
Penerapan Metode *K-Means* dalam Pengelompokan Wilayah Menurut Intensitas Kejadian Bencana Alam di Indonesia Tahun 2013-2018

Mira Suci Yana^{1*}, Lathifah Setiawan², Elvitra Mutia Ulfa³, Asep Rusyana⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Statistika, FMIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
Email: mirasuciyana@gmail.com*; lathifah.setiawan@gmail.com; elvitramutia@gmail.com;
asep.rusyana@unsyiah.ac.id;

Abstrak

Indonesia telah mengalami banyak kejadian bencana alam, Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat bahwa dari tahun 2016 sampai dengan awal 2018 sudah lebih dari 2.700 bencana alam terjadi di seluruh wilayah Indonesia. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan wilayah di Indonesia menurut intensitas terjadinya bencana alam, sehingga diketahui wilayah yang rawan terjadi bencana alam. Analisis yang digunakan adalah Analisis Gerombol dengan Metode *K-Means*. Hasil yang didapatkan adalah jumlah optimal *cluster* yang dapat dibentuk yaitu 2. Kesimpulan dari penelitian ini, *cluster* pertama merupakan wilayah yang rawan terjadinya bencana alam dengan anggotanya adalah Provinsi Jawa Timur, Jawa Barat, dan Jawa Tengah. Sedangkan 31 provinsi lainnya tergolong dalam *cluster* kedua, yang dalam artian bukan daerah rawan terjadinya bencana alam. Kesimpulan ini diambil berdasarkan nilai rata-rata dari masing-masing *cluster*, dimana rata-rata setiap variabel pada *cluster* pertama lebih besar dibandingkan nilai rata-rata setiap variabel pada *cluster* kedua.

Abstract

Indonesia has experienced many natural disasters, Badan Nasional Penanggulangan Bencana notes that from 2016 to early 2018 more than 2,700 natural disasters has occurred in all regions of Indonesia. Therefore this study aims to classify regions in Indonesia according to the intensity of natural disasters, so that it is known that the area is prone to natural disasters. The analysis used is Cluster Analysis with the K-Means Method. The results obtained are the optimal number of clusters that can be formed, namely 2. The conclusion of this study is that cluster one is an area prone to natural disasters with its members are Jawa Timur, Jawa Barat, and Jawa Tengah. While the other 31 provinces are classified as cluster two, which is not in the area prone to natural disasters. This conclusion is based on the average of each cluster, where the average of each variable in cluster one is greater than the average of each variable in cluster two.

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Diajukan 21 Des 2018

Diterima 28 Des 2018

Kata Kunci:

Analisis Gerombol
Metode K-Means
Bencana Alam

Keyword:

Cluster Analysis
K-Means Method
Natural Disaster

1. Pendahuluan

Bencana alam tsunami dan gempa bumi yang terjadi pada 28 September 2018 lalu di Palu, Sulawesi Tengah, menyebabkan lebih dari 2.000 korban jiwa meninggal dunia. Sementara itu, jumlah keseluruhan korban yang terkena dampak bencana tersebut belum dapat dipastikan hingga saat ini dikarenakan likuifaksi dan gelombang tsunami yang mengakibatkan korban tertimbun dan terseret, sehingga sulit untuk ditemukan. Indonesia terletak pada pertemuan antar 3 lempeng benua di dunia yaitu Lempeng Eurasia, Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia, apabila lempeng tersebut saling bertumbukan, ada kemungkinan akan terjadinya gempa bumi. Selain itu Indonesia juga memiliki 127 gunung api aktif [1]. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia di antaranya adalah banjir, kebakaran, puting beliung, dan tanah longsor. Hampir pada setiap provinsi di Indonesia memiliki catatan bencana alam yang telah terjadi. Dampak dari kejadian bencana alam tersebut sering sekali menimbulkan kerugian berupa harta benda dan korban jiwa.

