5 Metode Pengujian Sistem

Pada penelitian ini digunakan metode pengujian kotak hitam (*Black-Box Testing*). Metode Blackbox Testing adalah sebuah metode yang dipakai untuk menguji sebuah software tanpa harus memperhatikan detail software. Pengujian ini hanya memeriksa nilai keluaran berdasarkan nilai masukan masing-masing. Tidak ada upaya untuk mengetahui kode program apa yang output pakai (Latif, 2015). Proses Black Box Testing dengan cara mencoba program yang telah dibuat dengan mencoba memasukkan data pada setiap formnya. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui program tersebut berjalan sesuai dengan yang dibutuhkan (Ningrum, et al., 2019).

3.6 Jadwal Penelitian

Jadwal dan waktu pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

Gambar 3. 1. Tabel Jadwal dan waktu pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Bulan			
		Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	Mei 2020
1	Studi Kepustakaan				
2	Penerimaan Proposal Skripsi				

3	Pengumpulan dan Analisis <i>Data</i>			
4	Pembuatan Sistem/Program			
5	Pengujian Sistem/Program			
6	Penyelesaian Laporan Akhir			

BAB VI

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

4.1. Analisis Sistem

Sebelum membuat sebuah sistem maka sudah dilakukan analisis sistem terlebih dahulu. Dimana analisis sangat penting untuk kebutuhan apakah sistem harus dibuat terbaru atau memperbarui sistem yang ada. Berikut merupakan diagram alur kerja sistem :



Gambar 4. 1. Diagram Alir Sistem

Dapat dilihat pada gambar 4.1. diagram alir sistem diatas data yang diinputkan merupakan data kekuatan dan kedalaman gempa tahun 2010 – 2019 yang diperoleh dari *website USGS.gov* data kemudian diolah dengan menggunakan metode *K-Medoids Clustering* lalu dilakukanlah proses untuk mendapatkan *clustering* pola sebaran gempa nya selanjutnya hasilnya akan ditampilkan berupa peta pola sebaran gempa mentawai tahun 2010 – 2019.

4.2. Perancangan Sistem

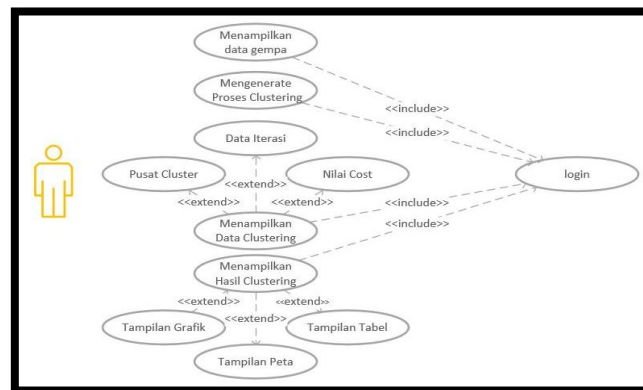
Perancangan yang dilakukan dalam pemetaan pola sebaran titik gempa bumi mentawai menggunakan metode *k-medoids clustering* adalah perancangan *Unified Modeling Diagram (UML)*, perancangan basis data dan perancangan (*interface*).

4.2.1. Perancangan *Unified Modeling Language* (UML)

Perancangan sistem untuk penelitian ini menggunakan diagram UML.

Berikut adalah diagram-diagram UML yang digunakan dalam penelitian ini :

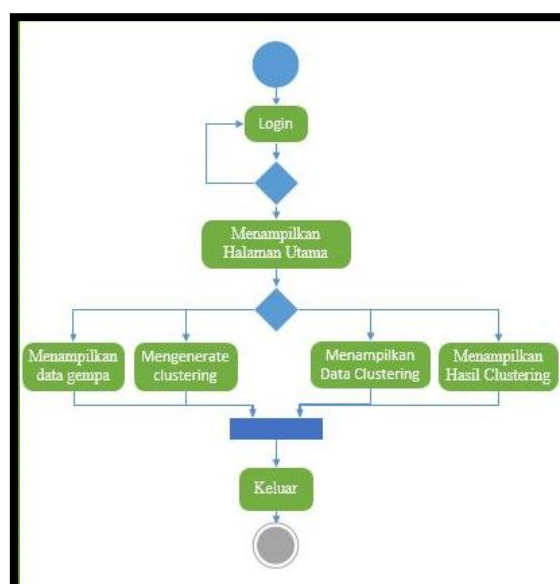
1. *Usecase Diagram*



Gambar 4. 2. *Usecase Diagram*

Dapat dilihat pada gambar 4.2. usecase diagram diatas, dalam aplikasi ini hanya terdapat 1 user yaitu admin, admin dapat melakukan menampilkan data gempa, mengenerate proses clustering, menampilkan data clustering dan menampilkan hasil clustering.

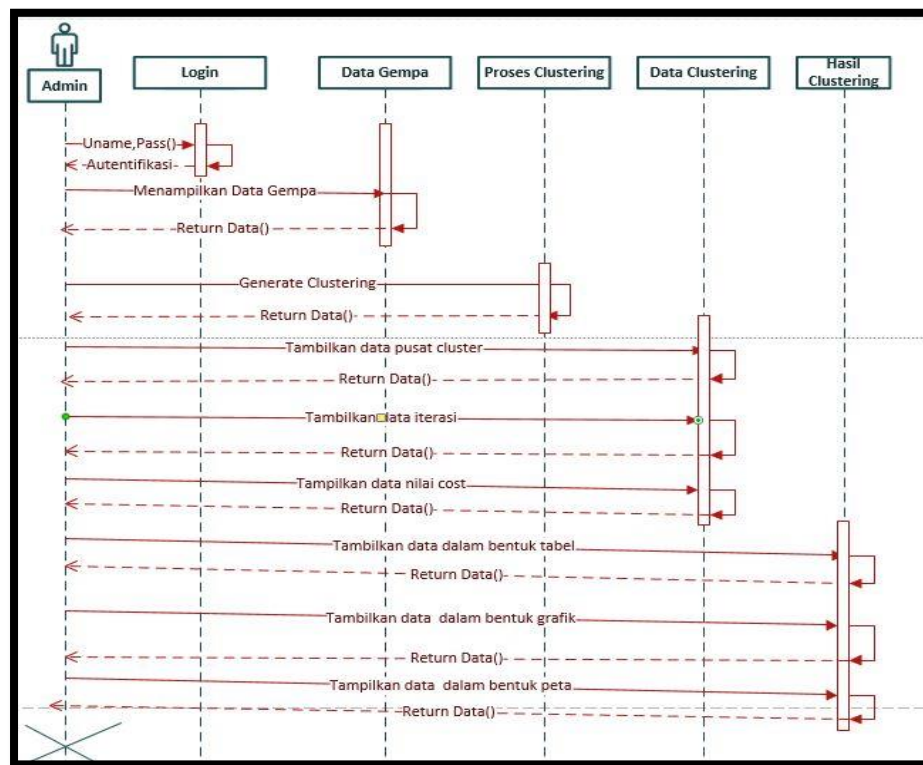
2. *Activity Diagram*



Gambar 4. 3. *Activity Diagram*

Gambar 4.3. *activity diagram* diatas menunjukan aktivitas apasaja yang bisa dilakukan oleh admin, untuk masuk kedalam sistem harus melakukan login terlebih dahulu dengan menginputkan *username* dan *password* yang benar. Setelah itu admin dapat menampilkan data gempa, *generate clustering*, menampilkan data *clustering* dan menampilkan hasil *clustering*.

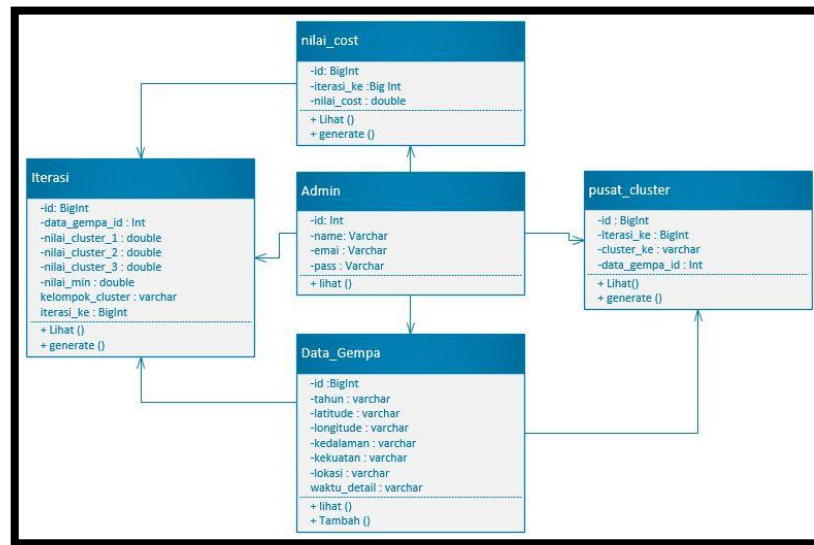
3. Sequence Diagram.



Gambar 4. 4. Sequence Diagram

Dapat dilihat pada gambar 4.4. *sequence diagram* diatas terdapat aktor admin yang harus melakukan login terlebih dahulu dengan menginputkan username dan password yang benar, setelah itu sistem akan memberikan *autentifikasi* kepada admin bahwa *login* berhasil atau gagal. Lalu admin akan dapat menampilkan data gempa, *generate clustering*, menampilkan data pusat *cluster*, menampilkan data iterasi dan data nilai cost. Selanjutnya admin dapat menampilkan hasil *clustering* dalam bentuk tabel, grafik dan peta.

4. Class Diagram



Gambar 4. 5. Class Diagram

Pada gambar 4.5. *Class Diagram* diatas terdapat aktor admin yang terhubung dengan *class* iterasi yang berelasi dengan kelas data gempa. Kemudian kelas data gempa juga berelasi dengan kelas pusat *cluster*, lalu terdapat kelas *nilai_cost* yang juga berelasi dengan tabel iterasi Berikut merupakan penjelasan masing-masing kelas lebih rinci :

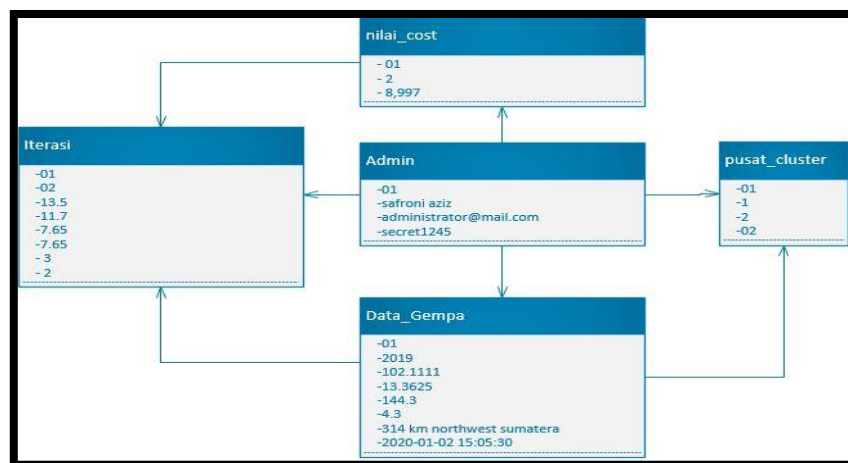
Tabel 4. 1. Penjelasan Diagram Kelas

Nama kelas	Keterangan
Iterasi	Merupakan kelas yang berisi data-data yang diperoleh setiap iterasi seperti data gempa, nilai cluster 1, 2 dan 3, nilai min dari nilai ketiga cluster, kelompok cluster dan keterangan iterasi seberapa data tersebut berlangsung.
Data Gempa	Merupakan kelas yang berisi data-data gempa seperti tahun terjadi gempa, titik koordinat tempat terjadinya gempa dalam bentuk latitude dan longitude, kedalaman

	dan kekuatan gempa, lokasi dan waktu detail terjadinya gempa.
Pusat <i>cluster</i>	Merupakan kelas yang berisi iterasi ke, cluster ke, dan data gempa.
Nilai <i>Cost</i>	Merupakan kelas yang berisi data iterasi yang berlangsung merupakan iterasi seberapa dan berapa nilai <i>cost</i> nya.

5. Diagram Objek

Pada diagram objek harus dipastikan semua kelas yang sudah didefinisikan pada diagram kelas harus dipakai objeknya, karena jika tidak, pendefinisian kelas itu tidak dapat dipertanggungjawabkan.

