
Analisis *Cluster* Intensitas Kebencanaan di Indonesia Menggunakan Metode K-Means

Hafiz Yusuf Herald¹, Nabila Churin Aprilia², dan Hasih Pratiwi³
^{1,2,3}Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

hafizheraldi@student.uns.ac.id, nabilachurin341@student.uns.ac.id, dan hpratiwi@staff.uns.ac.id

Abstract. Indonesia is one of the most prone countries to natural disasters in the world because of the climate, soil, hydrology, geology, and geomorphology. There are many different natural disasters, but the three most common natural disasters in Indonesia are flood, landslide, and tornado. This research aimed to cluster the provinces in Indonesia based on the flood, landslide, and tornado's intensity in 2018. The results of clustering by K-Means method in this research divided the provinces in Indonesia into four clusters. The second cluster contained West Java, Central Java, and Bali, the third cluster contained DKI Jakarta, the fourth cluster contained DI Yogyakarta, and the first cluster contained the other 29 provinces. The result of this research hopefully can help the government in order to make decision and improve the natural disaster management system, such as preparedness, disaster response, and disaster recovery based on the most common disaster in each province. Furthermore, the society is expected to be more aware on natural disaster management based on the most common natural disaster in province that they lived.

Keywords : natural disaster, cluster, k-means

1. Pendahuluan

Keindahan dan keberagaman alam yang dimiliki Indonesia seperti gunung, bukit, pantai, danau, dan laut seakan berbanding lurus dengan keberagaman ancaman bencana alam yang dimiliki Indonesia. Bencana alam adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, sehingga menimbulkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis [1]. Indonesia menjadi salah satu negara yang rawan bencana dikarenakan keadaan iklim, tanah, hidrologi, geologi, dan geomorfologinya. Letak astronomis menjadikan Indonesia mempunyai iklim tropis yang berdampak pada tingginya curah hujan, jika keadaan alam mulai rusak, maka tingginya curah hujan akan menyebabkan bencana banjir. Sedangkan secara geologi, Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia. Pertemuan tiga lempeng ini menyebabkan Indonesia rawan terjadi gempa bumi, tsunami, serta tanah longsor.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), mengatakan bahwa dari Januari hingga April 2019 sudah terjadi 1.586 bencana yang terjadi di berbagai wilayah di Indonesia. Jumlah ini sudah meningkat sebesar 7,2 persen dibandingkan tahun 2018.

Bencana terbesar yang terjadi di awal 2019 adalah banjir dan tanah longsor di Sulawesi Selatan yang menyebabkan 82 orang meninggal dunia, 47 orang luka-luka, dan 3 orang hilang, serta kerugian diperkirakan mencapai 926 miliar rupiah. Pada bulan Maret, terjadi kembali bencana banjir dan tanah longsor di Sentani, Papua yang menyebabkan 119 orang meninggal dunia, 82 orang hilang, dan 965 orang luka-luka, serta kerugian yang mencapai 668 miliar rupiah. Setelah dua bencana yang terjadi di bulan Januari dan Maret, terjadi lagi bencana yang sama pada bulan April di Bengkulu yang menyebabkan 29 orang meninggal, 13 orang hilang, dan 4 orang luka-luka, serta kerugian mencapai 200 miliar rupiah.

Selain bencana banjir dan longsor, puting beliung juga merupakan salah satu bencana yang cukup sering terjadi di Indonesia. Puting beliung banyak terjadi pada musim pancaroba atau transisi antara dua musim, yaitu transisi antara musim hujan ke musim kemarau atau sebaliknya [2]. Bencana puting beliung paling sering terjadi di pulau Jawa, khususnya Jawa Tengah [3].

Berbagai macam bencana yang mengancam Indonesia mengharuskan pemerintah untuk melakukan persiapan dengan baik, salah satunya adalah melakukan mitigasi bencana. Mitigasi merupakan tahap awal penanggulangan bencana alam untuk mengurangi dan memperkecil dampak bencana yang biasanya dilakukan sebelum bencana terjadi [4]. Mitigasi bencana banjir dapat dilakukan dengan tiga arahan kebijakan, yaitu pendidikan kebencanaan, peningkatan sosialisasi pada zona rawan banjir, dan perencanaan ruang berbasis bencana [5]. Mitigasi bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan penyusunan *database* daerah potensi bahaya dan pemasangan *Early Warning System* (EWS). Selain itu juga dapat dilakukan dengan pemberian informasi, sosialisasi serta pelatihan dan simulasi bencana [6]. Sedangkan untuk mitigasi puting beliung dengan membuat peta persebaran kejadian puting beliung berdasarkan zona rawan dan faktor yang mempengaruhinya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelompokkan provinsi-provinsi yang ada di Indonesia berdasarkan tiga jenis bencana yang paling sering terjadi, yaitu banjir, tanah longsor, dan puting beliung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah untuk lebih fokus dalam merancang langkah-langkah yang harus diambil untuk mencegah atau menanggulangi dampak bencana pada suatu daerah sesuai dengan jenis bencana yang paling sering terjadi pada daerah tersebut. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan mampu dimanfaatkan oleh

