



Clustering of Earthquake Prone Areas in Indonesia Using K-Medoids Algorithm

Klasterisasi Daerah Rawan Gempa Bumi di Indonesia Menggunakan Algoritma K-Medoids

Dilla Kurmiati^{1*}, Muhammad Zakiy Fauzi², Ripangi³, Alex Falegas⁴, Indria⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia
⁵Jurusan Sistem Informasi, Politeknik Caltex Riau

E-Mail: ¹ dilla.kurmiati02@gmail.com, ²zakiyfauzi@gmail.com,
³ripangi97@gmail.com, ⁴alexfalegas@gmail.com, ⁵indriaindira17@gmail.com

Received Februari 27th 2021; Revised March 5st 2021; Accepted March 9th 2021
Corresponding Author: Dilla Kurmiati

Abstract

Earthquake is one of the natural disasters that often occurs in Indonesia with an average of 400 times a month. Earthquakes are caused by the movement of the earth's plates, or due to volcanic activity of volcanic crusts. The various kinds of impacts caused by the earthquake, such as casualties and material losses, have prompted various parties to be alert to any potential that may result from the large number of active volcanoes in Indonesia. One of the first steps that can be taken is to determine areas that have the potential for earthquake-prone areas in Indonesia. What can be done is to classify earthquake data according to the information in the data, so that earthquake-prone areas can be identified. This grouping process is carried out using the clustering method, one of which is the K-Medoids method. The data in this study were taken from data from the Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG) which consists of three attributes as a reference for grouping, namely Magnitude, Smin and Depth. The results of this study are earthquake-prone areas based on the time of occurrence and predetermined reference points, namely in the Banda Sea, Southern Molluca Sea, Taulud Island, Halmahera, Minahassa Peninsula, Irian Jaya, Philipine, Savu Sea, Tanimbar Islands, Sumba, Java, South of Java, Flores with strengths ranging from 3 SR to 5.7 SR.

Keywords: BMKG, Clustering, Data Mining, Earthquake, K-Medoids.

Abstrak

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dengan rata-rata 400 kali dalam sebulan. Gempa bumi disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi, atau disebabkan karena adanya aktivitas vulkanik gunung berapi. Berbagai macam dampak yang disebabkan oleh gempa bumi seperti korban jiwa dan kerugian secara material mendorong berbagai pihak untuk dapat siaga terhadap potensi apapun yang diakibatkan dari banyaknya gunung berapi aktif di Indonesia. Salah satu dari langkah awal yang dapat dilakukan ialah dengan menentukan daerah yang memiliki potensi rawan gempa bumi di Indonesia. Adapun yang dapat dilakukan yaitu dengan mengelompokkan data gempa bumi sesuai dengan informasi pada data, sehingga dapat diketahui potensi daerah rawan gempa bumi. Proses pengelompokkan ini dilakukan dengan menggunakan metode *clustering*, salah satunya yaitu metode *K-Medoids*. Data pada penelitian ini diambil dari data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang terdiri dari tiga atribut sebagai acuan pengelompokan, yaitu *Magnitude*, *Smin* dan *Depth*. Hasil dari penelitian ini ialah daerah rawan gempa bumi berdasarkan pada waktu terjadinya dan titik acuan yang telah ditentukan, yaitu pada wilayah Banda Sea, Southern Molluca Sea, Taulud Island, Halmahera, Minahassa Peninsula, Irian Jaya, Philipine, Savu Sea, Tanimbar Islands, Sumba, Java, South of Java, flores dengan kekuatan berkisar antara 3 SR sampai dengan 5,7 SR.

Kata Kunci: BMKG, Data Mining, Gempa Bumi, K-Medoids, Klasterisasi.

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki gunung api teraktif di dunia, sehingga mengakibatkan seringnya terjadi gempa bumi yang diakibatkan oleh aktifitas magma didalam perut bumi[1]. Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) keaktifan gempa bumi di Indonesia sangat

tinggi, rata-rata setiap bulannya tercatat 400 kali. Berdasarkan data BMKG telah tercatat dalam periode 1991 sampai dengan 2007, telah terjadi 24 kali gempa bumi besar, di antaranya yaitu peristiwa gempa bumi Aceh 26 November 2004 dengan kekuatan 9.3 SR. Gempa bumi ini diikuti oleh tsunami besar yang menimbulkan korban ratusan ribu jiwa dan menimbulkan kerugian harta benda trilyunan rupiah serta gempa bumi Yogyakarta 26 Mei 2006 yang menimbulkan kerusakan infrastruktur yang sangat parah. Besarnya kerugian yang dialami Indonesia diantara lain disebabkan oleh dekatnya pusat gempa dengan pesisir pantai, kurangnya akses informasi dan pendidikan mengenai tanda- tanda terjadinya gempa bumi [2].