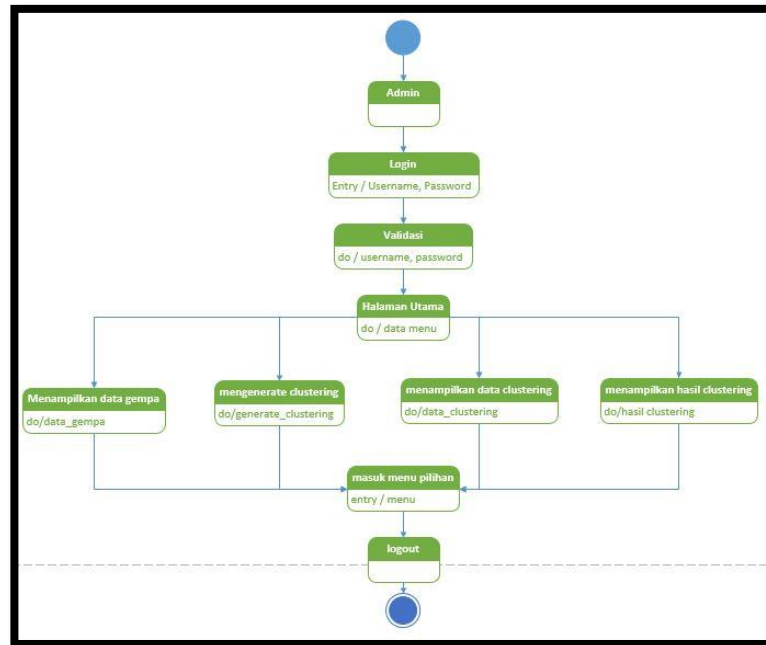


Gambar 4. 6. Diagram Objek

Pada gambar 4.6. diagram objek diatas merupakan contoh inputan dari tabel yang terdapat pada basis data. Sebagai contoh dapat dilihat pada kelas admin terdapat id admin samadengan 1, dengan nama safroni aziz yang memiliki *email* administrator@mail.com dan kata sandi secret1245. Admin akan terhubung dengan semua kelas yang ada yaitu kelas nilai_cost, kelas iterasi, kelas data_gempa dan

kelas *pusat_cluster*. Sementara itu terdapat kelas data gempa yang berelasi juga dengan kelas iterasi dan kelas *pusat_cluster*

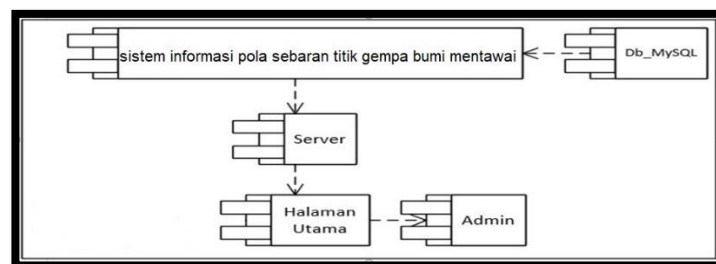
6. State machine diagram



Gambar 4. 7. State Machine Diagram

Pada gambar 4.7. *state machine diagram* diatas menjelaskan terdapat aktor admin yang harus melakukan proses login terlebih dahulu, kemudian divalidasi oleh sistem yang selanjutnya langsung menuju halaman utama admin, dihalaman utama admin inilah terdapat empat (4) menu yaitu menampilkan data gempa, *mengenerate clustering*, menampilkan data *clustering* dan menampilkan hasil *clustering*.

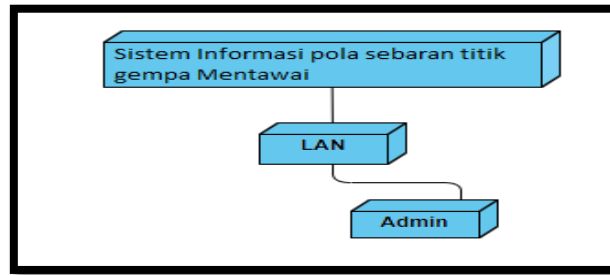
7. Component Diagram



Gambar 4. 8. Component Diagram

Pada gambar 4.8. *Component diagram* diatas menjelaskan tentang hubungan keterkaitan *website* sistem informasi pola sebaran titik gempa Mentawai dengan *server* yang terdapat halaman utama yang dapat diakses oleh aktor admin. Data-data yang berhubungan dengan website ini disimpan kedalam *db_MySQL*.

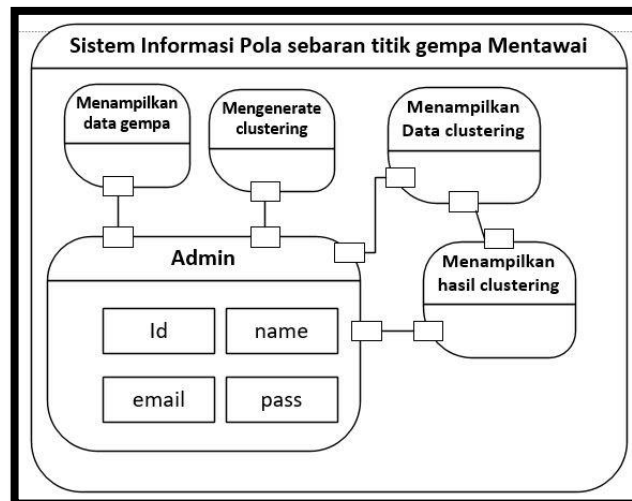
8. Deployment Diagram



Gambar 4. 9. Deeployment Diagram

Dapat dilihat pada gambar 4.14 *deployment diagram* diatas terdapat hubungan pada sistem informasi ini dengan suatu jaringan agar dapat diakses oleh admin untuk menjalankan sistem informasi tersebut.

9. Composite Structure Diagram

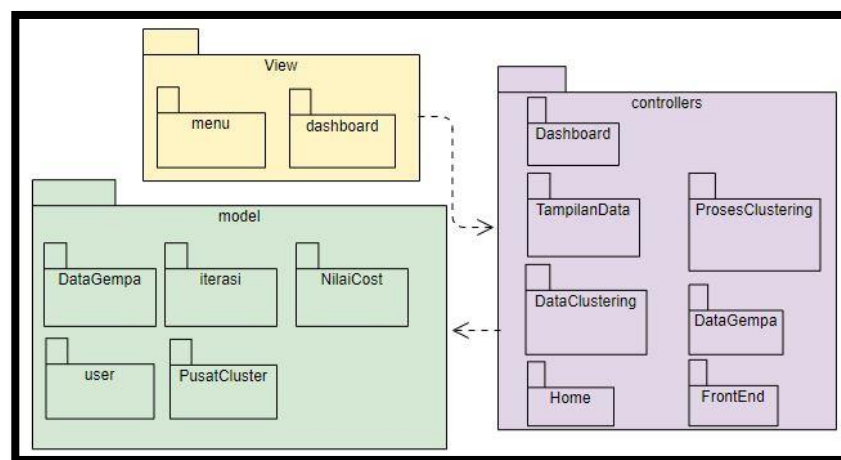


Gambar 4. 10. Composite Structure Diagram

Dapat dilihat pada gambar 4.10. *Composite Structure Diagram* diatas terdapat hubungan admin dengan beberapa menu yaitu admin menampilkan data gempa,

melalui data gempa sebelumnya akan dilakukan generate clustering dengan menggunakan *metode k-medoids clustering*, setelah data berhasil di *generate* admin dapat menampilkan data *clustering* dan admin dapat menampilkan hasil *clustering* dengan tampilan peta pola sebaran titik gempa, tampilan dalam bentuk grafik yaitu diagram batang dan diagram lingkaran dan yang terakhir hasil *clustering* akan ditampilkan dalam bentuk tabel.

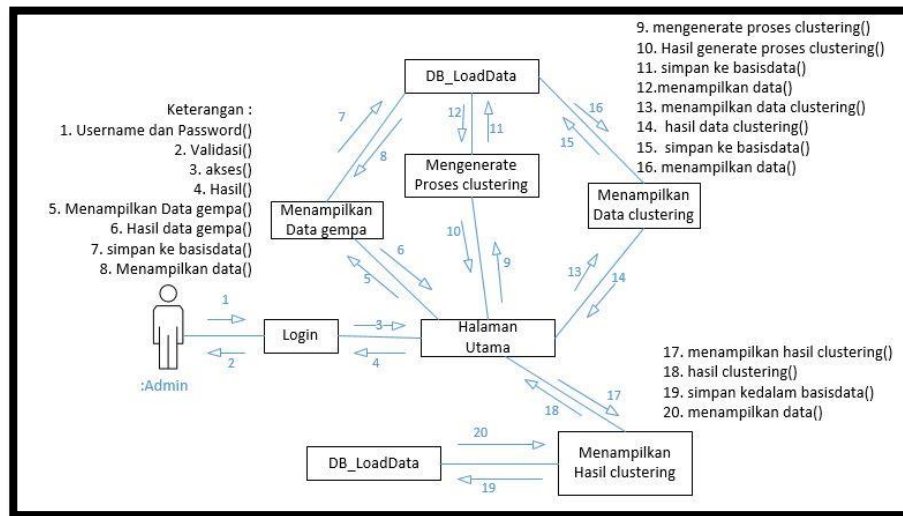
10. Package Diagram



Gambar 4. 11. Package Diagram

Dapat dilihat pada gambar 4.11 *package diagram* diatas terdapat hubungan *models*, *views* dan *controllers* dari sistem informasi peta pola sebaran titik gempa Mentawai yaitu terdapat 7 *controllers* (*dashboard*, *dataClustering*, *DataGempa*, *Home*, *FrontEnd*, *ProsesClustering*, *TampilanData*) *controllers* disini berperan sebagai pengolah data atau penerapan logika kedalam bentuk sistem. *Controllers* juga merupakan bagian yang akan menjembatani antara *models* dan *views*. Selanjutnya terdapat *models* (*DataGempa*, *Iterasi*, *NilaiCost*, *PusatCluster*, *user*). *Models* disini mewakili struktur data yang berisi fungsi-fungsi yang membantu dalam proses pengolahan basis data. Lalu yang terakhir, terdapat *views dashboard* dan *views menu*. *Views* disini adalah bagian yang mengatur tampilan ke aktor.

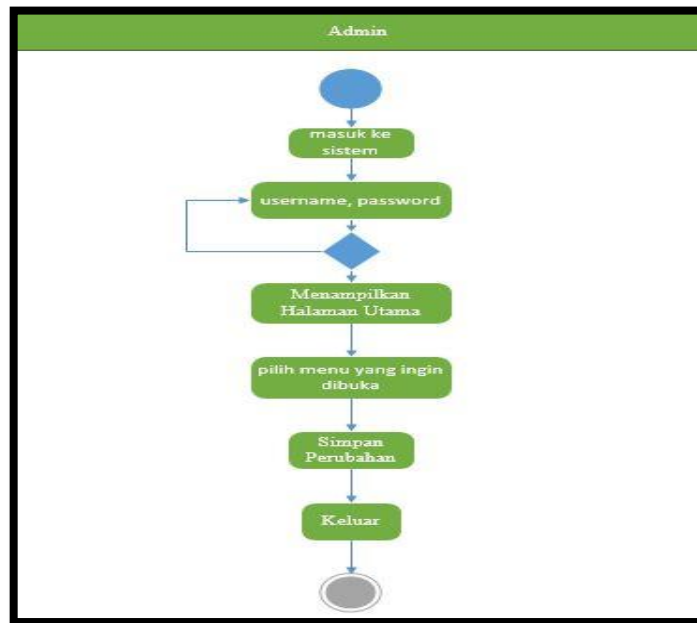
11. Communication Diagram



Gambar 4. 12. Diagram Komunikasi

Gambar 4.19. *Communication Diagram Admin* diatas merupakan komunikasi antara aktor admin dengan sistem dimulai dari aktor admin melakukan proses login dengan menginputkan username dan password yang benar, selanjutnya akan divalidasi bahwa login berhasil. Admin akan mengakses halaman utama dan dihalaman utama akan beberapa menu seperti admin menampilkan dara gempa yang data tersebut disimpan kedalam basis data kemudian ditampilkan, selanjutnya admin dapat mengenerate data tersebut untuk melakukan proses clustering dengan menggunakan *metode k-medoids clustering* dan data kembali disimpan kedalam basis data untuk ditampilkan kembali. Lalu admin juga dapat menampilkan data clustering dan menampilkan hasil clustering kedalam tiga bentuk tampilan yaitu tampilan pola sebaran titik gempa bumi mentawai, tampilan diagram batang dan diagram lingkaran, dan yang terakhir tampilan dalam bentuk tabel.

