

Analisis Cluster Intensitas Data Kebencanaan di Provinsi Sulawesi Tengah Menggunakan Metode K-Means

Ayub Vigo¹, Widayanti², Rizka Ardiansyah³, Yuri Yudhaswana Joeefrie⁴

ayublatjolai@gmail.com¹, wirda_arbie@untad.ac.id², rizka@untad.ac.id³,

yuri.yudhaswana@untad.ac.id⁴

Universitas Tadulako

Informasi Artikel

Diterima : 1 Apr 2024

Direview : 9 Mei 2024

Disetujui : 15 Jun 2024

Kata Kunci

Analisis, Cluster, Intensitas, K-Means, Sulawesi Tengah.

Abstrak

Sulawesi Tengah sering mengalami bencana alam seperti gempa bumi, banjir, dan tanah longsor. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Sulawesi Tengah bertugas mengelola, menanggapi, dan memberikan informasi yang akurat tentang peristiwa tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkategorikan wilayah Sulawesi Tengah berdasarkan intensitas bencana tahunan dengan metode k-means. Dengan menggunakan algoritma K-Means, setiap wilayah dikelompokkan menurut karakteristik kejadian bencananya. Memanfaatkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sulawesi Tengah, studi ini berfokus pada pemahaman pola kejadian bencana dan klaster intensitas. Dari hasil Clustering yang di dapatkan tiap tahunnya, jenis bencana banjir yang paling dominan terjadi di beberapa wilayah Sulawesi Tengah, serta wilayah-wilayah tersebut cenderung masuk dalam cluster 2 (intensitas bencana tinggi) atau 1 (intensitas bencana sedang) dan penelitian ini mencatat tren penurunan jumlah kejadian bencana seiring berjalannya waktu dalam skala tahun 2020 sampai 2023 yang mencapai 66%. Informasi yang diperoleh dapat memfasilitasi perencanaan mitigasi, meningkatkan efektivitas tanggap bencana di masa depan.

Keywords

Analysis, Cluster, Intensity, K-Means, Central Sulawesi.

Abstract

Central Sulawesi often experiences natural disasters such as earthquakes, floods, and landslides. The Central Sulawesi Regional Disaster Management Agency is in charge of managing, responding to, and providing accurate information about the event. This study aims to categorize the Central Sulawesi region based on annual disaster intensity using the k-means method. Using the K-Means algorithm, each region is grouped according to the characteristics of its disaster events. Utilizing data from the Regional Disaster Management Agency (BPBD) of Central Sulawesi Province, this study focuses on understanding disaster event patterns and intensity clusters. From the results of clustering obtained every year, the most dominant type of flood disaster occurs in several regions of Central Sulawesi, and these areas tend to be included in cluster 2 (high disaster intensity) or 1 (medium disaster intensity) and this study records a downward trend in the number of disaster events over time on a scale of 2020 to 2023 which reaches 66%. The information obtained can facilitate mitigation planning, improving the effectiveness of future disaster response.

A. Pendahuluan

Indonesia sebagai sebuah negara yang terletak di kawasan *Ring of Fire* atau Cincin Api Pasifik, menjadi wilayah yang rentan akan terjadinya beragam bencana alam. Provinsi Sulawesi Tengah, dengan topografi dan geologi yang beragam, seringkali menghadapi risiko bencana yang signifikan, termasuk gempa bumi, banjir, dan tanah longsor. Selama periode tahun 2023 Badan Penanggulangan Bencana Daerah Sulawesi Tengah telah mengatasi 111 kejadian bencana alam yang terjadi di wilayah tersebut, baik bencana hidrometeorologi basah maupun kering. Banjir menjadi peristiwa bencana yang seringkali terjadi, di mana mencatat sebanyak 57 kejadian di ikuti bencana alam puting beliung tercatat ada 20 kejadian, kebakaran hutan dan lahan (karhutla) sebanyak 13 kali, banjir rob 5 kali, tanah longsor 5 kali, abrasi 4 kali, gempa bumi 2 kali, gelombang tinggi 2 kali, dan kekeringan 2 kali.