Gempa dapat diartikan sebagai getaran atau kejutan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi bumi yang secara tiba-tiba di kerak bumi yang menciptakan gelombang seismic[3]. Sebagian besar dari gempa bumi disebabkan oleh pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang diberikan oleh pelat bergerak. Tekanan terus bertambah besar dan akhirnya mencapai titik di mana ia tidak dapat dilawan oleh pinggiran lempengan sehingga gempa akan terjadi Berdasarkan penyebabnya, gempa tersebut terbagi menjadi gempa tektonik, gempa vulkanik, puing-puing gempa dan gempa buatan[4]. Gempa tektonik adalah salah satu bencana alam yang ditakuti oleh manusia karena menyebabkan banyak kerugian. Gempa ini terjadi sebagai akibat dari pergerakan lempeng tektonik bumi yang terjadi secara tiba-tiba, menyebabkan getaran ke permukaan bumi[5]. Dalam gempa tektonik, tidak semua bagian lempeng bumi akan mengalami gempa. Gempa bumi hanya terjadi di daerah di mana dua atau lebih lempeng bertemu, baik di laut atau darat [1].

Berbagai macam dampak yang disebabkan oleh gempa bumi mendorong berbagai pihak untuk dapat segera siaga terhadap potensi apapun yang muncul dari banyaknya gunung berapi aktif yang ada di Indonesia. Salah satu dari langkah awal yang dapat dilakukan ialah dengan menentukannya daerah yang memiliki potensi rawan gempa bumi yang ada di Indonesia. Pemanfaatan data gempa bumi dapat dilakukan dengan mengelompokkan data sesuai dengan informasi yang ada pada data, sehingga dapat diketahui potensi daerah rawan gempa bumi yang ada di Indonesia. Proses pengelompokkan ini dilakukan dengan menggunakan metode *clustering*, salah satunya yaitu metode *K-Medoids*.

Clustering adalah suatu *unsupervised learning*, dimana sekelompok data langsung dikelompokkan berdasarkan tingkat kemiripannya tanpa dilakukan supervisi. Prinsip dasar dari *clustering* adalah memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kluster dan meminimumkan kesamaan antar anggota *cluster* yang berbeda. *Clustering* juga dapat mengelompokkan data yang berdasarkan tingkat kemiripannya dan juga berdasarkan tingkat akurasi[6]. Sedangkan *K-Medoids* merupakan algoritma *clustering* yang paling populer dimana kumpulan data dari n objek dikelompokkan dengan k jumlah cluster yang telah ditentukan[7]. *Medoid* dapat digunakan untuk mengambil rata-rata dari objek dalam sebuah cluster yang dijadikan sebagai titik acuan paling terpusat. Strategi dasar dari algoritma *K-Medoids* adalah untuk menemukan k *cluster* dalam n objek dengan pertama kali secara *arbitrarily dan* menemukan wakil dari objek (*medoid*) untuk tiap-tiap *cluster* [8].

Terdapat banyak kelebihan yang dimiliki *K-Medoids*. Salah satunya algoritma *K-Medoids* muncul sebagai alternatif penanggulangan kelemahan metode *k-means* yang sensitif terhadap *outlier* [9]. Pada penelitian sebelumnya tentang Pengelompokkan Opini Publik tentang Bencana Alam di Indonesia Menggunakan Algoritma DBSCAN dan *K-Medoids* menemukan bahwasannya algoritma *K-Medoids* memiliki kelebihan, diantaranya memiliki waktu komputasi yang cepat yaitu 849,93 perdetiknya[10].