Bencana merupakan kejadian di luar kebiasaan yang disebabkan oleh faktor alam maupun non-alam serta berdampak bagi manusia dan lingkungan [2]. Hasil pencatatan BNPB Indonesia tahun 2018 membuktikan bahwa sejak tahun 2016 sampai dengan awal tahun 2018, sudah lebih dari 2.700 bencana alam terjadi di seluruh wilayah yang ada di Indonesia. Berdasarkan data tersebut pemerintah harus lebih giat mensosialisasikan upaya pengurangan risiko bencana seperti yang tercantum dalam Undang Undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana kepada masyarakat.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) merupakan salah satu agen pemerintah yang menjadi pelaksana penanggulangan bencana di Indonesia. BNPB memerlukan data yang tepat dan akurat secara cepat ketika terjadi bencana. Hal ini diperlukan agar lembaga yang terkait mampu melakukan penanggulangan bencana secara cepat namun tetap terkoordinasi. Untuk merealisasikan hal tersebut, dibutuhkan suatu alat atau analisis data yang dapat membantu proses pengumpulan informasi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan penggunaan Analisis Gerombol yang mampu memberikan gambaran berupa lokasi atau daerah dengan status kebencanaannya, sehingga dapat menjadi referensi bagi lembaga yang terkait dalam membuat keputusan.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1. Analisis Multivariat

Analisis Multivariat merupakan suatu analisis yang digunakan apabila pengukuran setiap variabel dilakukan secara bersamaan atau serempak, dengan proses analisis secara simultan dan pelaksanaan interpretasi secara komprehensif [3]. Analisis Multivariat terbagi menjadi dua kelompok kategori utama, yaitu *Dependence Method* dan *Interdependence Method*. *Dependence Method* digunakan apabila analisis yang ingin diteliti bertujuan untuk memprediksikan variabel terikat berdasarkan banyak variabel bebas. Pada Metode Dependen terdapat empat jenis analisis, di antaranya ialah Analisis Diskriminan Berganda, Analisis Korelasi Kanonika, Analisis Regresi Berganda, dan Analisis Multivariat Varians. Sedangkan Metode Interdependen digunakan untuk pengelompokan berdasarkan variabel-variabel tertentu. Metode Interdependen terbagi atas tiga analisis yaitu: Analisis Faktor, Analisis *Cluster*, dan Skala Multidimensional [4].

2.2. Analisis Gerombol (Cluster Analysis)

Analisis Gerombol (*Cluster*) digunakan untuk mengelompokkan elemen-elemen pengamatan berdasarkan kesamaan atau sifat ketidaksamaan karakteristik peubah-peubah yang diamati. Hal-hal

yang perlu dipertimbangkan sebelum melakukan Analisis Gerombol di antaranya adalah sebagai berikut [5] :

- a. Himpunan objek yang ingin di kelompokkan;
- b. Indikator peubah yang ingin diamati;
- c. Skala yang digunakan oleh indikator peubah;
- d. Ukuran kesamaan atau ketidaksamaan;
- e. Teknik pengelompokan yang digunakan.

2.3. Metode Cluster

Analisis Gerombol termasuk dalam salah satu teknik *multivariate*, yang digunakan untuk memisahkan sekumpulan dataset dan menempatkan observasi yang mirip ke dalam satu kelompok (*cluster*) [6]. Teknik analisis *cluster* berfokus pada ukuran kemiripan dan ketakmiripan objek atau observasi [7]. Hasil akhir pengklasifikasian menggunakan Analisis *Cluster* dapat diterjemahkan menggunakan Analisis Biplot [8]. Sama halnya dengan Analisis Biplot, hubungan antarvariabel juga dapat dianalisis menggunakan Analisis Korespondensi [9]. Analisis *Cluster* dapat diaplikasikan pada berbagai bidang profesi seperti peneliti, konsultan perencanaan dan manajemen, serta ahli arkeologi [10]. Metode klaster dibagi dua yaitu metode *hierarki* dan *non hierarki*. Metode *hierarki* dilakukan dengan terlebih dahulu mengelompokkan data yang memiliki kesamaan paling dekat. Proses yang sama terus dilakukan berulang-ulang hingga membentuk diagram pohon (*dendogram*). Metode *hierarki* dapat dibagi menjadi dua kelompok metode, yaitu metode penggabungan (*agglomerative*) dan metode pemisah (*divisive*). Jenis peubah yang dapat dikelompokkan dengan metode *hierarki* adalah peubah kontinu (rasio dan interval). Metode *hierarki* paling sering menggunakan jarak *Euclidian* untuk menghitung fungsi jaraknya [11].