Grafik data BPBD Sulawesi Tengah menunjukan bahwa setiap tahunnya terjadi penurunan tren kejadian bencana, yakni mencapai 53% berdasarkan data perbandingan dengan tahun sebelumnya yang mencatat 238 kejadian bencana alam. BPBD Sulawesi Tengah mencatat selama tahun 2023 terdapat enam jiwa meninggal dunia, lima jiwa terluka, 21.035 jiwa menderita, dan 3.622 jiwa mengungsi akibat terjadinya bencana. Sementara itu tiga kabupaten dengan jumlah kejadian bencana terbanyak selama tahun 2023 yakni Kabupaten Poso dengan 19 kejadian, Kabupaten Banggai 15 kejadian, dan Kabupaten Donggala 12 kejadian bencana. Pengelolaan kebencanaan yang efektif memerlukan pemahaman yang mendalam tentang pola dan intensitas kejadian bencana di wilayah ini[1].

Penggunaan metode K-Means dalam analisis cluster, sebagai algoritma pengelompokan yang sering digunakan, serta memiliki keunggulan dalam mengenali grup berdasarkan ciri-ciri intensitas yang beraneka ragam[2]. Dengan memproses pembagian data ke dalam suatu himpunan dan mengelompokannya berdasarkan kesamaan karakteristik terhadap kelompok yang lebih besar, dibandingkan dengan kesamaan terhadap data itu sendiri[3]. K-Means berperan sebagai metode analisis data atau metode data mining yang melakukan proses pemodelan unsupervised. Metode ini merupakan salah satu pendekatan yang mengelompokan data menjadi beberapa kelompok[4]. Hasil dari penggelompokan ini bisa menjadi dasar evaluasi bagi pemerintah setempat untuk meningkatkan strategi pencegahan dan penanggulangan bencana di masing-masing wilayah[5].

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam tentang tingkat kejadian bencana alam di berbagai wilayah, sehingga kewaspadaan ke depannya dapat ditingkatkan[6]. Meskipun data bencana di Provinsi Sulawesi Tengah terdokumentasi dengan baik, masih ada tantangan dalam menganalisis secara holistik dan efisien pola serta intensitas kejadian bencana yang terjadi di wilayah tersebut. Data bencana pada BPBD Sulawesi Tengah masih belum memiliki daftar data rekapan pada data bencana tiap tahunnya seperti :

1. Jumlah total bencana per tahunnya
2. Data jumlah kejadian bencana per wilayahnya
3. Data intensitas dan total jenis bencana yang terjadi
4. Wilayah dengan intensitas jenis bencana yang paling sering terjadi.
5. Data penurunan intensitas bencana di tiap-tiap wilayah per tahunnya

Maka dari itu penelitian ini berfokus untuk menganalisis data kebencanaan dalam kurung waktu dari tahun 2020 sampai dengan 2023. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengelompokan wilayah-wilayah di Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan tingkat kejadian bencana yang paling umum terjadi per tiap tahunnya menggunakan metode k-means. Serta memberikan wawasan yang mendalam terkait distribusi spasial dan temporal intensitas kejadian bencana.

B. Metode Penelitian

Data yang menjadi fokus penelitian ini berasal dari situs web informasi kebencanaan dari tahun 2017 hingga sekarang, yang dikelola oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sulawesi Tengah serta informasi dalam situs tersebut mencakup tentang tanggal kejadian, lokasi kejadian wilayah dan jenis bencana. Dengan mengklasifikasikan data kejadian bencana alam berdasarkan intensitas data bencana yang paling sering terjadi per tiap tahunnya di wilayah-wilayah Sulawesi tengah dari tahun 2020 hingga 2023. Intensitas data merujuk pada perbandingan jumlah kejadian bencana yang sering terjadi di setiap wilayah di Provinsi Sulawesi Tengah.

Data mining merupakan suatu proses pengelolaan data yang bertujuan untuk mengidentifikasi pola atau informasi berharga yang tersembunyi dalam sejumlah besar data, menggunakan teknik atau metode tertentu[7]. Penelitian ini memiliki spesifikasi yang terfokus pada penganalisaan cluster intensitas data kebencanaan di Provinsi Sulawesi Tengah dilakukan dengan memanfaatkan metode K-Means. Karenanya, pengelompokan data atau clustering telah diterapkan secara luas dan memiliki peran penting dalam mengkategorikan data[8]. Metode kuantitatif dengan analisis cluster menggunakan metode K-Means adalah metode yang tepat untuk menganalisis intensitas data kebencanaan di Provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian ini di susun dalam beberapa tahap sebagaimana tergambar pada gambar berikut.



Gambar 1. Bagan Tahapan Penelitian

Dalam metode studi literatur, peneliti menganalisis informasi dari berbagai sumber tertulis, seperti buku, artikel ilmiah online, dan jurnal sebelumnya yang membahas topik yang sama, tujuan referensi ini akan dijadikan landasan teori untuk mengatasi permasalahan dalam penelitian ini[9]. Pada penelitian ini, metode statistik dan analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan dan merangkum data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik statistik, dengan penentuan jumlah cluster hingga mencapai hasil yang optimal dengan memanfaatkan metode elbow.