Dalam penelitian ini akan di *Cluster* semua kejadian gempa bumi yang terjadi di Indonesia selama satu bulan untuk melihat pola yang terjadi sehingga memudahkan dalam pengklasifikasian wilayah yang rawan terkena gempa. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data satu bulan mulai dari tanggal 01 November 2017 sampai dengan 28 November 2017 dengan berdasarkan *magnitude* ≥ 3 SR. Dari pengelompokan sumber gempa dengan metode *Cluster* ini akan diperoleh pola dan karakteristik gempa yang terjadi selama satu bulan. Tujuan pengelompokan sumber gempa dengan metode *Cluster* ini adalah agar dapat melihat pola pola sumber gempa, di daerah mana saja yang rawan terjadi gempa, dan sebagai upaya mitigasi gempa bumi agar tidak menimbulkan dampak yang hebat seperti timbulnya korban jiwa dan banyaknya kerugian.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan dari skema alur penelitian sebagai berikut. Pada tahapan perencanaan dilakukannya pemilihan topic penelitian yaitu klasterisasi data gempa bumi di Indonesia. Selanjutnya tahapan studi literature yaitu mencari rujukan referensi yang berhubungan dan dapat mendukung topic penelitian yang dilakukan. Langkah selanjutnya ialah mengumpulkan data yang dibutuhkan yaitu data gempa bumi pada bulan November 2017. Kemudian setelah data di kumpulkan data tersebut akan diolah dengan melakukan transformasi dan normalisasi data. Selanjutnya proses data mining dengan menggunakan algoritma *K-Medoids* hingga proses yang terakhir didapatkannya hasil dan analisis dari penelitian yang dilakukan. Adapun skema alur tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Alur Penelitian

2.1 *K-Medoids*

K-Medoids merupakan algoritma yang digunakan untuk menemukan *medoid* dalam sebuah *cluster*. *K-Medoids* merupakan algoritma yang lebih kuat dari *K-Means* dalam mencari *k* sebagai objek representatif untuk meminimalkan jumlah ketidaksamaan pada objek data, mengurangi noise dan pencilan [11]. Adapun strategi dasar dari algoritma ini ialah menemukan *k cluster* pada *n* objek terlebih dahulu yang dilakukan secara acak. Setiap objek dikelompokkan dengan *Medoid* yang paling mirip. Algoritma *K-Medoids* merupakan objek perwakilan sebagai titik representatif dalam mengambil nilai rata-rata objek pada setiap *cluster* [12].

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data diperoleh dari BMKG pada bulan November 2017 dengan total data yang digunakan sebanyak 358 *record* seperti yang ada pada tabel 1.

Tabel 1. Data Gempa Bumi

No	Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	Region
1	1/11/2017	0:24	10	3.9	4.33	0.92	15	South of Bali
2	2/11/2017	1:40	20	3.5	3.36	0.9	9	Seram
3	3/11/2017	1:26	10	3.7	2.55	0.72	8	Irian Jaya
4	4/11/2017	0:43	10	3.1	4.87	1.46	8	Sumba
5	5/11/2017	11:48	18	3	3.15	0.63	9	Minahasa Peninsula
...
...
357	29/11/17	16:31	111	3.5	4.93	0.63	13	Halmahera
358	30/11/17	5:35	136	4.3	8.7	2.28	10	Laut Banda

3.2 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data terbagi menjadi dua yaitu transformasi data dan normalisasi data. Transformasi dilakukan dengan menggunakan logika IF. Setelah data ditransformasi selanjutnya data akan dinormalisasi. Tujuan dilakukannya normalisasi terhadap data agar didapatkan nilai yang sebanding dengan indikator. Normalisasi dilakukan dengan menggunakan persamaan 1:

$$\text{Normalisasi} = \frac{(\text{data} - \text{data min})}{(\text{data max} - \text{data min})} \quad (1)$$

Hasil dari transformasi dan normalisasi dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Transformasi Data Gempa Bumi

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase
1	6	1	4	1	2	1
2	2	1	4	1	1	1
3	1	1	4	1	1	1
4	5	1	4	1	2	1
5	20	1	4	1	1	1
6	22	2	4	1	2	1
.....
27	9	1	4	1	1	1
28	17	1	6	10	1	9

Tabel 3. Normalisasi data gempa bumi

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase
0.00	0.22	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.04	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.17	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00
0.15	0.83	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
0.19	0.91	0.10	0.33	0.00	0.33	0.00
.....
0.96	0.35	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
1.00	0.70	0.00	1.00	1.00	0.00	0.80

3.3 Perhitungan Menggunakan *K-Medoids*

Percobaan perhitungan ini merujuk kepada tiga atribut acuan yaitu: *Magnitude*, *Smin* dan *Depth*. Dimana nilai dari titik acuan *Magnitude* sama dengan *Smin*. Perhitungan dirujuk menjadi 3 titik acuan ini bertujuan untuk menghasilkan pengelompokan data berdasarkan *magnitude*, *smin* dan *depth*.