Metode *non hierarki* digunakan pada data yang berukuran besar. Untuk melakukan analisis ini terlebih dahulu ditentukan banyaknya *cluster* yang ingin dibentuk. Metode yang sering digunakan adalah *k means*. Metode *k means* bertujuan untuk mempartisi data ke dalam dua atau lebih gerombol. Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam mengelompokkan data dengan menggunakan metode *k means* [5].

1. Menentukan banyaknya *k* sebagai jumlah gerombol yang akan dibentuk.
2. Membangkitkan titik pusat dari gerombol pertama secara acak. Untuk menghitung titik pusat pada gerombol berikutnya digunakan rumus pada persamaan 1 berikut:

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

dimana:

$\sum x_i$: jumlahan dari data ke-i

n : banyaknya amatan yang terdapat dalam gerombol tersebut

3. Menghitung jarak setiap amatan ke setiap *centroid* dari masing-masing gerombol. Rumus yang digunakan adalah *Euclidian Distance* pada persamaan 2.

$$d(x,y) = \|x-y\| = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

dimana:

x_i : data x pada observasi ke-i

y_i : data y pada observasi ke-i

n : banyaknya observasi

4. Mengelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat dengan *centroid*-nya.
5. Menentukan posisi titik pusat baru dengan cara menghitung rata-rata dari data yang berada pada pusat yang sama.

2.4. Definisi Bencana

UU nomor 24 tahun 2007 mendefinisikan bencana sebagai peristiwa yang dapat mengancam kehidupan. Bencana itu sendiri bisa disebabkan oleh faktor alam maupun non-alam. Dampak dari bencana ialah adanya korban jiwa, terjadinya kerusakan lingkungan, berdampak pada kejiwaan seseorang, serta adanya kerugian harta benda. Berdasarkan penyebab terjadinya, bencana alam dapat dikategorikan menjadi 3 bagian yaitu [12] :

1. Bencana alam geologis (disebabkan oleh gaya-gaya yang berasal dari dalam bumi). Contohnya seperti gempa bumi dan letusan gunung api.
2. Bencana alam klimatologis (disebabkan oleh faktor angin dan hujan). Contoh yang sering terjadi adalah banjir dan tanah longsor.
3. Bencana alam *ekstra-terrestrial* (terjadi di luar angkasa). Contohnya seperti tumbukan benda-benda langit atau yang biasa disebut meteor.

3. Metodologi Penelitian

Pengelompokan data pada penelitian ini dilakukan secara *non hierarki* yaitu dengan menggunakan Metode *K-Means*. Data yang digunakan bersumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Data yang digunakan adalah jumlah kejadian bencana alam menurut provinsi di Indonesia dari tahun 2013 sampai dengan 2018. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 34 provinsi, terdiri dari Provinsi Aceh sampai dengan Provinsi Papua. Tujuan penggunaan Metode *K-Means* adalah untuk mengelompokkan wilayah dengan karakteristik jumlah kejadian bencananya *relative* sama sehingga dapat diketahui wilayah mana saja yang rawan terjadi bencana alam. Pengolahan data mengenai Analisis Gerombol Metode *K-Means* dilakukan dengan menggunakan *software R versi 3.4.3* dan *Software Geographic Information System* untuk memvisualisasikan hasil klasifikasi. Analisis data yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut: (1) Membuat gambaran deskriptif dari data; (2) Mencari jumlah kluster yang optimal dengan menggunakan Metode *Elbow*, Metode *Silhouette*, dan *GAP Statistik*; (3) Membagi wilayah sesuai dengan jumlah kluster yang didapat; dan (4) Memberi nama kluster yang terbentuk.