Metode elbow beroperasi dengan mengidentifikasi titik siku yang terbentuk dari perbandingan nilai persentase untuk setiap jumlah cluster[10]. Hasilnya menunjukkan bahwa 3 cluster adalah jumlah optimal untuk data kebencanaan. Selanjutnya, dilakukan penentuan centroid secara random menggunakan Google

Colab, dan setelah iterasi, terbentuklah sebuah cluster terbaik pada data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah.

C. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan telaah literatur dan pengumpulan data dalam tahap awal analisi, data kebencanaan di Provinsi Sulawesi Tengah di analisis secara deskriptif. Data yang digunakan melibatkan serangkaian kejadian bencana termasuk jenis, jumlah pertahunnya dan wilayah kejadian bencana. Analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman awal tentang pola kebencanaan sebelum proses klasifikasi dengan metode K-Means. Dalam penelitian ini, penulis memulai dengan Analisis Deskriptif

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif adalah cara untuk menganalisis sebuah data tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk generalisasi[11]. Dalam penulisan penelitian ini, digunakan sebuah analisis deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan meringkas sebuah data penelitian, agar memberikan sebuah gambaran tentang data dan memahami karakteristik dari data yang diteliti oleh peneliti. Dengan menggunakan metode tersebut peneliti dapat lebih mudah memahami pola dan juga tren dari data kebencanaan yang dimiliki BPBD Sulawesi Tengah.

2. Pre-processing Data

Pre-processing Data merupakan salah satu komponen terpenting dari proses analisis data dan termasuk penggunaan data mining[12]. Sebelum menjalankan analisis *clustering*, langkah awal melibatkan proses *pre-processing* data. Di mana dataset yang di dapatkan dari BPBD Sulawesi Tengah dalam penelitian ini di transformasi dan hanya ada 2 variabel yaitu data wilayah & data jenis bencana, kemudian di simpan ke dalam file excel dengan format CSV, tujuannya untuk memastikan bahwa data yang akan digunakan untuk proses analisis *clustering* bebas dari kesalahan dan siap untuk dianalisis lebih lanjut pada software *google colab* dengan menggunakan metode k-means. Adapun terlihat pada gambar berikut ini:

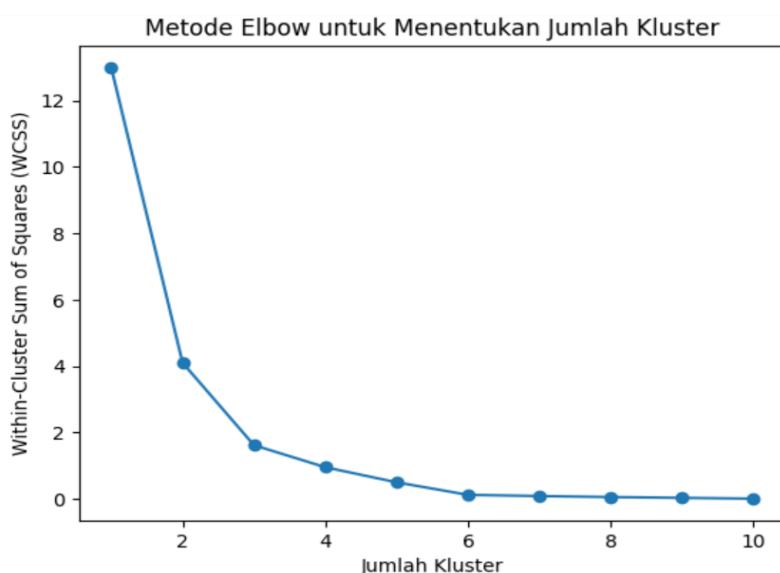
	wilayah	jenis_bencana
1	wilayah	
2	Kabupaten Poso	Banjir
3	Kabupaten Poso	Banjir
4	Kabupaten Poso	Banjir
5	Kabupaten Sigi	Banjir
6	Kabupaten Sigi	Banjir
7	Kabupaten Morowali Utara	Karhutla
8	Kabupaten Poso	Puting Beliung
9	Kabupaten Banggai Kepulauan	Kekeringan
10	Kabupaten Tojo Una-Una	Karhutla
11	Kabupaten Poso	Karhutla
12	Kabupaten Sigi	Banjir
13	Kabupaten Morowali Utara	Karhutla
14	Kabupaten Morowali Utara	Karhutla
15	Kabupaten Poso	Karhutla
16	Kota Palu	Banjir
17	Kabupaten Parigi Moutong	Puting Beliung
18	Kabupaten Banggai Kepulauan	Banjir
19	Kabupaten Toli-Toli	Puting Beliung
20	Kabupaten Donggala	Gempa Bumi
21	Kabupaten Banggai	Kekeringan
22	Kabupaten Banggai	Karhutla
23	Kabupaten Banggai	Karhutla
24	Kabupaten Poso	Karhutla