3.3.1 Acuan Pengelompokkan Berdasarkan *Magnitude* dan *Smin*

Untuk menghasilkan pengelompokkan data berdasarkan pada *magnitude* dan *smin* maka diperlukan beberapa percobaan sebagai berikut:

1. Percobaan pertama

Pada percobaan pertama pilih *a* sebagai inisial centroid atau nilai tengah (*medoid*) sebanyak *C cluster*. Misal data akan dibagi menjadi 3 *cluster*, maka $a = 3$. Lalu pilih 3 *medoid* secara acak yang mewakili 3 *cluster*. Untuk memudahkan perhitungan *cost* atau jarak antar *medoid* dan objek *non-medoid* maka urutkan data (*O_i*). *Medoid* yang mewakili dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pemilihan *Medoid* Secara Acak

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	C3
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C2
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
0	0.22	0.1	0.33	0	0	0	O5	
...
1	0.74	0	0	0	0	0	O351	C1
1	0.74	0	0	0	0	0	O352	
1	0.87	0	0	0	0.33	0	O358	

Medoid (C) percobaan pertama dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. *Medoid* Secara Acak dari 3 *Cluster*

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
1	0.74	0	0	0	0	0	O351	C1
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C2
0	1	0.20	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	C3

Selanjutnya cari semua angka yang paling dekat dengan *medoid*. Setelah ditentukan maka hitung nilai jarak vector atau *cost* data dengan *medoid* menggunakan *Euclidean Distance*. Jarak vector atau *cost* data dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$d = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2} \tag{2}$$

Setelah dilakukannya perhitungan maka didapatkan hasil seperti pada tabel 6.

Tabel 6. *Medoid* dan Data yang Paling Dekat dengan *Medoid*.

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	C1
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O9	
0	0.48	0	0	0	0.33	0	O11	
...
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	C2
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
0	0.22	0.1	0.33	0	0	0	O5	
...
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	
0.04	0.48	0	0.67	0.11	0.33	0.1	O19	C3
0.07	0.52	0.3	0.67	0.22	0.33	0.1	O32	
0.07	0.91	0.2	0.67	0.78	0.33	0.2	O42	
...

2. Percobaan kedua

Pada percobaan kedua pilih kembali *medoid* secara acak dengan cara melakukan perubahan pada sebuah *medoid* disebut *cluster*, kemudian hitung kembali nilai *cost* dan jumlah *cost* pada seluruh *cost* yang terjadi karena perubahan *medoid*. *Medoid* yang mewakili dapat dilihat seperti tabel 7.

Tabel 7. Pemilihan *Medoid* Secara Acak

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C2
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
...
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	C1
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O9	
0	0.48	0	0	0	0.33	0	O11	
...
0.19	0.65	0	1	1	0.33	0.8	O76	
0.52	0.7	0.2	1	0.89	0	1	O219	C3
1	0.7	0	1	1	0	0.8	O349	
...

Medoids (C) percobaan kedua dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. *Medoid* Secara Acak dari Tiga *cluster*

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	C1
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	C2
0.19	0.65	0	1	1	0.33	0.8	O76	C3

Selanjutnya lakukan perhitungan jarak vector antar data dengan *medoid* dengan menggunakan rumus yang sama seperti pada percobaan pertama seperti pada table 9.

Tabel 9. *Medoid* Serta Data yang Paling Dekat dengan *Medoid*

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	C1

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O9	
0	0.48	0	0	0	0.33	0	O11	
...	
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C2
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
...	
0.19	0.65	0	1	1	0.33	0.8	O76	
0.52	0.7	0.2	1	0.89	0	1	O219	C3
1	0.7	0	1	1	0	0.8	O349	
...	

Berdasarkan kedua percobaan perhitungan didapatkan hasil *Cost* seperti pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan *Cost*

<i>Cost</i>	Hasil
$\sum S(C_i, O_i)$ pertama	338.93
$\sum S(C_i, O_i)$ kedua	394.08

Tabel diatas menjelaskan terdapat perubahan jumlah *cost* dari 338.93 menjadi 394.08, maka nilai $\sum S(C_i, O_i)$ pertama < $\sum S(C_i, O_i)$ kedua. Oleh karena itu algoritma berhenti pada tahapan ini dan tidak ada perubahan susunan *cluster* pada percobaan yang pertama.

3.3.2 Acuan Pengelompokkan Berdasarkan *Depth*

1. Percobaan Pertama

Medoid yang mewakili dapat dilihat pada tabel 11 dan tabel 12.