12. Interaction Overview Admin



Gambar 4. 13. *Interaction Overview*

Dapat dilihat pada gambar 4.13 *interaction overview* merupakan diagram *interaction overview* aktor admin. *Interaction overview* mirip dengan diagram aktivitas yang berfungsi untuk menggambarkan sekumpulan urutan aktivitas.

4.2.2. Perancangan Basis Data

Database atau basis data adalah koleksi data yang bisa mencari secara menyeluruh dan secara sistematis memelihara informasi (Janner, 2007:2). Sedangkan menurut Abdul Kadir (2014:218), “basis data (database) adalah pengorganisasi sekumpulan data yang saling terkait sehingga memudahkan aktivitas untuk memperoleh informasi. Basis data dimaksudkan untuk mengatasi problem pada sistem yang memakai pendekatan berbasis berkas.” Untuk mengelola database diperlukan perangkat lunak yang disebut Database Management System (Suendri, 2018). Berikut merupakan rancangan basis data sistem informasi pola sebaran gempa bumi Mentawai tahun 2010 – 2019. Berikut merupakan rancangan basis data sistem informasi pola sebaran titik gempa:

Tabel 4. 2. Data Gempa

Nama	Tipe	Panjang	Keterangan
Id	BigInt	20	<i>Primary key</i>
Tahun	Varchar	255	
Latitude	Varchar	255	
Longitude	Varchar	255	
Kedalaman	Varchar	255	
Kekuatan	Varchar	255	
Lokasi	Varchar	255	
Waktu_detail	Varchar	255	

Tabel 4. 3. Tabel Iterasi

Nama	Tipe	Panjang	Keterangan
Id	BigInt	20	<i>Primary key</i>
Data_gempa_id	Int	10	
Nilai_cluster_1	Double	8,2	
Nilai_cluster_2	Double	8,2	
Nilai_cluster_3	Double	8,2	
Nilai_min	Double	8,2	
Kelompok_cluster	Varchar	255	
Iterasi_ke	BigInt	20	

Tabel 4. 4. Tabel Nilai *Cost*

Nama	Tipe	Panjang	Keterangan
Id	BigInt	20	<i>Primary key</i>
Iterasi_ke	BigInt	20	
Nilai_cost	Double	8,2	

Tabel 4. 5. Tabel Pusat Cluster

Nama	Tipe	Panjang	Keterangan
Id	BigInt	20	<i>Primary key</i>
Iterasi_ke	BigInt	20	
cluster_ke	Varchar	255	
Data_gempa_id	Int	10	

Tabel 4. 6. Tabel user

Nama	Tipe	Panjang	Keterangan
Id	BigInt	20	<i>Primary key</i>
Nama	Varchar	255	
Email	Varchar	255	
password	Varchar	255	

4.2.3. Perancangan *Interface*

Interface (antarmuka) adalah suatu media yang menghubungkan antara pengguna dengan sistem yang akan dibangun.

13. Halaman *Login*



Form Login Administrator
Aplikasi Pemetaan Pola Sebaran
Gempa Bumi Mentawai

administrator@mail.com

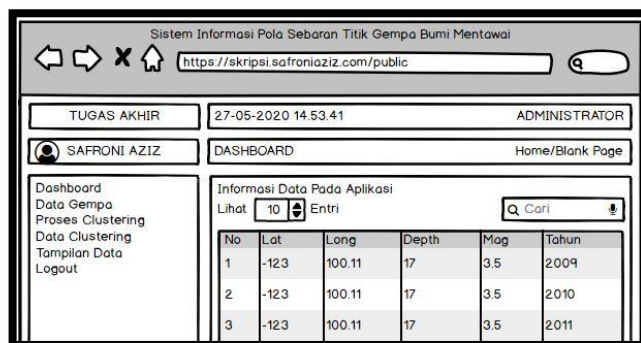
Login

Gambar 4. 14. Rancangan Halaman Login

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 Halaman *login* diatas merupakan rancangan untuk halaman login yang hanya bisa diakses oleh admin yang sudah mengetahui *username* dan *password* untuk masuk kedalam sistem admin. Artinya tidak semua orang bisa masuk kedalam sistem admin karena tidak tersedia halaman untuk melakukan *register*.

14. Halaman Utama

Halaman utama merupakan tampilan utama dari sistem informasi pola sebaran titik gempa bumi mentawai.



Sistem Informasi Pola Sebaran Titik Gempa Bumi Mentawai

https://skripsi.safroniaziz.com/public

TUGAS AKHIR 27-05-2020 14:53:41 ADMINISTRATOR

SAFRONI AZIZ DASHBOARD Home/Blank Page

Dashboard
Data Gempa
Proses Clustering
Data Clustering
Tampilan Data
Logout

Informasi Data Pada Aplikasi

Lihat 10 Entri

No	Lat	Long	Depth	Mag	Tahun
1	-123	100.11	17	3.5	2009
2	-123	100.11	17	3.5	2010
3	-123	100.11	17	3.5	2011

Gambar 4. 15. Rancangan Antarmuka Halaman Utama

Dapat dilihat pada gambar 4.2. rancangan antarmuka halaman utama diatas terdapat informasi yang berbentuk tabel mengenai *latitude*, *longitude*, kedalaman (*depth*) gempa, kekuatan (*magnitude*) gempa dan tahun terjadinya gempa tersebut.

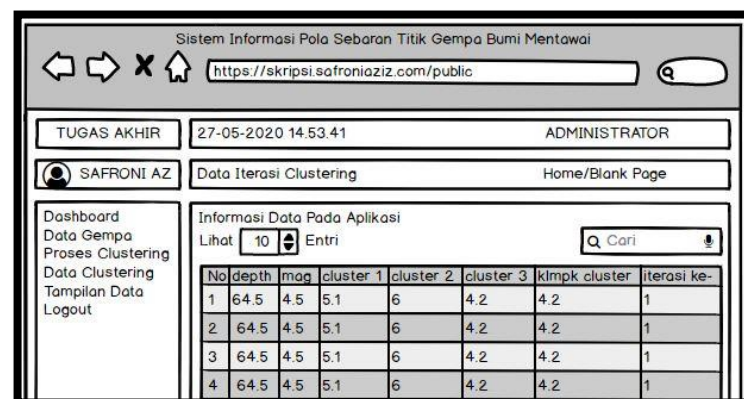
15. Halaman Proses *Clustering*



Gambar 4. 16. Rancangan Antarmuka Proses *Clustering*

Dapat dilihat pada gambar 4.3. rancangan proses *clustering* diatas memberikan informasi data proses clustering yang berupa jumlah iterasi, jumlah data yang termasuk kedalam cluster 1, cluster 2 dan cluster 3. Jumlah iterasi disesuaikan dengan proses clustering. Iterasi akan dihentikan apabila nilai cost yang baru diperoleh lebih besar daripada nilai cost sebelumnya. Pada halaman inilah dilakukannya proses *clustering* dengan metode *K-Medoids*.

16. Halaman Data Iterasi Clustering

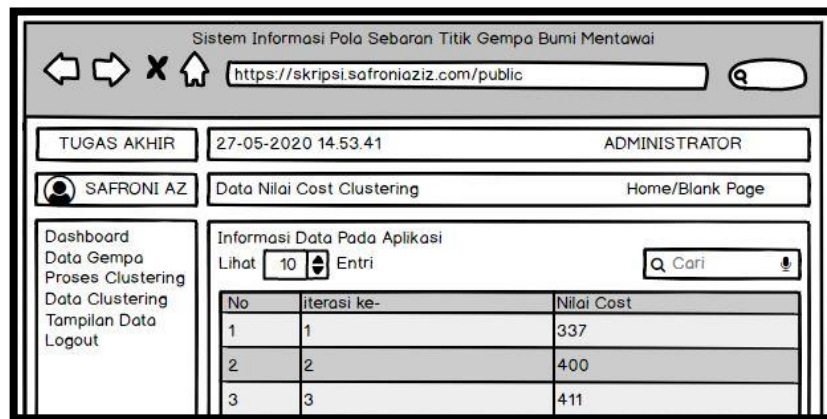


Gambar 4. 17. Rancangan Antarmuka Data Iterasi Clustering

Dapat dilihat pada gambar 4.4. rancangan antarmuka data iterasi clustering diatas memebrikan informasi mengenai nilai kedalaman, nilai kekuatan, nilai *cluster 1*, nilai *cluster 2* dan nilai *cluster 3* yang didapatkan dengan menggunakan rumus *manhattan distance*. Selain itu terdapat kolom kelompok *cluster* maksudnya

disini data dengan kedalaman dan kekuatan gempa sekian masuk kedalam kelompok *cluster* yang nilai *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3 paling kecil. Lalu yang terakhir terdapat kolom iterasi ke berapa data tersebut dilakukan.

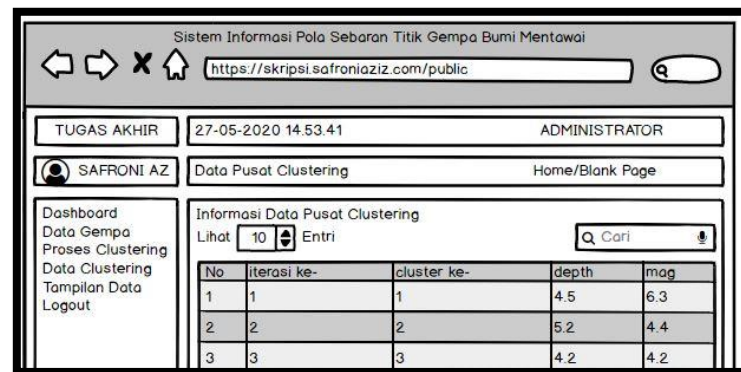
17. Halaman Data Nilai *Cost*



Gambar 4. 18. Rancangan Antarmuka Halaman Data Nilai Cost

Dapat dilihat pada gambar 4.5 rancangan antarmuka halaman data nilai cost diatas memberikan informasi nilai cost pada masing-masing iterasi.

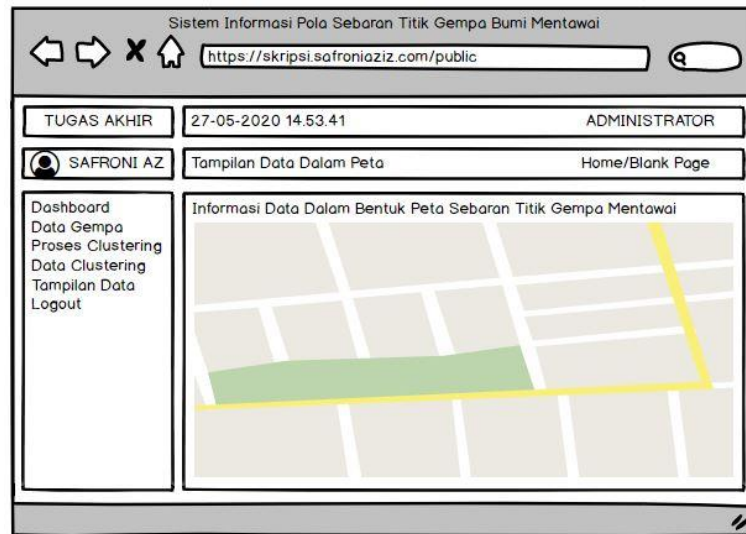
18. Halaman data Pusat *Clustering*



Gambar 4. 19. Rancangan Antarmuka Halaman Data Pusat *Clustering*

Pada gambar 4.6. rancangan antarmuka halaman data pusat *clustering* memberikan informasi berupa iterasi ke berapa, cluster ke berapa dan berapa nilai depth (kedalaman) gempa dan magnitude (kekuatan) gempanya.