4. Analisis Pembahasan

4.1. Gambaran Deskriptif Data

Karakteristik data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dari statistik deskriptif yang disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Statistik deskriptif untuk data yang digunakan

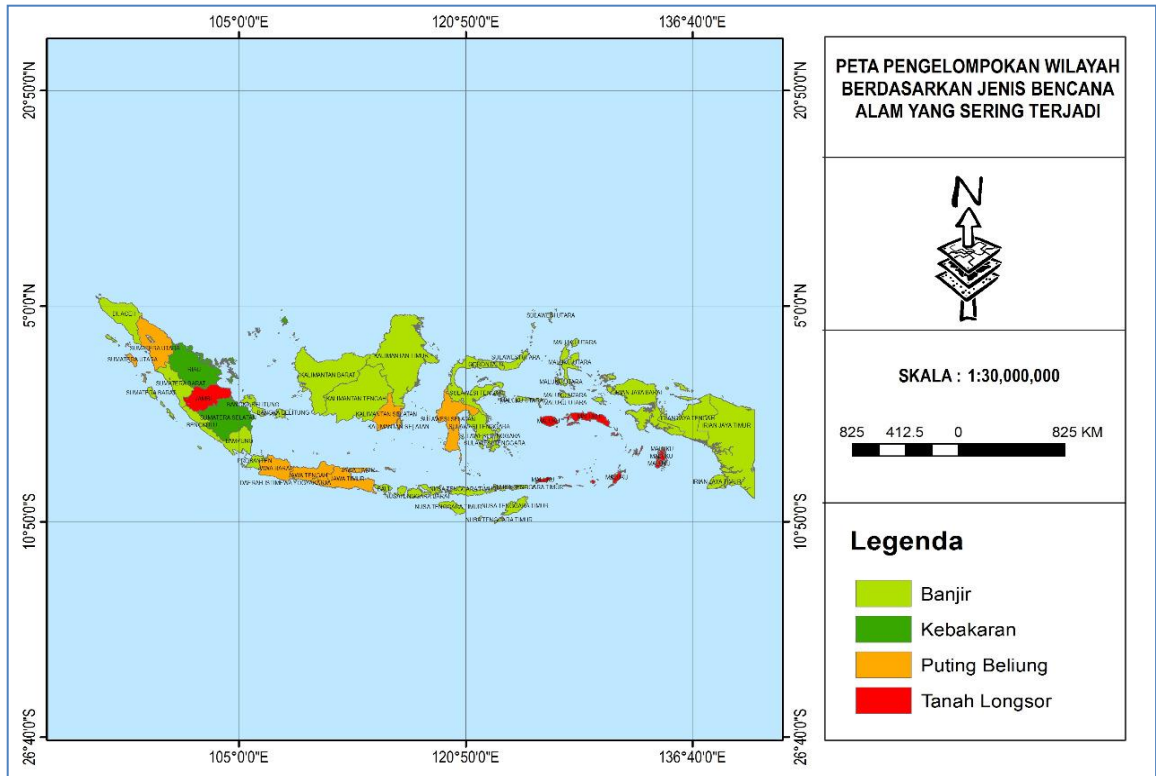
Variabel	Minimum	Maksimum	Median	Mean	Q1	Q3
Gempa Bumi	0	15	1	3	0	5
Tanah Longsor	0	914	14	80	6	36
Kebakaran	0	156	4	14	1	14
Banjir	7	554	62	103	25	105
Kekeringan	0	20	1	3	0	3
Letusan Gunung Api	0	11	0	1	0	1
Puting Beliung	0	623	40	89	16	79
Gelombang Pasang/Abrasi	0	15	2	3	0	4

Pada Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata jumlah kejadian gempa bumi di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir (2013-2018) adalah sebesar 3 kejadian, dengan 50% datanya (Q2) berada di bawah 1 kejadian. Jumlah minimum kejadian gempa bumi di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana gempa bumi selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Riau, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Barat, Kep. Riau, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 15 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Barat. Rata-rata jumlah kejadian tanah longsor di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 80 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 14 kejadian. Jumlah minimum kejadian tanah longsor di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana tanah longsor selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Kalimantan Utara. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 914 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Tengah.