Tabel 11. Pemilihan *Medoid* Secara Acak

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	C2
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C1
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	
...	
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	C3
0	0.26	0.9	0.33	0.11	0.33	0	O7	
..	

Tabel 12. *Medoid* Secara Acak dari Tiga *Cluster*

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C1
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	C2
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	C3

Lakukan perhitungan kembali untuk menentukan jarak vector dengan data dengan menggunakan *medoid* seperti pada tabel 13.

Tabel 13. *Medoid* Serta Data yang Paling Dekat dengan *Medoid*

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	C1
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	
...	
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	
0	0	0.33	0	0	0	0.22	O5	C2
0	0	0.33	0	0	0	0.43	O10	
0	0	0.33	0.11	0.07	0.07	0.17	O30	
...	

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	
0	0.26	0.9	0.33	0.11	0.33	0	O7	C3
...

2. Percobaan Kedua

Medoid yang mewakili dapat dilihat pada tabel 14 dan tabel 15.

Tabel 14. Pemilihan Medoid Secara Acak

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	
0	0.22	0.1	0.33	0	0	0	O5	C2
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	
0	0.43	0.2	0.33	0	0	0	O10	
...	
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	C1
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	
...
0	0.26	0.9	0.33	0.11	0.33	0	O7	
0.11	0.09	0.6	0.67	0.11	0.33	0.1	O47	C3
0.19	0.61	0.6	0.33	0.11	0.67	0.2	O75	
...

Tabel 15. Medoid Secara Acak dari Tiga Cluster

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	C1
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	C2
0	0.26	0.9	0	0.11	0.33	0	O7	C3

Lakukan perhitungan kembali untuk menentukan jarak vector dengan data dengan menggunakan medoid seperti pada tabel 16.

Tabel 16. Medoid Serta Data yang Paling Dekat dengan Medoid

Tanggal	Time	Depth	Mag	Smaj	Smin	cPhase	O	Medoids
0	1	0	0.33	0.22	0.67	0.1	O2	
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O3	C1
0	0.22	0	0.33	0	0.33	0	O4	
0	0.3	0	0	0	0.33	0	O8	
...	
0	1	0.2	0.67	0.78	0.33	0.5	O1	
0	0.22	0.1	0.33	0	0	0	O5	C2
0	0.22	0.4	0	0	0	0	O6	
0	0.43	0.2	0.33	0	0	0	O10	
...
0	0.26	0.9	0.33	0.11	0.33	0	O7	
0.11	0.09	0.6	0.67	0.11	0.33	0.1	O47	C3
0.19	0.61	0.6	0.33	0.11	0.67	0.2	O75	
...

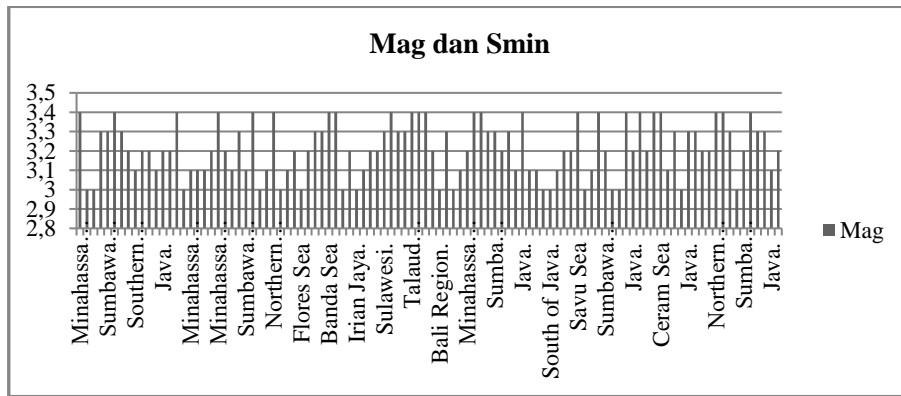
Berdasarkan kedua percobaan perhitungan didapatkan hasil Cost seperti pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Perhitungan Cost