Gambar 2. Transformation Data

Pada kolom data jenis bencana yang awalnya merupakan data teks akan di konversi menjadi nilai numerik dengan menggunakan library *label encoding* yang memungkinkan penggunaan algoritma pembelajaran mesin yang membutuhkan input numerik. Hasil dari *label encoding* akan disimpan ke dalam kolom baru dalam dataframe.

3. Menentukan Jumlah *Cluster*

Dalam penelitian ini, untuk menentukan jumlah K *cluster* dilakukan melalui *metode elbow*, yang berguna untuk menentukan hasil cluster terbaik dan *metode elbow* sangat membantu mengindikasikan total *within-cluster sum of squares* untuk setiap nilai k[13]. Hal ini menunjukkan bahwa 3 *cluster* merupakan jumlah *cluster* yang optimal untuk data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah.



Gambar 3. Nilai K Optimal

Langkah pertama dalam menggunakan metode clustering K-means adalah menentukan jumlah cluster yang optimal[14]. Berdasarkan gambar 2, terdapat patahan pada garis yang membentuk *elbow* atau siku ketika k=3. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jumlah optimal dari *cluster* adalah 3. Dari hasil di atas dapat di deskripsikan 3 *cluster* yang telah ditentukan dengan data yang tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Deskripsi 3 *Cluster* Optimal

Cluster	Intensitas
0	Intensitas Bencana Rendah
1	Intensitas Bencana Sedang
2	Intensitas Bencana Tinggi

4. Menentukan *Centroid* dan Iterasi Sampai Terbentuk *Cluster* Terbaik

Setelah menemukan nilai cluster terbaik. Berikutnya menentukan centroid dan iterasi untuk mencapai cluster dalam keadaan stabil[15], penelitian ini dilakukan secara random menggunakan program *Google Colab*. Setelah

iterasi dilakukan, hasil *clustering* ini akan di tampilkan data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah per-tahunnya dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2023 dan juga peneliti menghitung frekuensi jenis bencana di setiap wilayah juga menghitung jumlah total data bencana, hasil tersebut akan menentukan cluster berdasarkan jumlah total bencana serta menambahkan informasi jenis bencana terbanyak ke dalam dataframe. Setelah ditentukan *centroid* dan dilakukannya *iterasi*, terbentuklah *cluster* terbaik sebagai berikut:

4.1. Hasil *Clustering* Intensitas Bencana di Tahun 2020

Pada data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah di tahun 2020 jumlah bencana yang terjadi yaitu berjumlah 331 kejadian bencana. Dalam penelitian ini, *Centroid* dilakukan secara *random* dengan aplikasi *Google Colab*. Setelah beberapa iterasi, terbentuklah cluster terbaik untuk Intensitas Wilayah dan juga Jenis Bencana di tahun 2020 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil *Clustering* Wilayah dengan Jenis Bencana yang paling sering terjadi untuk Tahun 2020

Wilayah	Total Bencana	Cluster	Jenis Bencana
Kabupaten Toli-Toli	59	2	Banjir
Kabupaten Buol	48	2	Banjir
Kabupaten Sigi	43	2	Banjir
Kabupaten Morowali Utara	42	2	Banjir
Kabupaten Parigi Moutong	32	2	Banjir
Kabupaten Tojo Una-Una	26	1	Banjir
Kabupaten Banggai Kepulauan	21	1	Banjir
Kabupaten Poso	21	1	Banjir
Kabupaten Banggai	13	1	Banjir
Kabupaten Donggala	11	0	Banjir
Kabupaten Morowali	8	0	Banjir
Kota Palu	4	0	Banjir
Kabupaten Banggai Laut	3	0	Tanah Longsor

Tabel 2 menunjukkan bahwa *cluster* 2 terdiri dari wilayah Kabupaten Toli-Toli, Kabupaten Buol, Kabupaten Sigi, Kabupaten Morowali Utara dan Kabupaten Parigi Moutong. Pada *cluster* 1 terdiri dari wilayah Kabupaten Tojo Una-Una, Kabupaten Banggai Kepulauan, Kabupaten Poso dan Kabupaten Banggai. Dan untuk wilayah Kabupaten Donggala, Kabupaten Morowali, Kota Palu dan Kabupaten Banggai Laut terletak pada *cluster* 0. Serta pada data kebencanaan di tahun 2020 terlihat kolom jenis bencana yang seringkali terjadi di tiap-tiap wilayah Sulawesi Tengah dimana jenis bencana yang seringkali terjadi yaitu bencana banjir, seperti yang terlihat pada tabel di atas tersebut.