Rata-rata jumlah kejadian kebakaran di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 14 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 4 kejadian. Jumlah minimum kejadian kebakaran di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana kebakaran selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Kep. Bangka Belitung, DI Yogyakarta, Lampung, Maluku Utara, Maluku, Sulawesi Barat, Papua, dan Papua Barat. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 156 kejadian yaitu pada Provinsi Kalimantan Timur. Rata-rata jumlah kejadian banjir di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 103 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 62 kejadian. Jumlah minimum kejadian banjir di Indonesia adalah 7 kejadian yaitu pada Provinsi Kalimantan Utara. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 554 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Timur. Rata-rata jumlah kejadian kekeringan di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 3 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 1 kejadian. Jumlah minimum kejadian kekeringan di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana kekeringan selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Sumatera Utara, Jambi, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, Bali, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Barat, Sulawesi Utara, Gorontalo, Maluku, dan Papua Barat. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 20 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah.

Rata-rata jumlah kejadian letusan gunung api di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 1 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 0 kejadian. Jumlah minimum kejadian letusan gunung api di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana letusan gunung api selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Aceh, Sumatera Barat, Lampung, Sumatera Selatan, Riau, Bengkulu, Kepulauan Riau, Kepulauan Bangka Belitung, DKI Jakarta, Banten, Gorontalo, Maluku, Papua Barat, Papua, dan seluruh provinsi yang ada di Pulau Kalimantan serta Pulau Sulawesi. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 11 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Timur. Rata-rata jumlah kejadian puting beliung di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 89 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 40 kejadian. Jumlah minimum kejadian puting beliung di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana puting beliung selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Papua. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 623 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Tengah. Rata-rata jumlah kejadian gelombang pasang/abrasi di Indonesia dalam selang waktu 5 tahun terakhir adalah sebesar 3 kejadian, dengan 50% datanya berada di bawah 2 kejadian. Jumlah minimum kejadian gelombang pasang/abrasi di Indonesia adalah 0, artinya tidak tercatat terjadinya bencana gelombang pasang/abrasi selama selang waktu tersebut, provinsi tersebut adalah Jambi, Lampung, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Utara, Sulawesi

Tenggara, Gorontalo, dan Papua Barat. Sedangkan jumlah maksimumnya adalah sebesar 15 kejadian yaitu pada Provinsi Jawa Timur. Peta pengelompokan wilayah berdasarkan jenis bencana alam yang sering terjadi dapat dilihat pada Gambar 1.

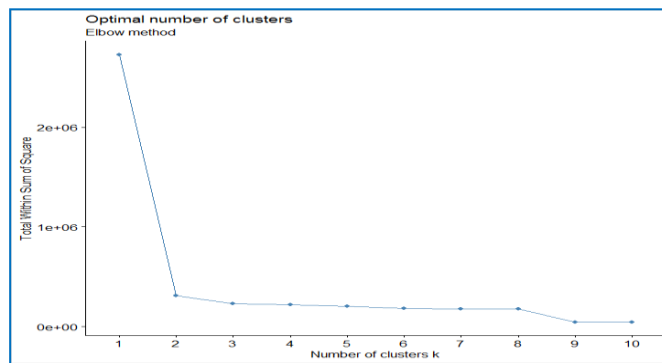


Gambar 1 Pengelompokan wilayah berdasarkan jenis bencana alam yang sering terjadi

4.2. Pengelompokan Data Menggunakan Metode K-Means Cluster

Pada metode *K-means* terdapat beberapa pertimbangan untuk menentukan jumlah kluster yang paling optimal. Pendekatan metode yang paling populer di antaranya adalah Metode *Elbow*, Metode *Silhouette*, dan GAP Statistik. Berikut keluaran/output dari masing-masing metode yang digunakan.

4.2.1. Metode Elbow

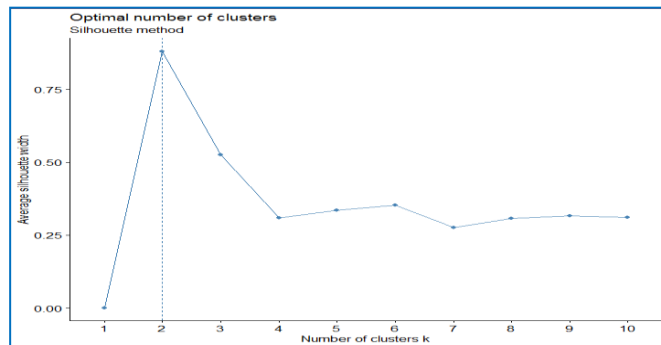


Gambar 2 Output R untuk metode *Elbow*

Keluaran pada Gambar 2 menggunakan nilai total *Whitin Sum Square* sebagai penentu jumlah kluster atau *k* optimalnya. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa garis mengalami patahan

yang membentuk siku ketika k bernilai 2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah kluster optimal yang diperoleh dari metode ini adalah 2.