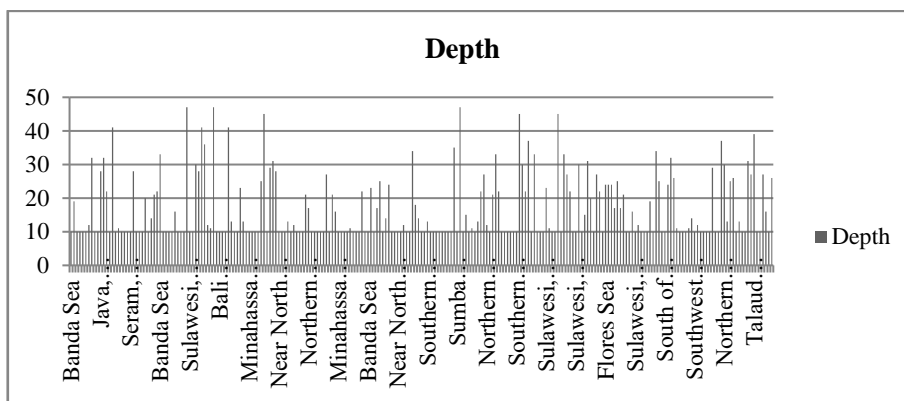
Cost	Hasil
$\sum S(C_i, O_i)$ pertama	375.59
$\sum S(C_i, O_i)$ kedua	381.89

Tabel diatas menjelaskan terdapat perubahan jumlah cost dari 375,59 menjadi 381,89, maka nilai $\sum S(C_i, O_i)$ pertama < $\sum S(C_i, O_i)$ kedua. Oleh karena itu algoritma berhenti pada tahapan ini dan tidak ada

perubahan susunan *cluster* pada percobaan yang pertama. Berikut merupakan analisis dan hasil data gempa bumi *cluster 1* dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Grafik *Magnitude dan Smin Cluster 1*

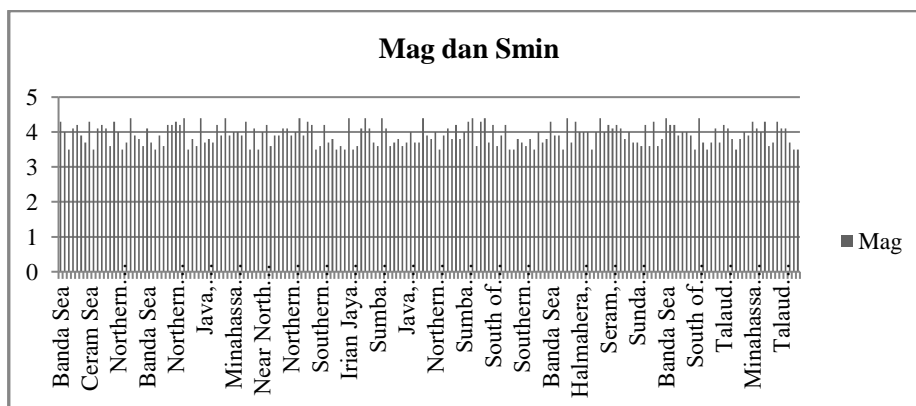


Gambar 3. Grafik *Depth Cluster 1*

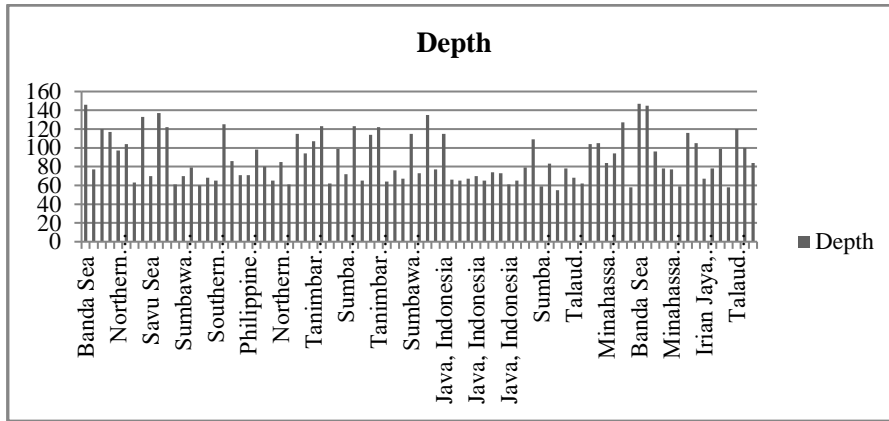
Pola penentuan daerah rawan gempa pada *Cluster 1* berdasarkan titik acuan *magnitude*, *smin* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan gempa berkisar antara 3 SR sampai dengan 3,4 SR.
2. Pada daerah rawan gempa kekuatan gempa tertinggi ialah 3,4 SR.
3. Berdasarkan data diatas diketahui bahwasannya daerah rawan gempa yang dominan dengan kekuatan gempa tertinggi ialah wilayah Minahassa Peninsula, Sulawesi, Timor Region, Northern Molucca Sea, Banda Sea, Sunda Strait, Taulud Island, Savu Sea, Flores Region, Java, Southern Sumatra, Sumbawa Region, Ceram Sea dan Irian Jaya dengan didasarkan pada waktu terjadinya gempa.