Tabel 3. Jumlah Total Bencana yang terjadi pada Tahun 2020

Jenis Bencana	Total Bencana
Banjir	254
Tanah Longsor	34
Gempa Bumi	16
Puting Beliung	16
Gelombang Tinggi	5
Abrasi Pantai	4
Karhutla	2

Pada tabel 3 memperlihatkan jumlah total bencana yang terjadi pada tahun 2020. Data ini menunjukkan bahwa banjir merupakan jenis bencana yang paling dominan pada data kebencanaan tahun 2020, diikuti oleh tanah longsor, gempa bumi, puting beliung, gelombang tinggi, abrasi pantai dan karhutla. Total bencana untuk masing-masing jenis bencana juga dicantumkan dalam tabel ini, memberikan gambaran yang komprehensif tentang distribusi dan intensitas berbagai jenis bencana pada tahun 2020.

4.2. Hasil *Clustering* Intensitas Bencana di Tahun 2021

Pada data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah di tahun 2021 jumlah bencana yang terjadi yaitu berjumlah 294 kejadian bencana. Dalam penelitian ini, *Centroid* dilakukan secara *random* dengan aplikasi *Google Colab*. Setelah beberapa iterasi, terbentuklah cluster terbaik untuk Intensitas Wilayah dan juga Jenis Bencana di tahun 2021 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil *Clustering* Wilayah dengan Jenis Bencana yang paling sering terjadi untuk Tahun 2021

Wilayah	Total Bencana	Cluster	Jenis Bencana
Kabupaten Toli-Toli	55	2	Banjir
Kabupaten Poso	49	2	Banjir
Kabupaten Parigi Moutong	38	2	Banjir
Kabupaten Morowali Utara	25	2	Banjir
Kabupaten Donggala	19	1	Banjir
Kabupaten Banggai Kepulauan	18	1	Gelombang Tinggi
Kabupaten Tojo Una-Una	18	1	Puting Beliung
Kabupaten Buol	17	1	Banjir
Kabupaten Banggai Laut	12	0	Banjir
Kabupaten Morowali	12	0	Puting Beliung
Kabupaten Sigi	12	0	Banjir
Kabupaten Banggai	10	0	Banjir
Kota Palu	9	0	Banjir

Tabel 4 menunjukkan bahwa *cluster* 2 terdiri dari wilayah Kabupaten Toli-Toli, Kabupaten Poso, Kabupaten Parigi Moutong dan Kabupaten Morowali Utara. Pada *cluster* 1 terdiri dari wilayah Kabupaten Donggala, Kabupaten Banggai Kepulauan, Kabupaten Tojo Una-Una dan Kabupaten Buol. Sedangkan untuk wilayah Kabupaten Banggai Laut, Kabupaten Morowali, Kabupaten Sigi, Kabupaten Banggai dan Kota Palu terletak pada *cluster* 0. Serta pada data kebencanaan di tahun 2021 terlihat kolom jenis bencana yang seringkali terjadi di tiap-tiap wilayah Sulawesi Tengah, seperti yang terlihat pada tabel di atas tersebut.

Tabel 5. Jumlah Total Bencana yang terjadi pada Tahun 2021

Jenis Bencana	Total Bencana
Banjir	195
Puting Beliung	44
Gelombang Tinggi	22
Tanah Longsor	13
Abrasi Pantai	8
Karhutla	6
Gempa Bumi	3

Pada tabel 5 memperlihatkan jumlah total bencana yang terjadi pada tahun 2021. Data ini menunjukkan bahwa banjir merupakan jenis bencana yang paling dominan pada data kebencanaan tahun 2021, diikuti oleh puting beliung, gelombang tinggi, tanah longsor, abrasi pantai, karhutla, gempa bumi, angin kencang dan kekeringan. Total bencana untuk masing-masing jenis bencana juga dicantumkan dalam tabel ini, memberikan gambaran yang komprehensif tentang distribusi dan intensitas berbagai jenis bencana pada tahun 2021.