masyarakat Indonesia untuk lebih mempersiapkan diri dan mempelajari teknik penanggulangan bencana sesuai dengan bencana yang sering terjadi di provinsi tempat tinggalnya.

2. Tinjauan Pustaka

Tahap awal dalam analisis ini adalah melakukan studi literatur, berikut adalah tinjauan pustaka dalam penelitian ini.

2.1. Bencana. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis, sebagaimana tertuang dalam UU Nomor 24 Tahun 2007 [7].

2.2. Clustering. *Clustering* merupakan salah satu teknik dalam *data mining* yang berfungsi untuk memetakan data pada kelompok atau *cluster* tertentu [8]. Setiap data dikelompokkan berdasarkan kemiripannya dengan data yang lain, data yang memiliki karakteristik yang sama akan dimasukkan dalam *cluster* yang sama, dan data yang memiliki karakteristik yang berbeda akan ditempatkan dalam *cluster* yang lain. Banyak sekali metode yang dapat digunakan untuk *clustering*, salah satu metode yang banyak digunakan adalah K-Means.

2.3. K-Means. K-Means merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk *clustering*. Algoritme K-Means merupakan metode *clustering* non *hierarchy* yang memiliki waktu komputasi yang relatif cepat [8]. Algoritma K-Means ini dimulai dengan menentukan terlebih dahulu berapa *cluster* yang ingin dibuat, selanjutnya menentukan nilai awal untuk masing-masing *cluster*, lalu menghitung jarak dari masing-masing data dengan nilai awal yang telah ditentukan. Setelah jarak dari tiap data dihitung, data dimasukkan dalam *cluster* terdekat. Selanjutnya menghitung rata-rata dari tiap *cluster*, rata-rata tersebut nantinya akan digunakan sebagai nilai awal yang baru dalam menghitung jarak dari masing-masing data. Iterasi terus berlanjut sampai rata-rata nilai *cluster* yang baru sama dengan rata-rata nilai *cluster* pada iterasi sebelumnya.

3. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data intensitas bencana banjir, tanah longsor, dan puting beliung tahun 2018 yang didapatkan dari laman resmi BNPB. Data intensitas yang dimaksud adalah perbandingan antara jumlah bencana yang terjadi

pada suatu provinsi dengan luas daerah dari provinsi tersebut. Penelitian ini disusun dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Studi Literatur
2. Analisis deskriptif
3. Analisis *Clustering* :
 - a. *Pre-processing* data
 - b. Menentukan banyaknya *cluster*
 - c. Menentukan *centroid* dan iterasi sampai terbentuk *cluster* terbaik

4. Pembahasan

Sebelum melakukan penelitian ini, dilakukan studi literatur terlebih dahulu tentang jenis-jenis bencana yang paling sering terjadi di Indonesia. Bencana yang paling sering terjadi adalah banjir, tanah longsor, dan puting beliung. Oleh karena itu, dalam penelitian ini hanya akan membahas tiga bencana, yaitu : banjir, tanah longsor, dan puting beliung.

4.1 Analisis Deskriptif. Analisis deskriptif dalam data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dalam Tabel 1.

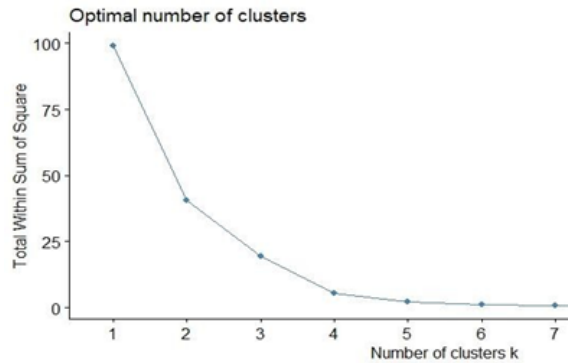
Tabel 1. Deskripsi intensitas kebencanaan di Indonesia (jumlah bencana tiap 10.000 km²)

Bencana	Min	Maks	Mean
Banjir	0,145	195,449	20,868
Tanah Longsor	0	108,108	12,720
Puting Beliung	0	287,265	23,979

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat provinsi yang tidak pernah terjadi puting beliung dan tanah longsor. Rata- rata intensitas puting beliung sebesar 23,979 yang berarti bahwa terjadi 24 puting beliung setiap 10.000 km². Sementara untuk bencana banjir, semua provinsi di Indonesia pernah mengalaminya dengan rata-rata intensitas banjir sebesar 20,868 yang berarti bahwa terjadi 21 banjir di setiap 10.000 km², serta rata-rata intensitas tanah longsor sebesar 12,270 yang berarti bahwa terjadi 12 peristiwa tanah longsor di setiap 10.000 km².