Adapun analisis dan hasil data gempa bumi pada *cluster 2* dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Grafik *Magnitude dan Smin Cluster 2*

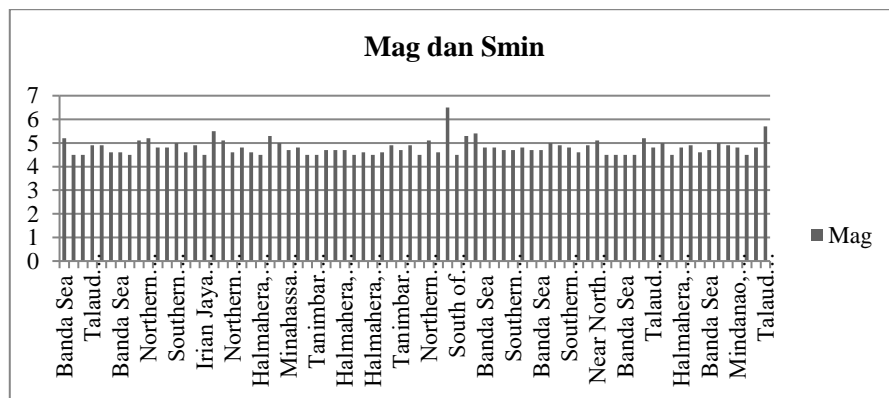


Gambar 5. Grafik Depth Cluster 2

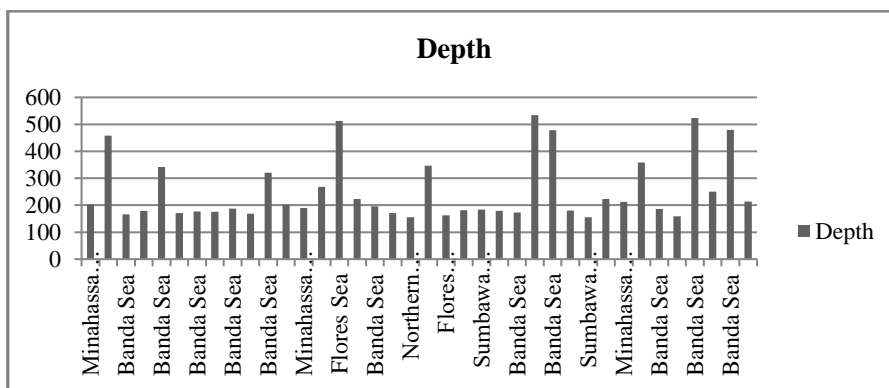
Pola penentuan daerah rawan gempa pada Cluster 2 berdasarkan titik acuan *depth* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan gempa pada daerah rawan gempa bumi berkisar antara 3,5 SR sampai dengan 4,5 SR.
2. Kekuatan gempa tertinggi ialah 4,5 SR.
3. Berdasarkan data daerah rawan gempa diatas diketahui bahwa daerah yang terkena gempa bumi dengan skala kekuatan gempa tertinggi ada pada wilayah Irian Jaya, Halmahera, Banda Sea, Northern Sumatra, Arafuru, Taulud island, Flores, Celebes Sea, dan Mandano

Adapun analisis dan hasil data gempa bumi pada cluster 3 dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6. Grafik Magnitude dan Smin Cluster 3



Gambar 7. Grafik Depth Cluster 3

Pola penentuan daerah rawan gempa pada Cluster 3 yaitu:

1. Kekuatan gempa pada daerah rawan gempa bumi berkisar antara 4,5 SR sampai dengan 5,7 SR.
2. Kekuatan gempa tertinggi pada daerah rawan gempa ialah 5,7 SR.

3. Berdasarkan data daerah rawan gempa bumi diatas diketahui bahwa daerah rawan gempa bumi yang terkena dengan kekuatan gempa tertinggi ada pada wilayah Banda Sea, Southern Molluca Sea, Taulud Island, Halmahera, Minahassa Peninsula, Irian Jaya, Philipine, Savu Sea, Tanimbar Islands, Sumba, Java, South of Java, flores.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis dari penelitian diatas dapat diambil kesimpulan bahwasannya daerah rawan gempa berdasarkan pada waktu terjadinya dilihat dari *Mag*, *Smin* dan *Depth* ialah pada wilayah Banda Sea, Southern Molluca Sea, Taulud Island, Halmahera, Minahassa Peninsula, Irian Jaya, Philipine, Savu Sea, Tanimbar Islands, Sumba, Java, South of Java, flores dengan kekuatan berkisar antara 3 SR sampai dengan 5,7 SR.