4.3. Hasil *Clustering* Intensitas Bencana di Tahun 2022

Pada data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah di tahun 2022 jumlah bencana yang terjadi yaitu berjumlah 238 kejadian bencana. Dalam penelitian ini, *Centroid* dilakukan secara *random* dengan aplikasi *Google Colab*. Setelah beberapa iterasi, terbentuklah cluster terbaik untuk Intensitas Wilayah dan juga Jenis Bencana di tahun 2022 sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil *Clustering* Wilayah dengan Jenis Bencana yang paling sering terjadi untuk Tahun 2022

Wilayah	Total Bencana	Cluster	Jenis Bencana
Kabupaten Poso	49	2	Banjir
Kabupaten Toli-Toli	33	2	Banjir
Kabupaten Banggai	29	2	Banjir
Kabupaten Buol	24	2	Banjir
Kabupaten Sigi	22	2	Banjir
Kabupaten Parigi Moutong	20	1	Banjir
Kabupaten Donggala	18	1	Banjir
Kabupaten Morowali Utara	12	1	Banjir
Kabupaten Banggai Kepulauan	8	0	Banjir
Kabupaten Banggai Laut	8	0	Abrasi Pantai
Kabupaten Tojo Una-Una	7	0	Banjir
Kota Palu	6	0	Banjir
Kabupaten Morowali	2	0	Banjir

Tabel 6 menunjukkan bahwa *cluster* 2 terdiri dari wilayah Kabupaten Poso, Kabupaten Toli-Toli, Kabupaten Banggai, Kabupaten Buol dan Kabupaten Sigi. Untuk *cluster* 1 terdiri dari wilayah Kabupaten Parigi Moutong, Kabupaten Donggala dan Kabupaten Morowali Utara. Sedangkan wilayah Kabupaten Banggai Kepulauan, Kabupaten Banggai Laut, Kabupaten Tojo Una-Una, Kota Palu dan Kabupaten Morowali masuk ke *cluster* 0. Terlihat juga kolom jenis bencana yang seringkali terjadi di tiap-tiap wilayah Sulawesi Tengah pada tabel di atas.

Tabel 7. Jumlah Total Bencana yang terjadi pada Tahun 2022

Jenis Bencana	Total Bencana
Banjir	197
Puting Beliung	15
Tanah Longsor	10
Abrasi Pantai	9
Karhutla	7

Pada tabel 7 memperlihatkan jumlah total bencana yang terjadi pada tahun 2022. Pada data tahun ini menunjukkan bahwa banjir merupakan jenis bencana yang paling dominan pada data kebencanaan tahun 2022, di ikuti dengan puting beliung, tanah longsor, abrasi pantai serta karhutla. Total bencana untuk masing-masing jenis bencana juga dicantumkan dalam tabel ini.

4.4. Hasil *Clustering* Intensitas Bencana di Tahun 2023

Pada data kebencanaan BPBD Sulawesi Tengah di tahun 2023 jumlah bencana yang terjadi yaitu berjumlah 111 kejadian bencana. Dalam penelitian ini, *Centroid* dilakukan secara *random* dengan aplikasi *Google Colab*. Setelah beberapa iterasi, terbentuklah cluster terbaik untuk Intensitas Wilayah dan juga Jenis Bencana di tahun 2023 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil *Clustering* Wilayah dengan Jenis Bencana yang paling sering terjadi untuk Tahun 2023

Wilayah	Total Bencana	Cluster	Jenis Bencana
Kabupaten Poso	19	2	Banjir
Kabupaten Banggai	15	2	Banjir
Kabupaten Donggala	12	2	Banjir
Kabupaten Morowali Utara	11	2	Banjir
Kabupaten Morowali	9	1	Banjir
Kabupaten Sigi	9	1	Banjir
Kabupaten Banggai Kepulauan	8	1	Banjir ROB
Kabupaten Parigi Moutong	6	0	Banjir
Kabupaten Toli-Toli	6	0	Puting Beliung
Kota Palu	6	0	Banjir
Kabupaten Banggai Laut	5	0	Gelombang Pasang
Kabupaten Tojo Una-Una	3	0	Banjir
Kabupaten Buol	2	0	Puting Beliung

Tabel 8 menunjukkan bahwa *cluster* 2 terdiri dari wilayah Kabupaten Poso, Kabupaten Banggai, Kabupaten Donggala, Kabupaten Morowali Utara. Untuk *cluster* 1 terdiri dari wilayah Kabupaten Morowali, Kabupaten Sigi dan Kabupaten Banggai Kepulauan. Sedangkan untuk wilayah Kabupaten Parigi Moutong, Kabupaten Toli-Toli, Kota Palu, Kabupaten Banggai Laut, Kabupaten Tojo Una-Una dan Kabupaten Buol masuk pada *cluster* 0. Dan juga terlihat kolom jenis bencana yang seringkali terjadi di tiap-tiap wilayah Sulawesi Tengah.