4.2 Pre-processing Data. Sebelum analisis *clustering*, dilakukan *pre-processing* data terlebih dahulu. Dalam tahap *pre-processing* ini dilakukan standardisasi dari nilai observasi pada data intensitas banjir, tanah longsor, dan puting beliung.

4.3 Menentukan Banyak Cluster. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam menentukan banyaknya *k cluster* adalah dengan menggunakan metode *elbow*, di mana metode ini menggunakan nilai total *within sum of square* sebagai penentu *k* optimalnya.



Gambar 1. Output metode *elbow* untuk menentukan *k* optimal

Dari Gambar 1, garis mengalami patahan yang membentuk *elbow* atau siku pada saat $k = 4$. Maka dapat disimpulkan bahwa banyak *cluster* yang optimal adalah sebanyak 4.

4.4 Menentukan Centroid dan Iterasi Sampai Terbentuk Cluster Terbaik. Penentuan *centroid* dalam penelitian ini dilakukan secara *random* dengan menggunakan *software R*. Setelah dilakukan iterasi, terbentuk *cluster* terbaik sebagai berikut:

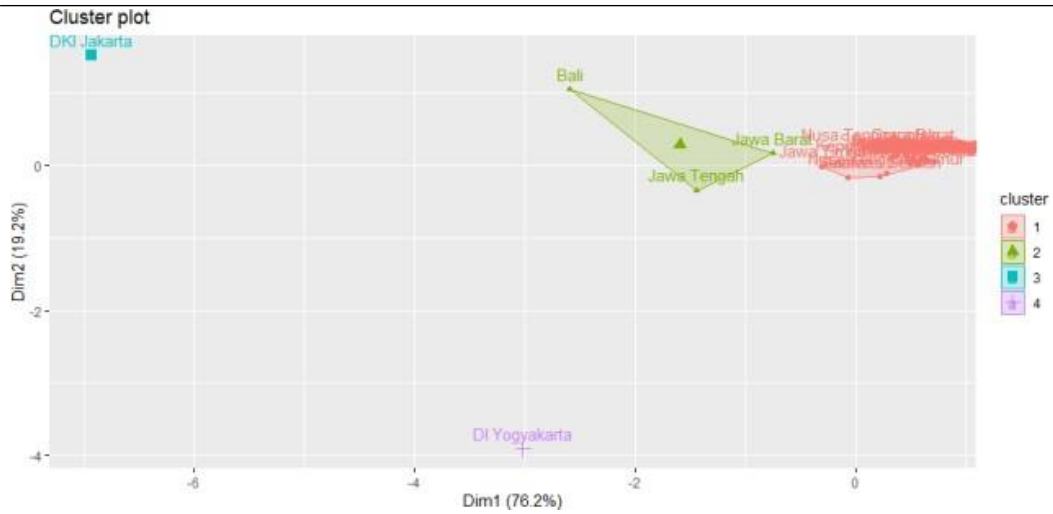
Tabel 2. Hasil *clustering* untuk tiap provinsi di Indonesia

Nama Provinsi	Cluster	Nama Provinsi	Cluster
Aceh	1	NTB	1
Sumatera Utara	1	NTT	1
Sumatera Barat	1	Kalimantan Utara	1
Riau	1	Kalimantan Barat	1
Kep. Riau	1	Kalimantan Tengah	1
Jambi	1	Kalimantan Selatan	1
Bengkulu	1	Kalimantan Timur	1

Tabel 2. Hasil *clustering* untuk tiap provinsi di Indonesia (lanjutan)

Sumatera Selatan	1	Gorontalo	1
Kep. Bangka Belitung	1	Sulawesi Utara	1
Lampung	1	Sulawesi Barat	1
Banten	1	Sulawesi Tengah	1
Jaawa Barat	2	Sulawesi Selatan	1
DKI Jakarta	3	Sulawesi Tenggara	1
Jawa Tengah	2	Maluku Utara	1
DI Yogyakarta	4	Maluku	1
Jawa Timur	1	Papua Barat	1
Bali	2	Papua	1