REFERENSI

- [1] B. S. F. Astuti, Hakim, R.B. Fajriya, "Analisis Clustering Gempa Bumi Selama Satu Bulan Terakhir Dengan Menggunakan Algoritma Self-Organizing Maps (SOMs) Kohonen". *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS 2015*
- [2] Simamora, A. S. Daniel. "Clustering Data Kejadian Tsunami Yang Disebabkan Oleh Gempa Bumi Dengan Menggunakan Algoritma K-Medoids". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 1, No. 8, Juni 2017, hlm. 635-640
- [3] P. Novianti, "K-Means Cluster Analysis in Earthquake Epicenter Clustering". *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*. 2017; Vol. 3, No. 2, July 2017: pages 81-89.
- [4] Y. Bock, L. Prawirodirdjo, J. F. Genrich, C. W. Stevens, R. McCaffrey, C. Subarya, S.S.O. Puntodewo., dan E. Calais. "Crustalmotion in Indonesia from Global Positioning System measurements". *Journal of Geophysical Research* **108** No. B82367. 2003.
- [5] Wattimanela, J. Henry, "Classification of Earthquake Distribution in the Banda Sea Collision Zone with Point Process Approach". *International journal of Geological and Envirimental Engineering*. Vol:9, No:12, 2015
- [6] J. Han. and M. Kamber, *Data Mining : Concepts and Technigue*, 2nd edn. San Francisco, Elsevier Inc, 2006.
- [7] M. Sood, S. Bansal, *K-Medoids Clustering Technique using Bat Algorithm*, *International Journal of Applied Information System (IJ AIS)*. Volume 5 – No. 8, June 2013
- [8] T. Velmurugan, "Efficiency of k-Means and K-Medoids Algorithms for Clustering Arbitrary Data Points," *International Journal Computer Technology & Applications*, vol. 3, 2012, pp. 1758-1764.
- [9] I. Kamila, U. Khairunnisa, and Mustakim, "Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids untuk Pengelompokan Data Transaksi Bongkar Muat di Provinsi Riau," *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–125, 2019.
- [10] M. Z. Fauzi, M. Mustakim, M. Mustafa, A. Abdullah and Rohayati. "Clustering of Public Opinion on Natural Disasters in Indonesia Using DBSCAN and K-Medoids Algorithms." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1783. No. 1. IOP Publishing, 2021.
- [11] P. Arora, Deepali, and S. Varshney, "Analysis of K-Means and K-Medoids Algorithm for Big Data," *Phys. Procedia*, vol. 78, no. December 2015, pp. 507–512, 2016.
- [12] T. Santhanam and T. Velmurugan, "Computational Complexity between K-Means and KMedoids Clustering Algorithms for Normal and Uniform Distributions of Data Points," *J. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 3, pp. 363–368, 2010
- [13] W. A. Triyanto Algoritma K-Medoids Untuk Penentuan Strategi Pemasaran Produk. *Jurnal SIMETRIS*. 2015: Vol 6, No.1 April 2015 : 183-188
- [14] S. Deflyanti, dkk, K-Medoid Algoritma in Clustering Student Scholarship Applicants. *Scientific Journal of Information*. Vol 4, No.1 May 2017
- [15] K. Soni, A. Patel. Comparative Analysis of K-means and K-Medoids Algorithm on IRIS Data. *International Journal of Computational Intelligence Research ISSN 0973-1873 Volume 13, Number 5 (2017)*, pp. 899-906
- [16] D. F. Pramesti, Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 1, No. 9, Juni 2017, hlm. 723-732
- [17] T. Velmurugan, T. Santhanam, A Survey of Partition based Clustering Algorithms in Data Mining: An Experimental Approach. *Information Technology Journal 10 (3): 478-484, 2011*
- [18] Arora, Deepali, Varshney, Analysis of K-Means and K-Medoids Algorithm For Big Data, International Conference on Information Security & Privacy (ICISP2015), 2015.
- [19] S.S. Shalini & N. C. Chauhan, "K- means v/s K- medoids: A Comparative Study", National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology, 2011.

- [20] P. Abhishek, "New Approach for K-mean and *K-Medoids* algorithm", International Journal of Computer Applications Technology and Research,2013.