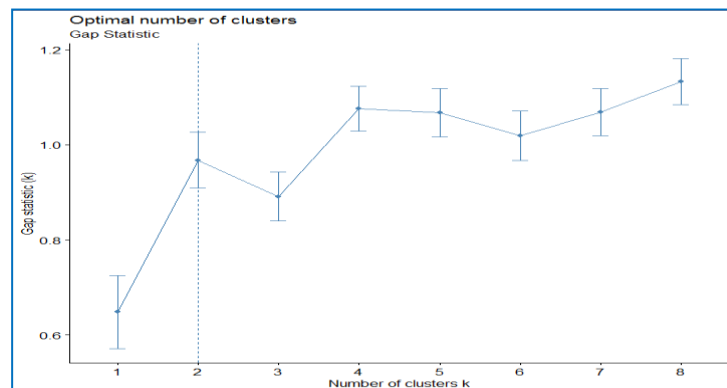
4.2.2. Metode Silhouette



Gambar 3 Output R untuk metode Silhouette

Penentuan k optimal dari metode *silhouette* ialah dengan melihat rata-rata nilai *silhouette*, dengan asumsi semakin tinggi nilai rata-ratanya maka k tersebut semakin optimal. Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa rata-rata nilai *silhouette* paling tinggi berada pada $k = 2$. Maka dengan menggunakan metode ini diperoleh k optimalnya yaitu pada saat $k = 2$.

4.2.3. GAP Statistic

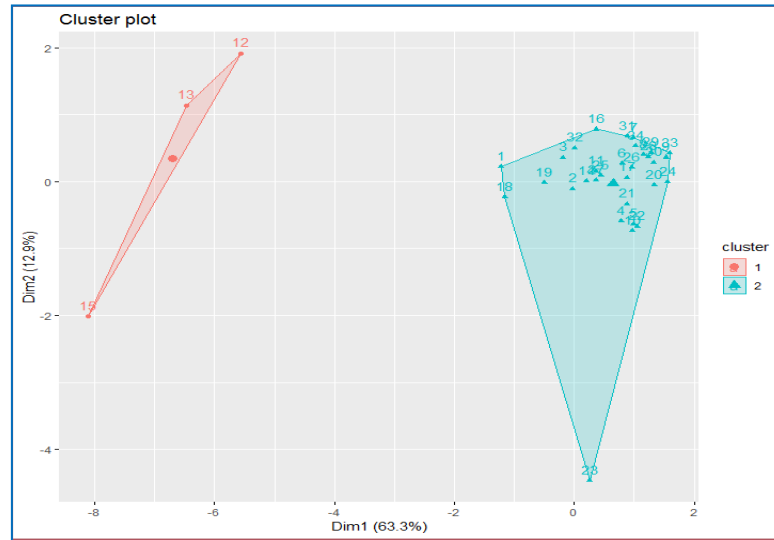


Gambar 4 Output R untuk GAP Statistic

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa $k = 2$ adalah jumlah yang optimal untuk membentuk kluster. Jika dibandingkan dengan metode-metode sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa nilai k yang optimal untuk membentuk kluster pada penelitian ini adalah 2.

4.3. Pengelompokan Wilayah dengan Jumlah Cluster = 2

Untuk mengetahui anggota dari masing-masing kluster digunakan selisih jarak antara setiap objek dengan setiap *centroid*. Nilai dari *centroid* pertama dapat dipilih secara acak. Perhitungan jarak dilakukan dengan menggunakan persamaan jarak *Euclidian* pada persamaan 2, dimana objek dengan jarak terdekat dijadikan satu gerombol.