Tabel 9. Jumlah Total Bencana yang terjadi pada Tahun 2023

Jenis Bencana	Total Bencana
Banjir	57
Puting Beliung	20
Karhutla	13
Banjir ROB	5
Tanah Longsor	5
Abrasi Pantai	4
Gelombang Pasang	2
Gempa Bumi	2
Kekeringan	2
Banjir Bandang	1

Pada tabel 9 memperlihatkan jumlah total bencana yang terjadi pada tahun 2023. Dalam penelitian ini, pada data tahun ini menunjukkan bahwa banjir merupakan jenis bencana yang paling dominan pada data kebencanaan tahun 2023, diikuti oleh puting beliung, karhutla, banjir rob, tanah longsor, abrasi pantai, gelombang pasang, gempa bumi, kekeringan dan banjir bandang. Total bencana untuk masing-masing jenis bencana juga dicantumkan dalam tabel ini, memberikan gambaran yang komprehensif tentang distribusi dan intensitas berbagai jenis bencana pada tahun 2023.

Berdasarkan dari hasil analisis clustering pada data kebencanaan Provinsi Sulawesi Tengah dapat diliat bahwa ada beberapa wilayah yang mengalami penurunan dan kenaikan intensitas bencana di tiap tahunnya. Pada tahun 2020 ada 3 wilayah yang memiliki jumlah total kejadian bencana terbanyak selama tahun 2020 dan masuk dalam cluster 2 dengan instensitas bencana tinggi yakni Kabupaten Toli-Toli sebanyak 59 total kejadian bencana, Kabupaten Buol sebanyak 48 total kejadian bencana dan Kabupaten Sigi yang memiliki 43 total kejadian bencana.

Kemudian pada tahun 2021 3 wilayah yang memiliki total kejadian bencana terbanyak selama tahun 2021 dan masuk dalam cluster 2 dengan instensitas bencana tinggi adalah Kabupaten Toli-Toli berjumlah 55 total kejadian bencana, Kabupaten Poso dengan jumlah 49 total kejadian bencana, dan Kabupaten Parigi Moutong 38 total kejadian bencana. Wilayah yang memiliki jumlah kejadian bencana terbanyak di tahun 2020 mengalami penurunan instensitas bencana di tahun 2021 yaitu, wilayah Kabupaten Buol dan Kabupaten Sigi. Di mana Kabupaten Buol masuk dalam cluster 1 dengan isntensitas bencana sedang dan Kabupaten Sigi masuk dalam cluster 0 dengan intensitas bencana rendah.

Lalu ada 3 wilayah yang memiliki jumlah kejadian bencana terbanyak selama tahun 2022 dan masuk dalam cluster 2 dengan intensitas bencana tinggi yakni Kabupaten Poso sebanyak 49 total kejadian bencana, Kabupaten Toli-Toli sebanyak 33 total kejadian bencana dan Kabupaten Banggai berjumlah 29 total kejadian bencana dan untuk wilayah yang memiliki jumlah kejadian bencana terbanyak di tahun 2021 mengalami penurunan intensitas kejadian bencana pada tahun 2022 yaitu wilayah Kabupaten Parigi Moutong, yang masuk dalam cluster 1 dengan intensitas bencana sedang.

Selanjutnya 3 wilayah yang memiliki jumlah kejadian bencana terbanyak selama tahun 2023 dan masuk dalam cluster 2 dengan intensitas bencana tinggi yakni Kabupaten Poso sebanyak 19 total kejadian bencana, Kabupaten Banggai berjumlah 15 total kejadian bencana dan Kabupaten Donggala berjumlah 12 total kejadian bencana dan untuk wilayah yang memiliki jumlah kejadian bencana terbanyak di tahun 2022 mengalami penurunan intensitas kejadian bencana pada tahun 2023 yaitu wilayah Kabupaten Toli-Toli yang masuk dalam cluster 0 dengan intensitas bencana rendah. Sementara itu jumlah total kejadian bencana di Provinsi Sulawesi Tengah mengalami penurunan dari tahun 2020 sampai 2023 yakni mencapai 66%. Total bencana juga di tampilkan untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang distribusi juga intensitas berbagai jenis bencana di tiap tahunnya.