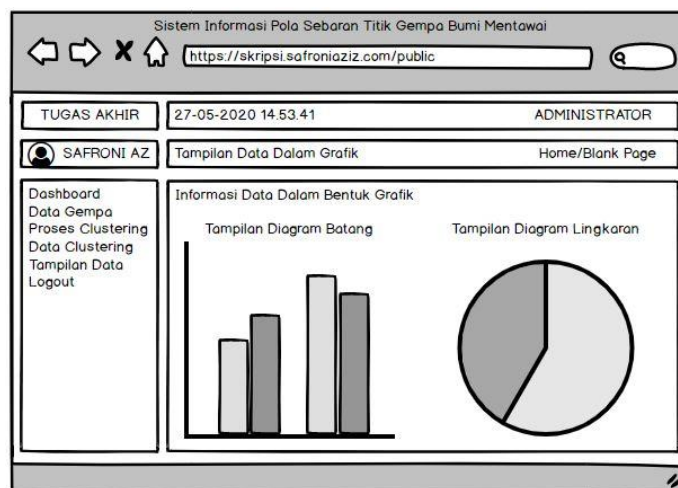
19. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Peta



Gambar 4. 20. Rancangan Antarmuka Halaman tampilan dalam bentuk peta

Pada gambar 4.7. Rancangan antarmuka halaman tampilan dalam bentuk peta memberikan informasi titik-titik pola sebaran gempa bumi mentawai yang telah diklustering terlebih dahulu. Sehingga, pada peta ini nanti sudah menampilkan hasil klusteringnya.

20. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Diagram



Gambar 4. 21. Rancangan Antarmuka Tampilan data dalam bentuk diagram

Dapat dilihat pada gambar 4.8 diatas memberikan informasi dengan tampilan diagram batang dan diagram lingkaran yang akan memberikan kemudahan untuk menganalisis data.

21. Halaman Tampilan Dalam Bentuk Tabel

No	depth	mag	clust 1	clust 2	clust 3	nilai min	klmpk cluster	iterasi ke-
1	4.5	6.3	3	4	5	3	1	1
2	5.2	4.4	5	4	3	3	3	1
3	4.2	4.2	4	4.5	6	4	1	1

Gambar 4. 22. Rancangan Antarmuka Tampilan Dalam Bentuk Tabel

Pada gambar 4.9 rancangan antarmuka tampilan dalam bentuk tabel yang memberikan informasi berupa kedalaman gempa (*depth*), kekuatan gempa (*magnitude*), nilai dari *cluster 1*, *cluster 2* dan *cluster 3*. Serta terdapat kolom nilai min disini diperoleh dari nilai paling minimum antara *cluster 1*, 2 dan 3. Jika nilai minimal terdapat dikolom 1 maka data kelompok *cluster* berisi *cluster* mana yang memiliki data paling kecil yaitu 1. Selanjutnya yang terakhir terdapat informasi iterasi beberapa data-data sebelumnya ditemukan.

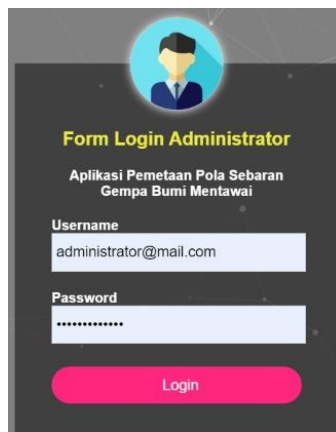
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Implementasi Sistem

Pada bagian sub menu implementasi sistem ini akan membahas penerapan perancangan kedalam sistem informasi pola sebaran gempa ini. Pada sistem ini, terdapat halaman yang dapat diakses langsung oleh pengguna secara umum dan dapat juga diakses oleh aktor admin untuk melakukan manajemen data. Berikut hasil dari penerapan rancangan antarmuka sistem yang telah diterapkan ke dalam sistem.

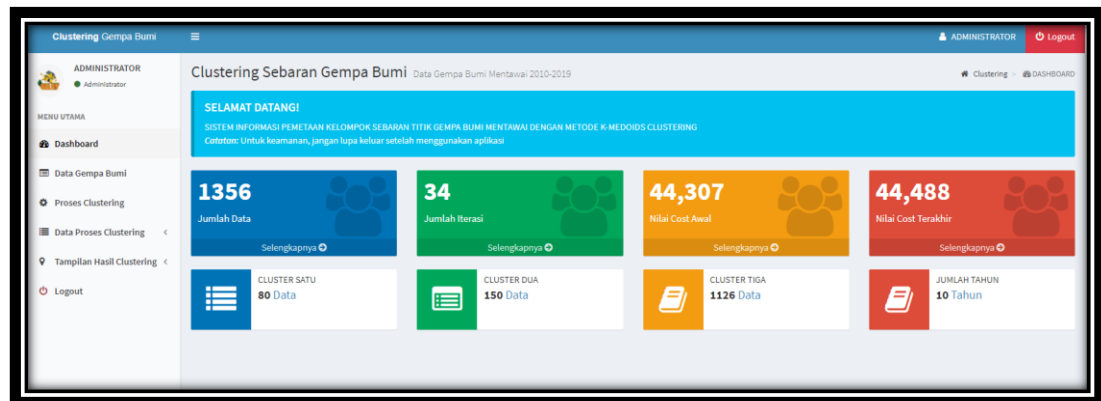
1.1.1. Halaman *Login*



Gambar 5. 1. Halaman *Form Login*

Untuk dapat melakukan manajemen sistem admin diharuskan untuk masuk kedalam sistem terlebih dahulu dengan menginputkan username dan password yang benar.

1.1.2. Halaman Dashboard



Gambar 5. 2. Halaman Dashboard

Pada Gambar 5.1.2, halaman Dashboard diatas merupakan tampilan sistem awal yang memuat informasi tentang jumlah data sebanyak 1356 data, jumlah iterasi, jumlah nilai cost, jumlah tahun sebanyak 10 tahun yaitu tahun 2010, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 san 2019, dan jumlah data hasil cluster.

1.1.3. Halaman Data Gempa Bumi Mentawai

The data page for 'Clustering Gempa Bumi' shows a table titled 'Data Gempa Bumi 10 Tahun'. The table has columns: 'No', 'Tahun', 'Latitude', 'Longitude', 'Kedalaman', 'Kekuatan', and 'Nama Lokasi'. The data is filtered for the year 2012. The table shows 10 entries, with details like coordinates, depth, magnitude, and location names. The interface includes a sidebar menu and a search bar.

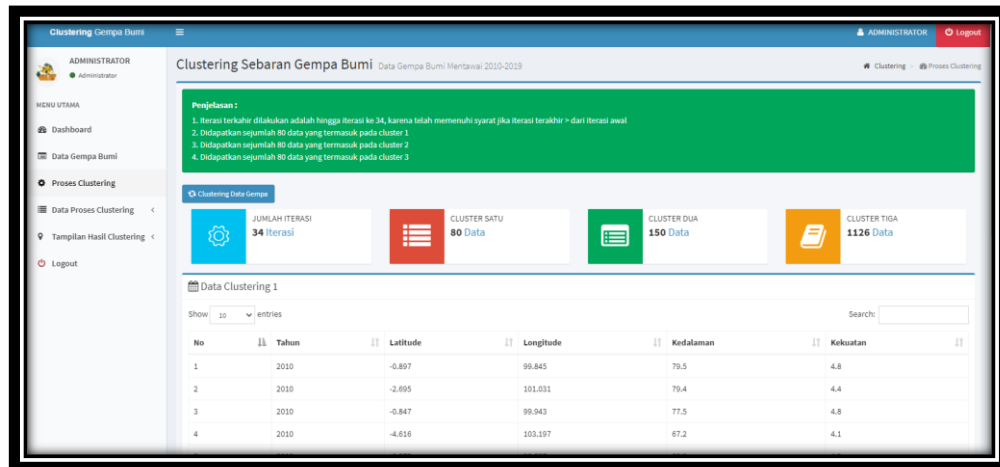
No	Tahun	Latitude	Longitude	Kedalaman	Kekuatan	Nama Lokasi
1	2012	-0.23	96.499	35	4.4	Kepulauan Batu, Indonesia
2	2012	-1.994	100.797	65.5	4.6	southern Sumatra, Indonesia
3	2012	-4.108	101.776	43.5	4.2	southern Sumatra, Indonesia
4	2012	-3.432	100.767	35	4.5	Kepulauan Mentawai region, Indonesia
5	2012	-3.54	100.542	10	4.9	Kepulauan Mentawai region, Indonesia
6	2012	-5.156	102.283	41	4.8	southern Sumatra, Indonesia
7	2012	0.265	97.642	13.5	4.3	Nias region, Indonesia
8	2012	-4.535	102.826	35.3	5.2	southern Sumatra, Indonesia
9	2012	-4.941	102.97	48.4	4.3	southern Sumatra, Indonesia
10	2012	-4.775	103.118	72	4.5	southern Sumatra, Indonesia

Gambar 5. 3. Halaman data gempa bumi mentawai

Pada gambar 5.3 Halaman data gempa bumi mentawai diatas merupakan halaman yang berisi informasi data gempa bumi mentawai berupa koordinat daerah

yang terbagi berdasarkan *latitude* dan *longitude*, kedalaman dan kekuatan gempa dan yang terakhir terdapat informasi tanggal terjadinya gempa tersebut.

1.1.4. Halaman Proses *Clustering*



Gambar 5. 4. Halaman Proses *Clustering*

Pada gambar 5.4. Halaman Proses *Clustering* tersebut merupakan halaman yang berisi tentang jumlah iterasi yang dilakukan, jumlah iterasi ini akan berhenti jika nilai *cost* saat ini lebih besar dari jumlah *cost* sebelumnya, pada gambar memberikan informasi terdapat 3 iterasi, selait itu terdapat juga hasil dari jumlah *clustering* 1, *clustering* 2 dan *clustering* 3 karena penelitian ini membagi menjadi 3 *clustering*.

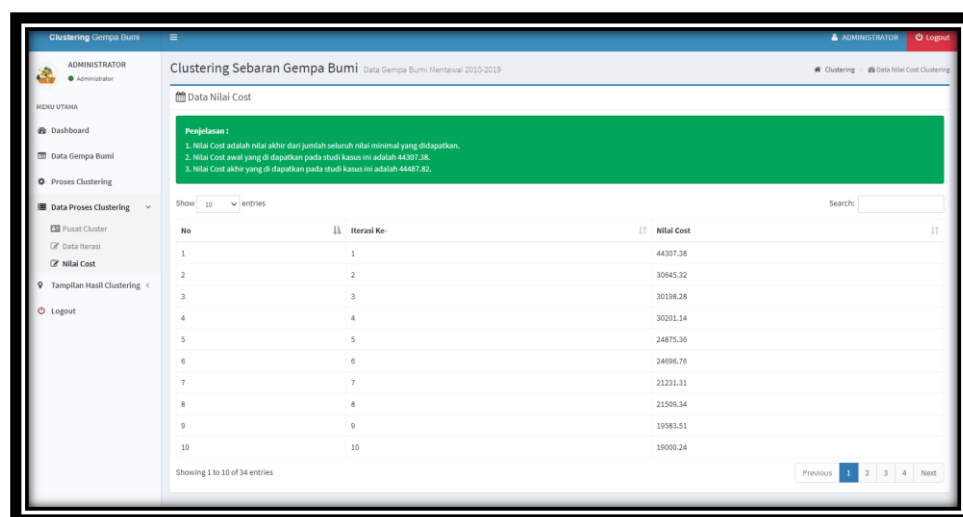
1.1.5. Halaman Data Iterasi *Clustering*

No	Kedalaman	Kekuatan	Nilai Cluster 1	Nilai Cluster 2	Nilai Cluster 3	Nilai Min	Kelompok Cluster	Iterasi Ka
1	35	4.4	32.2	61.52	32.16	32.16	3	34
2	65.5	4.6	1.77	31.02	1.67	1.67	3	34
3	43.5	4.2	23.7	53.02	23.67	23.67	3	34
4	35	4.5	32.2	61.52	32.16	32.16	3	34
5	10	4.9	57.21	86.52	57.16	57.16	3	34
6	41	4.8	26.21	55.52	26.16	26.16	3	34
7	13.5	4.3	53.7	83.02	53.66	53.66	3	34
8	35.3	5.2	31.92	61.23	31.86	31.86	3	34
9	48.4	4.3	18.6	48.12	18.77	18.77	3	34
10	72	4.5	4.82	24.52	4.85	4.82	1	34

Gambar 5. 5. Data Iterasi *Clustering*

Pada gambar 5.5. Data Iterasi *Clustering* menjelaskan bahwa terdapat informasi tentang kekuatan dan kedalaman gempa, nilai *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3, ketiga nilai *cluster* ini dipilih data secara random, kemudian terdapat kolom nilai min yang mana nilai min disini akan mengambil nilai paling minimal diantara nilai dari ketiga cluster sebelumnya, selanjutnya terdapat kolom kelompok cluster yang didapatkan dari hasil nilai minimal sebelumnya yang termasuk kedalam cluster yang mana, selanjutnya yang terakhir terdapat kolom iterasi yang memberikan informasi iterasi seberapa.