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada *cluster* 2 terdiri dari Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Bali. Pada *cluster* 3 dan *cluster* 4 hanya terdiri dari satu provinsi, yaitu Provinsi DKI Jakarta dan DI Yogyakarta. Sedangkan provinsi yang lain, yaitu : Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Kepulauan Bangka Belitung, Lampung, Banten, Jawa Timur, NTB, NTT, Kalimantan Utara, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku Utara, Maluku, Papua Barat, dan Papua terletak pada *cluster* 1. Hasil dari *clustering* juga dapat dilihat pada plot di bawah:



Gambar 2. Plot untuk masing-masing *cluster* yang telah terbentuk

Tabel 3. Rata-rata intensitas bencana untuk masing-masing *cluster*

Cluster	Banjir	Tanah Longsor	Puting Beliung
1	Rendah	Rendah	Rendah
2	Cukup Tinggi	Cukup Tinggi	Cukup Rendah
3	Tinggi	Tinggi	Cukup Tinggi
4	Cukup Rendah	Cukup Rendah	Tinggi

Karakteristik dari tiap *cluster* ditentukan oleh rata-rata intensitas bencana pada *cluster* tersebut. Rata-rata intensitas bencana dibedakan menjadi empat kategori, yaitu: rendah, cukup rendah, cukup tinggi, dan tinggi. *Cluster* 1 memiliki rata-rata intensitas banjir, tanah longsor, dan puting beliung rendah. *Cluster* 2 memiliki rata-rata intensitas banjir dan tanah longsor cukup tinggi, dan rata-rata intensitas puting beliung cukup rendah. Pada *cluster* 3 memiliki rata-rata intensitas banjir dan tanah longsor tinggi, dan rata-rata intensitas puting beliung cukup tinggi. Sedangkan pada *cluster* 4 memiliki rata-rata intensitas banjir dan tanah longsor cukup rendah, dan rata-rata intensitas puting beliung tinggi.

5. Kesimpulan.

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa algoritma K- Means dapat digunakan untuk melakukan *clustering* data intensitas kebencanaan pada tiap provinsi di Indonesia dengan hasil sebagai berikut: Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Bali memiliki rata-rata intensitas banjir dan tanah longsor cukup tinggi, dan rata-rata intensitas puting beliung cukup rendah. Provinsi DKI Jakarta memiliki rata-rata intensitas banjir dan tanah longsor tinggi, dan rata-rata intensitas puting beliung cukup tinggi. Provinsi DI Yogyakarta memiliki rata-rata intensitas banjir dan tanah longsor cukup rendah, dan rata-rata intensitas puting beliung tinggi. Sementara 29 provinsi lainnya memiliki rata-rata intensitas banjir, tanah longsor, dan puting beliung rendah. Hasil dari *clustering* ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pemerintah dalam upaya untuk memperbaiki pola pencegahan dan penanggulangan bencana yang terjadi di masing-masing provinsi.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum. *Petunjuk Tindakan dan Sistem Mitigasi Banjir Bandang*. Jica Project. Semarang. 2012.
- [2] Nurjani, E., Rahayu, A, dan Rachmawati, F. Kajian Bencana Angin Ribut di Indonesia Periode 1990-2011: Upaya Mitigasi Bencana. *Geomedia*. 11(2): 191 – 206. 2013.
- [3] Darman, R. Analisis Data Kejadian Bencana Angin Puting Beliung dengan Metode Online Analytical Processing (OLAP). *Science and Information Technologi Journal*. 2(1): 18 – 23. 2019.
- [4] Niode, D. F., Rindengan, Y. D. Y., dan Karouw S. D. S. Geographical Information System (GIS) untuk Mitigasi Bencana Alam Banjir di Kota Manado, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 5(2): 14 – 20, 2016.
- [5] Umar, I. dan Dewata, I. Arah Kebijakan Mitigasi pada Zona Rawan Banjir Kabupaten Limapuluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(2): 251 – 257. 2018.
- [6] Rahman, A. Z. Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Banjarnegara. *Gema Publica*. 1(1): 1 – 14. 2015.
- [7] Hilmi, E., Hendarto, E., Riyanti, dan Sahri, A. Analisis Potensi Bencana Abrasi dan Tsunami di Pesisir Cilacap. *Jurnal Penanggulangan Bencana*. 3(1): 34 – 42. 2012.
- [8] Ridlo, M.R., Defiyanti, S., dan Primajaya, A. *Implementasi Algoritme K-Means untuk Pemetaan Produktivitas Panen Padi di Kabupaten Karawang*. Yogyakarta. 2017.