Gambar 5 Output R penentuan anggota kluster

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa dengan jumlah kluster 2, terbentuk kluster 1 yang terdiri dari 3 provinsi yaitu Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat. Sedangkan kluster 2 terdiri dari 31 provinsi sisanya, yaitu DKI Jakarta, Banten, DI Yogyakarta, dan seluruh provinsi yang ada di Pulau Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Nusa Tenggara, Kep. Maluku, serta Papua.

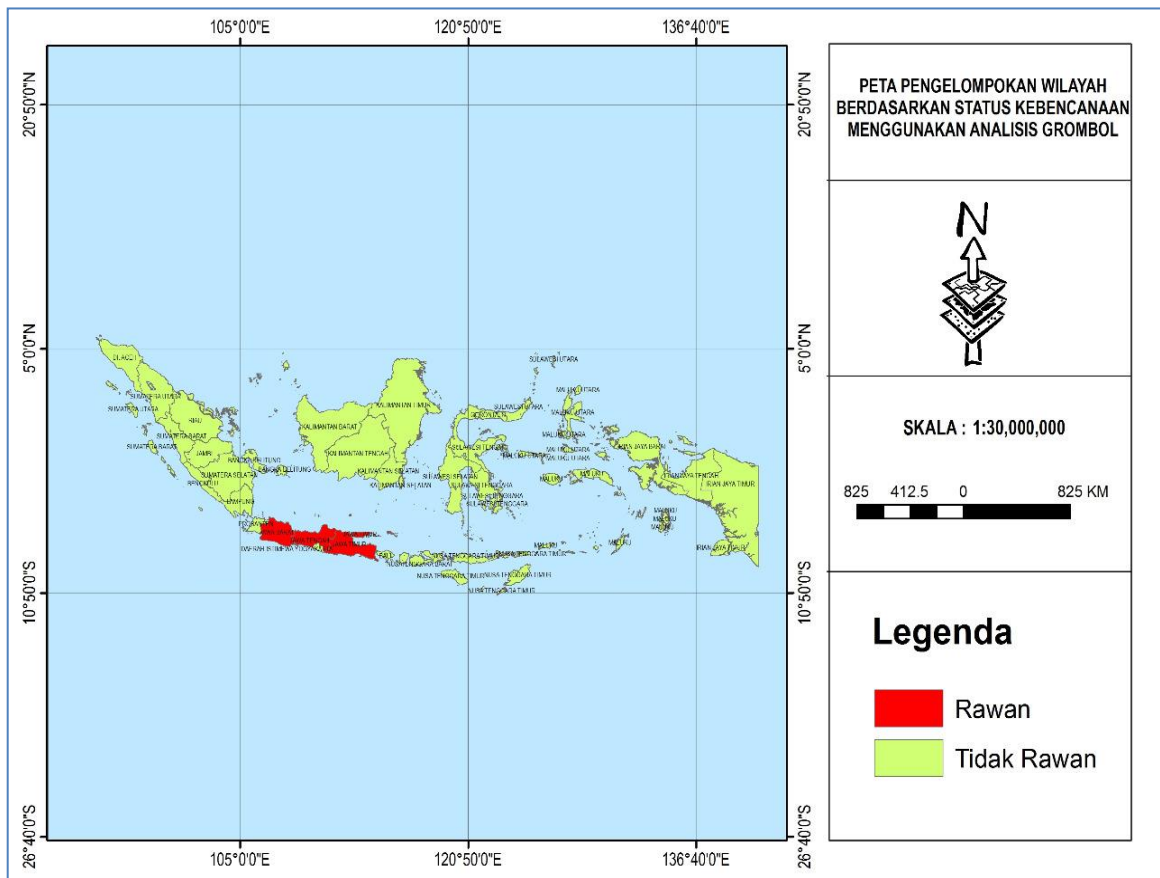
4.4. Identifikasi Cluster yang terbentuk

Penentuan nama kluster dapat dilihat berdasarkan perbandingan nilai *mean* masing-masing variabel untuk setiap kluster. Pada penelitian ini, rata-rata jumlah kejadian bencana alam menurut kluster dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Rata-rata kejadian bencana alam menurut kluster