1.1.6. Halaman Data Nilai *Cost*



Clustering Sebaran Gempa Bumi Data Gempa Bumi Mentawai 2010-2019

Data Nilai Cost

Penjelasan :

1. Nilai Cost adalah rata-rata dari jumlah seluruh nilai minimal yang didapatkan.
2. Nilai Cost awal yang di dapatkan pada studi kasus ini adalah 44307,38.
3. Nilai Cost akhir yang di dapatkan pada studi kasus ini adalah 44487,82.

Show 10 entries

No	Iterasi Ke-	Nilai Cost
1	1	44307,38
2	2	30645,32
3	3	30398,28
4	4	30201,14
5	5	24875,36
6	6	24896,76
7	7	21231,31
8	8	21509,34
9	9	19583,51
10	10	19090,34

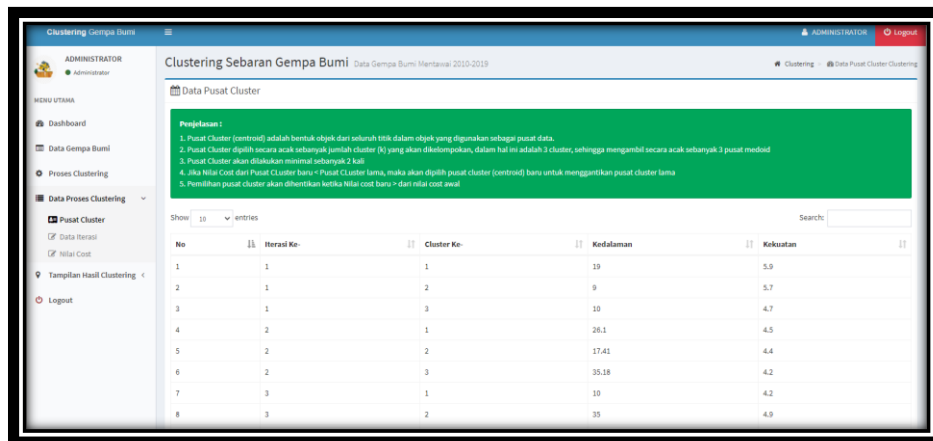
Showing 1 to 10 of 34 entries

Previous 1 2 3 4 Next

Gambar 5. 6. Halaman Data Nilai *Cost*

Pada gambar 5.6. Halaman Data Nilai *Cost* diatas memberikan informasi batas iterasi dan nilai *cost* nya. Nilai *cost* disini didapatkan dari hasil penjumlahan kolom nilai min pada halaman data iterasi *clustering*.

1.1.7. Halaman Data Pusat Clustering



Clustering Sebaran Gempa Bumi

Data Pusat Cluster

Proses Cluster

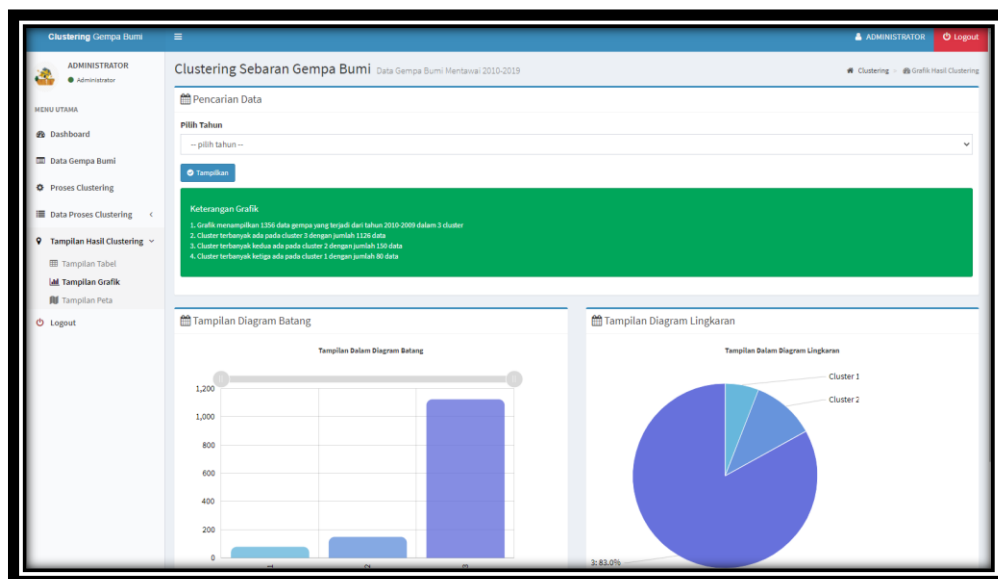
1. Pusat Cluster (centroid) adalah bentuk objek dari seluruh titik dalam objek yang digunakan sebagai pusat data.
2. Pusat Cluster dipilih secara acak sebanyak jumlah cluster (k) yang akan dikompromikan, dalam hal ini adalah 3 cluster, sehingga mengambil secara acak sebanyak 3 pusat medoid
3. Pusat Cluster akan dilakukan minimal sebanyak 2 kali
4. Jika Nilai Cost dari Pusat Cluster baru < Pusat Cluster lama, maka akan dipilih pusat cluster (centroid) baru untuk menggantikan pusat cluster lama
5. Penentuan pusat cluster akan diberikan ketika nilai cost baru > dari nilai cost awal

No	Iterasi Ke-	Cluster Ke-	Kedalaman	Kekuatan
1	1	1	19	5.9
2	1	2	9	5.7
3	1	3	10	4.7
4	2	1	26.1	4.5
5	2	2	17.41	4.4
6	2	3	35.18	4.2
7	3	1	10	4.2
8	3	2	35	4.9

Gambar 5. 7. Halaman Data Pusat Clustering

Pada gambar 5.7. Halaman Data Pusat *Clustering* diatas memberikan informasi pusat-pusat *clustering* dari ketiga iterasi beserta dengan nilai kedalaman dan kekuatan gempa nya.

1.1.8. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Grafik

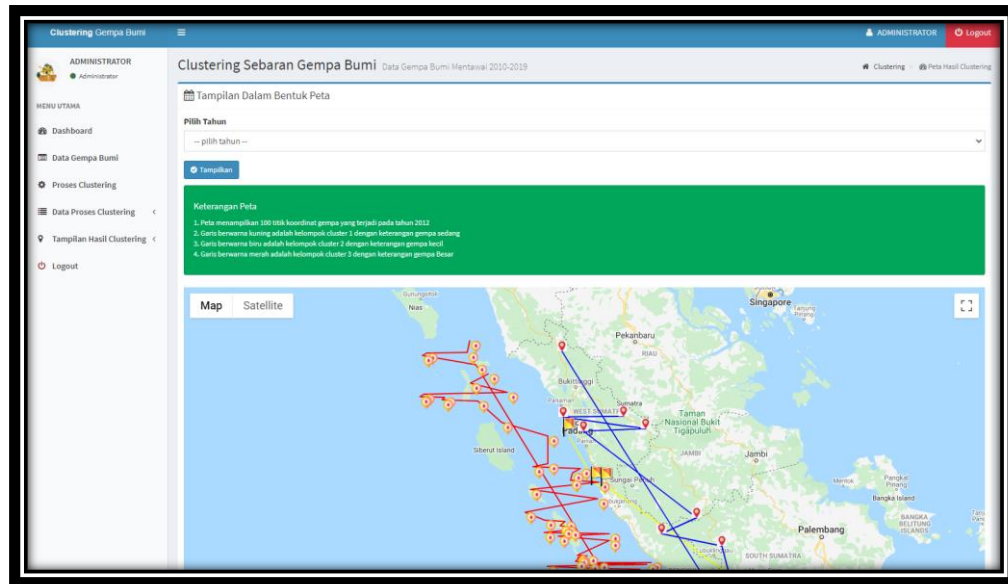


Gambar 5. 8. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Grafik

Pada gambar 5.8. Halaman tampilan data dalam bentuk grafik diatas memberikan informasi mengenai jumlah data setiap *cluster* yang terdapat pada

cluster 1, cluster 2 dan cluster 3. Data tersebut disajikan kedalam bentuk grafik batang dan grafik lingkaran.

1.1.9. Halaman Tampilan Data Dalam Bentuk Peta



Gambar 5. 9. Tampilan data dalam bentuk peta

Pada gambar 5.9. Tampilan data dalam bentuk peta diatas memberikan informasi pola sebaran yang dihasilkan dari 3 cluster, dengan masing-masing warna garis biru, merah dan kuning. Setiap titik koordinat akan dihubungkan dengan garis.

1.1.10. Tampilan Data Dalam Bentuk Tabel

No	Kedalaman	Kekuatan	Nilai Cluster 1	Nilai Cluster 2	Nilai Cluster 3	Nilai Min	Kelompok Cluster	Iterasi Ke
1	35	4.4	32.2	61.52	32.16	32.16	3	34
2	65.5	4.6	1.77	31.02	1.67	1.67	3	34
3	43.5	4.2	23.7	53.02	23.67	23.67	3	34
4	35	4.5	32.2	61.52	32.16	32.16	3	34
5	10	4.9	57.21	86.52	57.16	57.16	3	34
6	41	4.8	26.21	55.52	26.16	26.16	3	34
7	13.5	4.3	53.7	83.02	53.66	53.66	3	34
8	35.3	5.2	31.92	61.23	31.86	31.86	3	34
9	48.4	4.3	18.8	48.12	18.77	18.77	3	34
10	72	4.5	4.82	24.52	4.85	4.82	1	34

Gambar 5. 10. Tampilan Data Dalam Bentuk Tabel

Pada gambar 5.10. Tampilan data dalam bentuk Tabel diatas berisi tentang kedalaman, kekuatan, nilai cluster 1, cluster 2 dan cluster 3, selanjutnya terdapat kolom nilai min yang didapatkan dari nilai minimal diantara 3 cluster tersebut, lalu terdapat kolom kelompok cluster dan iterasi beberapa.

1.2. Pengujian Sistem

Pada Sistem Pemetaan Pola Sebaran Gempa Bumi Mentawai ini pengujian sistem dilakukan dengan pengujian *black box* dan pengujian perhitungan.

1.2.1. Pengujian Black Box

Black Box Testing dimana untuk pengetesan program langsung melihat pada aplikasinya tanpa perlu mengetahui struktur programnya. Pengujian ini dilakukan untuk melihat suatu program apakah telah memenuhi atau belum (Alfaris, et al., 2013).

Kesalahan program yang mungkin terjadi diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu (Alfaris, et al., 2013):

- a) Kesalahan Bahasa (*language error*) Kesalahan bahasa atau kesalahan penulisan (*syntax errors*) atau kesalahan gramatikal (*grammatical errors*) adalah kesalahan dalam penulisan kode program yang tidak sesuai dengan disyaratkan. Kesalahan ini relatif mudah ditemukan dan diperbaiki, karena browser akan memberitahukan letak dan sebab kesalahan waktu program dijalankan.
- b) Kesalahan Waktu Proses (*run-time errors*) Adalah kesalahan yang terjadi waktu executable program dijalankan kesalahan ini menyebabkan program berhenti sebelum selesai pada saatnya, karena *browser* menemukan kondisi yang belum dipenuhi yang tidak bisa dikerjakan. Kesalahan ini relatif mudah

ditemukan dan diperbaiki, karena *browser* akan memberitahukan letak dan sebab kesalahan waktu program dijalankan.

- c) Kesalahan Logika Adalah kesalahan logika pada program yang dibuat. Kesalahan seperti ini sulit ditemukan karena tidak ada pemberitahuan mengenai kesalahannya dan tetap akan diperoleh hasil dari proses program tapi hasilnya salah. Kesalahan ini dapat ditemukan dengan test data, yaitu dengan membandingkan hasil pengolahan sistem dengan hasil yang sudah diketahui. Bila hasilnya berbeda berarti ada kesalahan (Alfaris, et al., 2013).

Berikut merupakan hasil pengujian sistem dengan black box testing :

Tabel 5. 1. *Black Box Testing*

Kelas Uji	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil dan Kesimpulan
Login	Berhasil mengenali admin	Sistem menampilkan halaman dashboard admin	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
Data Gempa	Menampilkan informasi data gempa	Menampilkan informasi data gempa berupa lokasi kejadian gempa (latitude, longitude), kedalaman dan kekuatan gempa, serta tahun terjadinya gempa.	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
Proses Clustering	Berhasil melakukan proses clustering	Menampilkan hasil dari proses clustering berupa jumlah iterasi dan jumlah data yang termasuk	[√]Berhasil []Tidak Berhasil

		kedalamn cluster 1, 2 dan 3.	
Data Clustering	Pusat Cluster	Berhasil menampilkan data iterasi ke, cluster ked an kedalaman, kekuatan gempa nya.	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
	Data Iterasi	Berhasil menampilkan informasi data iterasi berupa kedalaman dan kekuatan gempa,nilai cluster 1, 2, dan 3, nilai minimum, kelompok cluster dan iterasi keberapa data tersebut terjadi	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
	Nilai Cost	Berhasil menampilkan data dari nilai cost berupa iterasi keberapa dan berapa jumlah nilai costnya.	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
Tampilan Data	Tampilan Tabel	Berhasil menampilkan hasil clustering dalam bentuk tabel	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
	Tampilan Grafik	Berhasil menampilkan hasil clustering dalam bentuk diagram batang dan diagram lingkaran	[√]Berhasil []Tidak Berhasil

	Tampilan Peta	Berhasil menampilkan hasil clustering dalam bentuk peta pola sebaran titik gempa Mentawai	[√]Berhasil []Tidak Berhasil
--	---------------	---	----------------------------------

1.2.2. Pengujian Perhitungan

Pada penelitian ini, akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *K-Medoids Clustering*, maka akan dilakukan perhitungan dengan mencari pusat *cluster* sebanyak k yaitu samadengan 3. Sebelum ketahapan perhitungan, berikut merupakan data yang akan diolah nantinya :

Tabel 5. 2. Data Penelitian

Tahun	Latitude	Longitude	depth	Mag
2019	-2.0879	100.618	64.65	4.5
2019	-4.2173	102.1178	73.43	4.2
2019	-2.2276	99.3207	10	4.4
2019	-2.8469	100.9598	35	4.4
2019	-2.9702	100.9448	40.28	5.6
2019	0.5676	99.8691	167.24	4.7
2019	-4.5951	102.2283	42.56	4.7
2019	-0.9072	97.9212	10	5
2019	-0.9122	97.8908	10	4.7
2019	-5.2035	103.6705	69.84	4.8

a. Inisialisasi Pusat *Cluster* sebanyak k

Pada penelitian ini digunakan 3 cluster yaitu gempa rendah, gempa sedang dan gempa tinggi. Jadi $k = 3$. Untuk mendapatkan pusat *cluster* akan dipilih secara *random* oleh sistem. Berikut adalah tabel pusat *cluster* yang telah dipilih *random*:

Tabel 5. 3. Pusat *Cluster*

Cluster	Kedalaman	Kekuatan
1	69.02	4.6
2	46.15	4.1
3	59.2	5

- b. Alokasikan setiap data (objek) ke cluster terdekat.

Dengan menggunakan persamaan ukuran jarak *Euclidian Distance* sebagai berikut:

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

Untuk mendapatkan jarak Euclidian distance lakukan perhitungan dengan persamaan 2.1 diatas antara tabel 5.1. data penelitian pada kolom *depth* dan *mag* dengan tabel 5.2. pusat *cluster* kolom kedalaman dan kekuatan. Perhatikan perhitungan dibawah berikut :

Untuk distance 69.02 dan 4.6 **Dengan pers $\sqrt{(x_i - y_i)^2 + (x_i - y_i)^2}$**

$$\sqrt{(64.65 - 69.02)^2 + (4.5 - 4.6)^2} = \sqrt{19.0969 + 0.01} = 4.371144015$$

$$\sqrt{(73.43 - 69.02)^2 + (4.2 - 4.6)^2} = \sqrt{19.4481 + 0.16} = 4.428103431$$

$$\sqrt{(10 - 69.02)^2 + (4.4 - 4.6)^2} = \sqrt{3483.3604 + 0.04} = 59.02033887$$

$$\sqrt{(35 - 69.02)^2 + (4.4 - 4.6)^2} = \sqrt{1157.3604 + 0.04} = 34.02058788$$

$$\sqrt{(40.28 - 69.02)^2 + (5.6 - 4.6)^2} = \sqrt{825.9876 + 1} = 28.75739209$$

$$\sqrt{(167.24 - 69.02)^2 + (4.7 - 4.6)^2} = \sqrt{9647.1684 + 0.01} = 98.22005091$$

$$\sqrt{(42.56 - 69.02)^2 + (4.7 - 4.6)^2} = \sqrt{700.1316 + 0.01} = 26.46018896$$

$$\sqrt{(10 - 69.02)^2 + (5 - 4.6)^2} = \sqrt{3483.3604 + 0.16} = 59.02135546$$

$$\sqrt{(10 - 69.02)^2 + (4.7 - 4.6)^2} = \sqrt{3483.3604 + 0.01} = 59.02008472$$

$$\sqrt{(69.84 - 69.02)^2 + (4.8 - 4.6)^2} = \sqrt{0.6724 + 0.04} = 0.844037914$$

Untuk distance 46.15 dan 4.1 **Dengan Pers $\sqrt{(x_i - y_i)^2 + (x_i - y_i)^2}$**

$$\sqrt{(64.65 - 46.15)^2 + (4.5 - 4.1)^2} = \sqrt{342.25 + 0.16} = 18.50432382$$

$$\begin{aligned}
\sqrt{(73.43 - 46.15)^2 + (4.2 - 4.1)^2} &= \sqrt{744.1984 + 0.01} = 27.28018328 \\
\sqrt{(10 - 46.15)^2 + (4.4 - 4.1)^2} &= \sqrt{1306.8225 + 0.09} = 36.15124479 \\
\sqrt{(35 - 46.15)^2 + (4.4 - 4.1)^2} &= \sqrt{124.3225 + 0.09} = 11.15403514 \\
\sqrt{(40.28 - 46.15)^2 + (5.6 - 4.1)^2} &= \sqrt{34.4569 + 2.25} = 6.058621956 \\
\sqrt{(167.24 - 46.15)^2 + (4.7 - 4.1)^2} &= \sqrt{14662.7881 + 0.36} = 121.0914865 \\
\sqrt{(42.56 - 46.15)^2 + (4.7 - 4.1)^2} &= \sqrt{12.8881 + 0.36} = 3.63979395 \\
\sqrt{(10 - 46.15)^2 + (5 - 4.1)^2} &= \sqrt{1306.8225 + 0.81} = 36.16120158 \\
\sqrt{(10 - 46.15)^2 + (4.7 - 4.1)^2} &= \sqrt{1306.8225 + 0.36} = 36.15497891 \\
\sqrt{(69.84 - 46.15)^2 + (4.8 - 4.1)^2} &= \sqrt{561.2161 + 0.49} = 23.70033966
\end{aligned}$$

Untuk *distance* 59.2 dan 5

Dengan Pers $\sqrt{(x_i - y_i)^2 + (x_i - y_i)^2}$

$$\begin{aligned}
\sqrt{(64.65 - 59.2)^2 + (4.5 - 5)^2} &= \sqrt{29.7025 + 0.25} = 5.47288772 \\
\sqrt{(73.43 - 59.2)^2 + (4.2 - 5)^2} &= \sqrt{202.4929 + 0.64} = 14.25246996 \\
\sqrt{(10 - 59.2)^2 + (4.4 - 5)^2} &= \sqrt{2420.64 + 0.36} = 49.2036584 \\
\sqrt{(35 - 59.2)^2 + (4.4 - 5)^2} &= \sqrt{585.64 + 0.36} = 24.20743687 \\
\sqrt{(40.28 - 59.2)^2 + (5.6 - 5)^2} &= \sqrt{357.9664 + 0.36} = 18.92951135 \\
\sqrt{(167.24 - 59.2)^2 + (4.7 - 5)^2} &= \sqrt{11672.6416 + 0.09} = 108.0404165 \\
\sqrt{(42.56 - 59.2)^2 + (4.7 - 5)^2} &= \sqrt{276.8896 + 0.09} = 16.64270411 \\
\sqrt{(10 - 59.2)^2 + (5 - 5)^2} &= \sqrt{2420.64 + 0} = 49.2 \\
\sqrt{(10 - 59.2)^2 + (4.7 - 5)^2} &= \sqrt{2420.64 + 0.09} = 49.20091463 \\
\sqrt{(69.84 - 59.2)^2 + (4.8 - 5)^2} &= \sqrt{113.2096 + 0.04} = 10.64187953
\end{aligned}$$

c. Proses Jarak Minimal

Untuk mencari jarak minimum sebaiknya buatlah tabel perbandingan nilai antara *cluster* 1, 2, dan 3. Selanjutnya pilih nilai paling kecil dari 3 *cluster* tersebut. Perhatikan nilai minimum yang diambil, jika nilai minimum berasal dari *distance* pertama artinya data tersebut termasuk kedalam *cluster* ke-1 begitu seterusnya. Perhatikan tabel berikut :

Tabel 5. 4. Jarak minimal

<i>Distance</i> 69.02 dan 4.6	<i>Distance</i> 46.15 dan 4.1	<i>Distance</i> 59.2 dan 5	Nilai Minimum	<i>Cluster</i> ke-
4.371144015	18.50432382	5.47288772	4.371144015	1
4.428103431	27.28018328	14.25246996	4.4281031431	1
59.02033887	36.15124479	49.56	36.15124479	2
34.02058788	11.15403514	24.56	11.15403514	2
28.75739209	6.058621956	19.28	6.058621956	2
98.22005091	121.0914865	108.13	98.22005091	1
26.46018896	3.63979395	16.73	3.63979395	2
59.02135546	36.16120158	49.2	36.16120158	2
59.02008472	36.15497891	49.20091463	36.15497891	2
0.844037914	36.15497891	10.68	0.844037914	1

d. Hitunglah Total Simpangan

Untuk menghitung jumlah total simpangan adalah dengan menjumlahkan semua data yang termasuk kedalam kolom nilai.

$$\begin{aligned} \text{Nilai cost} &= 4.371144015 + 4.4281031431 + 36.15124479 + 11.15403514 + \\ &6.058621956 + 98.22005091 + 3.63979395 + 36.16120158 + 36.15497891 + \\ &0.844037914 = 237.1832123. \end{aligned}$$

Setelah didapatkan total simpangan (*cost*) maka clustering sudah terbentuk seperti pada tabel 5.4. jarak minimal. Akan tetapi lakukan iterasi selanjutnya

dengan melakukan perhitungan seperti pada poin b sampai poin d untuk mendapatkan nilai *cost* yang baru. Selanjutnya setelah nilai *cost* baru didapatkan lakukanlah pengurangan antara total simpangan (*cost*) lama dengan total simpangan (*cost*) baru. Jika $S < 0$, maka tukar objek dengan data cluster untuk membentuk sekumpulan k objek baru sebagai *medoid*.

- e. Ulangi semua langkah diatas hingga tidak terjadi perubahan *medoid*, sehingga didapatkan *cluster* beserta anggota *cluster* masing-masing.

1.2.3. Pengujian *Silhouette Coefficient*

Sebelum melakukan pengujian dengan metode berikut merupakan data yang termasuk kedalam cluster 1, cluster 2 dan cluster 3

Tabel 5. 5. Data *Cluster*

Table data hasil cluster terlampir.

1. Hitung rata-rata jarak dari suatu dokumen misalkan i dengan semua dokumen lain yang berada dalam satu cluster dengan persamaan 2.2 berikut :

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

perhatikan perhitungan berikut untuk mencari nilai $a(i)$ baris pertama pada cluster 1.

$$a(i) = \frac{\sqrt{(75.01-75.92)^2 + (4.1-4.1)^2 + (80.93-75.92)^2 + (5-4.1)^2 + (76.33-75.92)^2 + (4.5-4.1)^2 + (64.77-75.92)^2 + (4.3-4.1)^2 + (78.62-75.92)^2 + (4.2-4.1)^2 + (81.24-75.92)^2 + (4.2-4.1)^2}}{|7|-1}$$

$$a(i) = 2.27938344490103$$

nilai tersebut didapatkan dari pengurangan seluruh data lain yang berada dalam 1 cluster yaitu cluster ke-1 dikurangkan dengan data cluster 1 yang ingin dicari jaraknya, yaitu pada kasus diatas data baris pertama. Untuk mencari jarak data

baris kedua dan seterusnya dilakukan perhitungan yang sama. Berikut hasil perhitungan yang digunakan untuk mencari nilai $a(i)$:

Tabel 5. 6. Data Nilai Hasil Perhitungan $a(i)$.