Klaster	Gempa Bumi	Tanah Longsor	Kebakaran	Banjir	Kekeringan	Letusan Gunung Api	Puting Beliung	Gelombang Pasang/Abrasi
1	11	690	32,7	482	18,7	5,67	558	8
2	2,32	21,5	12,4	65,9	1,45	0,774	43,7	2,52

Berdasarkan Tabel 2, maka dapat dilakukan profilisasi untuk setiap kelompok yang terbentuk. Dimana kluster 2 merupakan daerah yang memiliki jumlah kejadian bencana alam, dalam periode waktu 5 tahun terakhir, yang lebih sedikit dibandingkan kluster 1. Sehingga dapat dikatakan provinsi yang masuk ke dalam wilayah kluster 1 merupakan provinsi yang rawan terjadinya bencana alam, sementara provinsi di dalam kluster 2 merupakan daerah yang tidak rawan terjadi bencana alam. Peta pengelompokan wilayah berdasarkan status kebencanaan hasil Analisis *Cluster* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengelompokan wilayah berdasarkan status kebencanaan hasil Analisis *Cluster*

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *K-Means*, data jumlah kejadian bencana alam periode waktu 5 tahun terakhir (2013-2018) di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi 2 klaster. Dimana klaster pertama yaitu daerah yang rawan terjadinya bencana alam terdiri dari 3 provinsi, di antaranya Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat. Sedangkan klaster 2 atau daerah yang tidak rawan terjadinya bencana alam terdiri dari 31 provinsi, di antaranya adalah Provinsi DKI Jakarta, Banten, DI Yogyakarta, dan seluruh provinsi yang ada di Pulau Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Nusa Tenggara, Kep. Maluku, serta Papua.

Saran yang diberikan peneliti berdasarkan penelitian ini yaitu pemerintah terutama pihak Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) disarankan lebih menaruh perhatiannya ke daerah yang termasuk ke dalam klaster pertama.

Daftar Pustaka

- [1] Anjayani, E. 2008. *Indonesia di Pertemuan Lempeng Tektonik*. Cempaka Putih. Klaten.
- [2] Parker. 1992. *Pencegahan dan Manajemen Bencana*. PT Gramedia Utama. Jakarta.
- [3] Solimun, Fernandes, A. A. R., dan Nurjannah. 2017. *Metode Statistika Multivariat Pemodelan Persamaan Struktural (SEM) Pendekatan WarpPLS*. UB Press. Malang.
- [4] Alkarkhi, Abbas, F. M., dan Wasin, A. A. A. 2018. *Easy Statistics for Food Science with R*. MPS Limited. India.
- [5] Everitt, Brian, S., Sabine, L., Morven, L., dan Daniel, S. 2011. *Cluster Analysis Five Edition*. King's College London. UK.
- [6] Romesburg, Charles, H. 2004. *Cluster Analysis For Researchers*. Lulu Press. North Carolina.
- [7] Adie. 2008. *Analisis Peubah Ganda (Multivariate Analysis)*. <http://adie08.files.wordpress.com/2008/066/analisis-peubah-ganda.pdf>. Tanggal akses 27 Oktober 2018.
- [8] Fitriana, A. R., Rusyana, A., dan Wisreini. 2011. Analisis Biplot untuk Mengetahui Kebutuhan terhadap Lulusan Program Studi Statistika. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*. 8(2) : 39-51.
- [9] Rusyana, A., Nurhasanah and Maulizasari. 2018. *Description of the Supporting Factors of Final Project in Mathematics and Natural Sciences Faculty of Syiah Kuala University with Multiple Correspondence Analysis*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. (1) : 352.
- [10] Johnson, R. A., dan Wichern, D.W. 2007. *Applied Multivariate statistical Analisis Six Edition*. Pearson Prentice. New Jersey.
- [11] Ediyanto, Mara, M. N., dan Satyahadewi, N. 2013. Pengklasifikasian Karakteristik dengan Metode *K- Means Cluster Analysis*. *Buletin Ilmiah Matematika Statistik dan Terapannya*. 2(2) : 133-136.
- [12] Eko. 2012. *Makalah Bencana Alam*. <http://ekookdamezs.blogspot.com/2012/04/makalah-bencana-alam.pdf>. Tanggal akses 27 Oktober 2018.