$a(i)$ cluster 1
2.279383445
2.329458091
3.124830218
2.278195558
5.49664721
2.529543217
3.206784475
$a(i)$ cluster 2
23.68502945
19.18875504
18.11765393
23.84476097
27.27244117
23.36335503
23.51735063
48.69460477
18.65005386
18.1145554
18.28819156
27.68922917
26.42926708
$a(i)$ cluster 3
2.003069464
2.29896024
1.915902038
1.955880318
2.216613015
2.297231668
1.928929514
2.617918758
1.962436018
3.243800358
1.914774475
2.188809872

2.108381859
2.509734031
1.920355682
1.991625959
3.402252525
2.190396853
2.491793017
2.630514919
2.183159769
2.113895575
1.996356411
2.635517274
4.125668372
3.11062149
1.935851766
2.361299467
4.68165522
2.237462072
1.976783452
3.319395306
2.039837581
2.289517169
2.244841022
2.190033397
2.400178475
3.591759585
1.910462322
2.084626991
4.681492684
3.062326582
2.114896665
4.681455175
2.499856333
2.598834426
2.550153165
2.741816449
2.599141513
1.914486473
2.657117746
2.235795927
2.559985306
2.330415454
2.019169726

2.724371296
1.912724132
3.246762383
2.17527124
4.681455175
3.045765864
1.912374179
4.709863582

2. Hitung rata-rata jarak dari kolom i tersebut dengan semua dokumen di cluster lain, dan ambil nilai terkecilnya dengan menggunakan persamaan 2.3

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

Untuk $d(i,1)$ cluster 1 artinya selisih antara cluster 1 dengan cluster 1 itu sendiri sehingga pada kasus ini tidak perlu dilakukan perhitungan. Berikut merupakan perhitungan $d(i,1)$ Cluster 1, artinya kita akan menghitung jarak antara seluruh data yang terdapat pada cluster 1 dengan data baris ke-i yang terdapat pada cluster 2. Perhatikan perhitungan dibawah ini:

$$d(i,1) = \frac{\sqrt{(75.92-105.05)^2 + (4.1-4.4)^2 + (75.01-105.05)^2 + (4.1-4.4)^2 + (80.93-105.05)^2 + (5-4.4)^2 + (76.33-105.05)^2 + (4.5-4.4)^2 + (64.77-105.05)^2 + (4.3-4.4)^2 + (78.62-105.05)^2 + (4.2-4.4)^2 + (81.24-105.05)^2 + (4.2-4.4)^2}}{|7|}$$

$$d(i,1) \text{ cluster 2} = 11.10814254 \text{ (data baris pertama)}$$

Selanjutnya untuk mencari nilai $d(i,2)$ cluster 2 dan $d(i,3)$ cluster 2 dilakukan hal yang sama yaitu :

- 1) Untuk $d(i,2)$ cluster 2 = - (dikarenakan cluster 2 $d(i,2)$ dikurang dengan dirinya sendiri).
- 2) Untuk $d(i,3)$ cluster 2 = 7.992042042.

Jika sudah didapatkan nilai $d(i, C)$ setiap barisnya, untuk mendapatkan nilai $b(i)$ pilihlah nilai minimal dari ketiga data tadi yaitu

$b(i) = \text{minimal dari } 11.10814254 \text{ dan } 7.992042042$

$b(i) = 7.992042042$.

berikut merupakan seluruh hasil dari $d(i, C)$ dan $b(i)$

Tabel 5. 7. Nilai Hasil Perhitungan dari $d(i, C)$ dan $b(i)$

a(i)	d(I,1)	d(I,2)	d(I,3)	b(i)
2.279383445	-	24.06735201	4.508500532	4.508500532
2.329458091	-	24.24244096	4.404545489	4.404545489
3.124830218	-	23.11714497	5.088796947	5.088796947
2.278195558	-	23.98864065	4.555027236	4.555027236
5.49664721	-	26.25777082	3.283782148	3.283782148
2.529543217	-	23.55210115	4.819631641	4.819631641
3.206784475	-	23.05862523	5.125221042	5.125221042
23.68502945	11.10814254	-	7.992042042	7.992042042
19.18875504	38.2292655	-	16.9539498	16.9539498
18.11765393	31.2566978	-	14.64220914	14.64220914
23.84476097	10.80327643	-	7.891800683	7.891800683
27.27244117	4.898136255	-	5.926130066	4.898136255
23.36335503	48.78240499	-	20.45724886	20.45724886
23.51735063	11.43240222	-	8.09856661	8.09856661
48.69460477	87.04548916	-	33.18405675	33.18405675
18.65005386	24.56757839	-	12.42909723	12.42909723
18.1145554	29.23377914	-	13.97265721	13.97265721
18.28819156	33.52660494	-	15.39464791	15.39464791
2.003069464	56.55181779	-	23.03913532	23.03913532
2.29896024	6.242519115	-	6.381484948	6.242519115
1.915902038	10.75475481	30.67180511	-	10.75475481
1.955880318	8.804972157	29.70128503	-	8.804972157
2.216613015	12.02693677	31.31163936	-	12.02693677
2.297231668	11.27389508	30.93273695	-	11.27389508
1.928929514	15.81648217	33.24504276	-	15.81648217
2.617918758	8.82711731	29.70944822	-	8.82711731
1.962436018	11.72395141	31.15796202	-	11.72395141
3.243800358	17.76486971	34.25529479	-	17.76486971
1.914774475	13.85707452	32.24009338	-	13.85707452
2.188809872	5.019579623	27.82545121	-	5.019579623

2.108381859	12.97071765	31.78932297	-	12.97071765
2.509734031	15.65154508	33.15999312	-	15.65154508
1.920355682	9.92142888	30.25621188	-	9.92142888
1.991625959	7.805766053	29.20673414	-	7.805766053
3.402252525	12.63749911	31.61292959	-	12.63749911
2.190396853	14.1866557	32.40825289	-	14.1866557
2.491793017	20.77603073	35.83592889	-	20.77603073
2.630514919	15.66271095	33.1657709	-	15.66271095
2.183159769	17.18142994	33.9460625	-	17.18142994
2.113895575	7.290953718	28.95240672	-	7.290953718
1.996356411	15.62156379	33.14453001	-	15.62156379
2.635517274	9.888367522	30.2382391	-	9.888367522
4.125668372	10.8234578	30.70692921	-	10.8234578
3.11062149	7.271139904	28.94180409	-	7.271139904
1.935851766	23.25046728	37.15331927	-	23.25046728
2.361299467	5.476478088	28.05366812	-	5.476478088
4.68165522	13.45677911	32.03622196	-	13.45677911
2.237462072	16.59031701	33.64470356	-	16.59031701
1.976783452	25.06591523	38.12822698	-	25.06591523
3.319395306	9.133309189	29.86419563	-	9.133309189
2.039837581	11.02085333	30.80574469	-	11.02085333
2.289517169	4.780938342	27.70040889	-	4.780938342
2.244841022	10.42950045	30.50984836	-	10.42950045
2.190033397	8.852905323	29.72504577	-	8.852905323
2.400178475	9.092696329	29.84403211	-	9.092696329
3.591759585	15.66281519	33.1657843	-	15.66281519
1.910462322	8.308653836	29.45525464	-	8.308653836
2.084626991	3.910822242	27.25619812	-	3.910822242
4.681492684	12.76897412	31.68704491	-	12.76897412
3.062326582	14.9739071	32.81118647	-	14.9739071
2.114896665	25.0665055	38.12836977	-	25.0665055
4.681455175	5.646348287	28.13825366	-	5.646348287
2.499856333	15.17584897	32.9150711	-	15.17584897
2.598834426	25.06627346	38.1283109	-	25.06627346
2.550153165	17.24293307	33.98356723	-	17.24293307
2.741816449	7.422165782	29.01720362	-	7.422165782
2.599141513	17.4710351	34.10130772	-	17.4710351
1.914486473	6.841175904	28.72998571	-	6.841175904
2.657117746	7.434588223	29.0198802	-	7.434588223
2.235795927	12.07963272	31.33805542	-	12.07963272
2.559985306	7.186035636	28.89888282	-	7.186035636
2.330415454	9.148849376	29.87021991	-	9.148849376
2.019169726	7.59058157	29.1002047	-	7.59058157

2.724371296	8.643408247	29.62099259	-	8.643408247
1.912724132	10.60407199	30.59713671	-	10.60407199
3.246762383	6.913584232	28.76580376	-	6.913584232
2.17527124	12.77893931	31.68991924	-	12.77893931
4.681455175	5.010029736	27.82025965	-	5.010029736
3.045765864	15.57271607	33.1194034	-	15.57271607
1.912374179	25.06627346	38.1283109	-	25.06627346
4.709863582	19.47513784	35.15068337	-	19.47513784
1.882019033	12.30128183	31.44812948	-	12.30128183
4.635103842	25.15640544	38.17698874	-	25.15640544

3. Mencari Nilai *Silhouette Coefficient* baris pertama pada data cluster 2 dengan persamaan 2.4

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))}$$

$$S(i) = \frac{7.992042042 - 23.6850294519321}{\max(23.6850294519321, 7.992042042)}$$

$$S(i) = -0.662569892$$

Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan seluruh nilai $S(i)$. berikut merupakan hasilnya :

Tabel 5. 8. Nilai Hasil Perhitungan $S(i)$.

a(i)	d(I,1)	d(I,2)	d(I,3)	b(i)	s(i)
2.279383445	-	24.06735201	4.508500532	4.508500532	0.49442538
2.329458091	-	24.24244096	4.404545489	4.404545489	0.47112407
3.124830218	-	23.11714497	5.088796947	5.088796947	0.3859393
2.278195558	-	23.98864065	4.555027236	4.555027236	0.499850288
5.49664721	-	26.25777082	3.283782148	3.283782148	-0.402584517
2.529543217	-	23.55210115	4.819631641	4.819631641	0.475158393
3.206784475	-	23.05862523	5.125221042	5.125221042	0.374312942
23.68502945	11.10814254	-	7.992042042	7.992042042	-0.662569892
19.18875504	38.2292655	-	16.9539498	16.9539498	-0.116464317
18.11765393	31.2566978	-	14.64220914	14.64220914	-0.191826425
23.84476097	10.80327643	-	7.891800683	7.891800683	-0.669034188
27.27244117	4.898136255	-	5.926130066	4.898136255	-0.820399787
23.36335503	48.78240499	-	20.45724886	20.45724886	-0.124387365
23.51735063	11.43240222	-	8.09856661	8.09856661	-0.655634398

48.69460477	87.04548916	-	33.18405675	33.18405675	-0.318527034
18.65005386	24.56757839	-	12.42909723	12.42909723	-0.333562395
18.1145554	29.23377914	-	13.97265721	13.97265721	-0.228650281
18.28819156	33.52660494	-	15.39464791	15.39464791	-0.158219233
2.003069464	56.55181779	-	23.03913532	23.03913532	0.913057958
2.29896024	6.242519115	-	6.381484948	6.242519115	0.631725559
1.915902038	10.75475481	30.67180511	-	10.75475481	0.821855349
1.955880318	8.804972157	29.70128503	-	8.804972157	0.777866382
2.216613015	12.02693677	31.31163936	-	12.02693677	0.815695962
2.297231668	11.27389508	30.93273695	-	11.27389508	0.796234429
1.928929514	15.81648217	33.24504276	-	15.81648217	0.878043076
2.617918758	8.82711731	29.70944822	-	8.82711731	0.703423137
1.962436018	11.72395141	31.15796202	-	11.72395141	0.832613088
3.243800358	17.76486971	34.25529479	-	17.76486971	0.817403651
1.914774475	13.85707452	32.24009338	-	13.85707452	0.861819717
2.188809872	5.019579623	27.82545121	-	5.019579623	0.563945582
2.108381859	12.97071765	31.78932297	-	12.97071765	0.83745064
2.509734031	15.65154508	33.15999312	-	15.65154508	0.839649439
1.920355682	9.92142888	30.25621188	-	9.92142888	0.806443638
1.991625959	7.805766053	29.20673414	-	7.805766053	0.744851954
3.402252525	12.63749911	31.61292959	-	12.63749911	0.730781186
2.190396853	14.1866557	32.40825289	-	14.1866557	0.845601606
2.491793017	20.77603073	35.83592889	-	20.77603073	0.880064048
2.630514919	15.66271095	33.1657709	-	15.66271095	0.832052387
2.183159769	17.18142994	33.9460625	-	17.18142994	0.87293492
2.113895575	7.290953718	28.95240672	-	7.290953718	0.710065973
1.996356411	15.62156379	33.14453001	-	15.62156379	0.872205085
2.635517274	9.888367522	30.2382391	-	9.888367522	0.733472965
4.125668372	10.8234578	30.70692921	-	10.8234578	0.618821596
3.11062149	7.271139904	28.94180409	-	7.271139904	0.572196171
1.935851766	23.25046728	37.15331927	-	23.25046728	0.916739232
2.361299467	5.476478088	28.05366812	-	5.476478088	0.56882883
4.68165522	13.45677911	32.03622196	-	13.45677911	0.652096896
2.237462072	16.59031701	33.64470356	-	16.59031701	0.865134459
1.976783452	25.06591523	38.12822698	-	25.06591523	0.921136594
3.319395306	9.133309189	29.86419563	-	9.133309189	0.636561597
2.039837581	11.02085333	30.80574469	-	11.02085333	0.814911104
2.289517169	4.780938342	27.70040889	-	4.780938342	0.521115521
2.244841022	10.42950045	30.50984836	-	10.42950045	0.784760446
2.190033397	8.852905323	29.72504577	-	8.852905323	0.75261981
2.400178475	9.092696329	29.84403211	-	9.092696329	0.736032263
3.591759585	15.66281519	33.1657843	-	15.66281519	0.770682375
1.910462322	8.308653836	29.45525464	-	8.308653836	0.770063555
2.084626991	3.910822242	27.25619812	-	3.910822242	0.466959411
4.681492684	12.76897412	31.68704491	-	12.76897412	0.63336971
3.062326582	14.9739071	32.81118647	-	14.9739071	0.795489142

2.114896665	25.0665055	38.12836977	-	25.0665055	0.91562858
4.681455175	5.646348287	28.13825366	-	5.646348287	0.17088799
2.499856333	15.17584897	32.9150711	-	15.17584897	0.835274037
2.598834426	25.06627346	38.1283109	-	25.06627346	0.896321468
2.550153165	17.24293307	33.98356723	-	17.24293307	0.852104444
2.741816449	7.422165782	29.01720362	-	7.422165782	0.630590783
2.599141513	17.4710351	34.10130772	-	17.4710351	0.851231395
1.914486473	6.841175904	28.72998571	-	6.841175904	0.720152427
2.657117746	7.434588223	29.0198802	-	7.434588223	0.642600549
2.235795927	12.07963272	31.33805542	-	12.07963272	0.814911928
2.559985306	7.186035636	28.89888282	-	7.186035636	0.643755551
2.330415454	9.148849376	29.87021991	-	9.148849376	0.745277755
2.019169726	7.59058157	29.1002047	-	7.59058157	0.733990116
2.724371296	8.643408247	29.62099259	-	8.643408247	0.684803585
1.912724132	10.60407199	30.59713671	-	10.60407199	0.819623619
3.246762383	6.913584232	28.76580376	-	6.913584232	0.530379283
2.17527124	12.77893931	31.68991924	-	12.77893931	0.829776855
4.681455175	5.010029736	27.82025965	-	5.010029736	0.065583356
3.045765864	15.57271607	33.1194034	-	15.57271607	0.804416529
1.912374179	25.06627346	38.1283109	-	25.06627346	0.92370728
4.709863582	19.47513784	35.15068337	-	19.47513784	0.758160193
1.882019033	12.30128183	31.44812948	-	12.30128183	0.847006267
4.635103842	25.15640544	38.17698874	-	25.15640544	0.815748563

Untuk mendapatkan hasil akhir pengujian, digunakan perhitungan nilai rata-rata dari kolom S(i) yaitu sama dengan **0.6**. Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan nilai **0.6** yang berarti sesuai dengan tabel 2.1. Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Kaufman dan Rousseeuw memiliki **struktur sedang**.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut :

1. Terbentuknya peta pola sebaran titik gempa bumi Mentawai tahun 2010 – 2019 sebanyak tiga (3) *cluster* yaitu *cluster* 1 rendah yang merupakan gempa dalam, *cluster* 2 gempa sedang dan *cluster* 3 tinggi yaitu gempa dangkal
2. Terbentuknya grafik dengan diagram batang dan diagram lingkaran hasil analisis terhadap pola sebaran titik gempa Mentawai tahun 2010 – 2019 dengan mengimplementasikan metode *K-Medoids Clustering*.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan untuk bahan pertimbangan pengembangan penelitian selanjutnya, adalah sebagai berikut :

1. Penambahan indikator yang diteliti selain kedalaman dan kekuatan gempa
2. Studi kasus lebih diluaskan lagi dengan data terbaru
3. Menggunakan metode penelitian lainnya yang dapat meng*clustering* data sebaran gempa bumi lebih baik lagi
4. Sistem dapat dikembangkan menjadi aplikasi berbasis *android/iOS*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaris, H. B. I., Anam, C. & Masy, A., 2013. Implementasi Black Box Testing Pada Sistem Informasi Pendaftaran Santri Berbasis Web Dengan Menggunakan Php Dan Mysql. *Jurnal Sains Dan Teknologi* , Volume 6, Pp. 23 - 38.
- Arista, R. R., Asmara, R. A. & Puspitasari, . D., 2017. Pengelompokan Kejadian Gempa Bumi Menggunakan Fuzzy C-Means Clustering. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Terapan* , Volume 4, Pp. 103-110.
- BNPB, B. N. P. B., 2010. *Rencana Aksi Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Pasca Bencana, Serta Percepatan Pembangunan Wilayah Kepulauan Mentawai Provinsi Sumatera Barat*, Sumatera Barat: S.N.
- Febriani A, B. S. & Hakim, R. F., 2015. Analisis Clustering Gempa Bumi Selama Satu Bulan Terakhir Dengan Menggunakan Algoritma Self-Organizing Maps (Soms) Kohonen. Pp. 715-722.
- Fidia, R., Pujiastuti, . D. & Z.Sabarani, A., 2018. Korelasi Tingkat Seismisitas Dan Periode Ulang Gempa Bumi Di Kepulauan Mentawai Dengan Menggunakan Metode Guttenberg Richter. *Jurnal Fisika Unand*, Volume 7, Pp. 84-89.
- Halim, N. N. & Widodo, E., 2017. Clustering Dampak Gempa Bumi Di Indonesia Menggunakan Kohonen Self Organizing Maps. *Prosiding SI Manis (Seminar Nasional Integrasi Matematika Dan Nilai Islami)*, Volume 1, Pp. 188-194.
- Handoyo, R., M, R. R. & Nasution, S. M., 2014. Perbandingan Metode Clustering Menggunakan Metode Single Linkage Dan K - Means Pada Pengelompokan Dokumen. *Jsm Stmik Mikroskil*, Volume 15, Pp. 73 - 82.
- Han, J., Kamber, M. & Pei, J., 2012. Data Mining Concepts And Techniques . In: D. Cerra, Ed. *Third Edition*. San Francisco: Elsevier, Pp. 454-457.
- Hartuti, E. R., 2009. *Buku Pintar Gempa*. Jogjakarta: DIVA Press.
- Nawawi, H. & Martini, M., 2005. *Penelitian Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univercity Press.
- Ningrum, F. C. Et Al., 2019. Pengujian Black Box Pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, Volume 4, Pp. 125 - 130.
- Nur, A. M., 2010. Gempa Bumi, Tsunami Dan Mitigasinya. *Jurnal Geografi* , Volume 7, Pp. 66-73.
- Pramesti, D. F., Furqon, M. T. & Dewi, C., 2017. Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan

Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Volume 1, Pp. 723-732.

Pramesti, D. F., Furqon, M. T. & Dewi, C., 2017. Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Volume 1, Pp. 723-732.

Pranata, D., Erlansari, A. & Setiawan, Y., 2017. Sistem Informasi Geografis Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Dan Tingkat Resiko Kerusakan Gempa Bumi Dengan Menggunakan Metode Gutenberg Richter Dan Intensitas Skala Mercalli (Studi Kasus : Provinsi Bengkulu). *Jurnal Rekursif*, Volume 5, Pp. 11-20.

Rahman, M. F., Darmawidjadja, M. L. & Alamsah, D., 2017. Klasifikasi Untuk Diagnosa Diabetes Menggunakan Metode Bayesian Regularization Neural Network (RBNN). *Jurnal Informatika*, Volume 11, Pp. 36-45.

Rohmah, R. L., 2019. *Zonasi Daerah Terdampak Bencana Angin Puting Beliung Menggunakan K-Means Clustering Dengan Analisa Silhouette Coefficient, Davies Bouldin Index Dan Purity*, Surabaya: UIN Sunan Ampel.

Santosa, B., Conway, T. & Trafalis, T., 2007. A Hybrid Knowledge Based-Clustering Multi-Class SVM Approach For Genes Expression Analysis. *Data Mining In Biomedicine*, Volume 7, Pp. 261-274.

Septiningrum, L. & Cahyadi, M. N., 2016. Analisis Perubahan Lonosfer Akibat Gempa. *Journal Teknik Vol 5, No.2, (2016) ISSN*, Volume C176.

Simamora, A. S. D., Furqon, M. T. & Priyambadha, B., 2017. Clustering Data Kejadian Tsunami Yang Disebabkan Oleh Gempa Bumi Dengan Menggunakan Algoritma K-Medoids. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Volume 1, Pp. 635-640.

Simamora, D. A. S., Furqon, M. T. & Priyambadha, B., 2017. Clustering Data Kejadian Tsunami Yang Disebabkan Oleh Gempa Bumi Dengan Menggunakan Algoritma K-Medoids. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Volume 1, Pp. 635-640.

Sitorus, P. B. R., 2018. Budaya Kerentanan Dan Kapasitas Masyarakat Kepulauan Mentawai Menghadapi Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami. *Jurnal Vokasi Indonesia*, Volume 6, Pp. 25-32.

Suendri, 2018. Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) Pada Perancangan Sistem Informasi Remunerasi Dosen Dengan Database Oracle (Studi Kasus: UIN Sumatera Utara Medan). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, Volume 3, Pp. 1-9.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel data hasil cluster menggunakan k-medoids clustering

<i>Cluster 1</i>	
kedalaman	kekuatan
75.92	4.1
75.01	4.1
80.93	5
76.33	4.5
64.77	4.3
78.62	4.2
81.24	4.2
<i>Cluster 2</i>	
kedalaman	kekuatan
105.05	4.4
177.13	4
158.65	5.1
104.23	4.2
88	4
205.08	4.2
105.92	4.6
306.36	4.5
140.91	4
153.29	4.5
164.67	4.3
225.65	4.1
91.8	4.8
<i>Cluster 3</i>	
kedalaman	kekuatan
48.14	4.9
53.4	4.3
44.72	4.7
46.74	4.6
34.59	4.3
53.36	5.3
45.54	5.1
29.4	4.2
39.82	4.5
63.88	4.4
42.19	4.4

35.03	4.2
50.38	4.2
56.12	4.3
43.14	6.3
38.94	4.6
21.4	5.3
35	4.3
31	6.4
57.53	4.3
35.11	4.5
50.48	5.1
47.95	4.2
57.59	4.8
14.82	4.7
62.58	4.6
40.89	4.2
32.53	4.8
10	4.3
52.51	4.3
47.42	4.6
64.6	5.2
49.01	4.3
53.27	4.4
52.62	4.3
35	4.5
54.75	4.1
67.16	4.8
42.73	4.4
36.84	4.8
10	4.8
62.1	4.6
36.3	4
10	4.7
30.79	4.1
57.17	4.4
30.19	5.2
58.77	4.6
57.16	5.3
44.58	4.8
57.83	5
52.48	5.1
56.71	4.1
53.84	4.6

48.54	4.4
58.57	4.1
42.72	5.4
63.91	4.6
35.24	4.4
10	4.7
24.85	4.5
44	5.4
9.76	4.2