D. Simpulan

Berdasarkan hasil penjelasan sebelumnya, disimpulkan bahwa metode K-Means dapat digunakan dalam menganalisis intensitas data kebencanaan di Provinsi Sulawesi Tengah serta memberikan wawasan yang mendalam tentang distribusi spasial dan temporal kejadian bencana. Melalui analisis *cluster*, wilayah-wilayah dikelompokkan berdasarkan karakteristik intensitas kejadian bencana, membantu dalam pemahaman pola kebencanaan regional. Hasil clustering juga memberikan informasi terkait jenis bencana yang cenderung sering terjadi di setiap wilayah. Seperti wilayah Kabupaten Toli-Toli di mana pada tahun 2020 sampai 2021 masuk dalam cluster 2 (instensitas bencana tinggi) dan mengalami penurunan pada tahun 2023 dan masuk pada kategori cluster 0 (instensitas rendah). Selain itu ada beberapa wilayah juga yang mengalami kenaikan intensitas bencana, seperti wilayah Kabupaten Poso di mana pada tahun 2020 wilayah tersebut masuk ke dalam cluster 1 (intensitas bencana sedang) dan mengalami kenaikan pada tahun 2021 sampai 2023 dan masuk ke dalam cluster 2 (instensitas bencana tinggi). Dari hasil tersebut dapat menjadi dasar untuk perencanaan mitigasi dan respons bencana yang lebih efektif di masa depan. Selain itu, penelitian ini mencatat tren penurunan jumlah kejadian bencana seiring berjalannya waktu dalam skala tahun 2020 sampai 2023 yang mencapai 66%, tetapi tetap memperlihatkan adanya risiko yang signifikan. Diharapkan penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman dan manajemen kebencanaan di wilayah Sulawesi Tengah. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pemerintah daerah untuk lebih berkonsentrasi dalam membuat rencana untuk mencegah atau menanggulangi dampak bencana pada suatu wilayah berdasarkan jenis bencana yang paling sering terjadi di wilayah tersebut.

E. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada pihak Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Tengah (BPBD) yang telah mendukung dalam proses penyusunan penelitian ini. Serta dukungan dari orang tua dan teman-teman yang terlibat dalam penyusunan penelitian ini.

F. Referensi

- [1] Heraldi, H. Y., Aprilia, N. C., & Pratiwi, H. (2019). Analisis Cluster Intensitas Kebencanaan di Indonesia Menggunakan Metode K-Means. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 2(2), 137. <https://doi.org/10.13057/ijas.v2i2.34911>
- [2] Firdaus, H., & Sofro, A. (2022). Analisa Cluster Menggunakan K-Means Dan Fuzzy C-Means Dalam Pengelompokan Provinsi Menurut Data Intesitas Bencana Alam Di Indonesia Tahun 2017-2021. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), 50–60. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v10n1.p50-60>
- [3] Sadewo, M. G., Windarto, A. P., & Wanto, A. (2018). Penerapan Algoritma Clustering Dalam Mengelompokkan Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Upaya Antisipasi/ Mitigasi Bencana Alam Menurut Provinsi Dengan K-Means. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, 2(1), 311–319. <https://doi.org/10.30865/komik.v2i1.943>
- [4] Rosaliyah, I., & Nurhakim, B. (2023). CLUSTERING KEJADIAN BENCANA ALAM

- di JAWA BARAT BERDASARKAN JENIS BENCANA MENGGUNAKAN K-MEANS. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 18(1), 10. <https://doi.org/10.30587/e-link.v18i1.5318>
- [5] Herviany, M., Putri Delima, S., Nurhidayah, T., & Kasini, K. (2021). Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids untuk Pengelompokkan Daerah Rawan Tanah Longsor Pada Provinsi Jawa Barat. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 1(1), 34–40. <https://doi.org/10.57152/malcom.v1i1.60>
- [6] Br Sembiring, S. N., Winata, H., & Kusnasari, S. (2022). Pengelompokan Prestasi Siswa Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, 1(1), 31. <https://doi.org/10.53513/jursi.v1i1.4784>
- [7] Asroni, A., Fitri, H., & Prasetyo, E. (2018). Penerapan Metode Clustering dengan Algoritma K-Means pada Pengelompokan Data Calon Mahasiswa Baru di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (Studi Kasus: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, dan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik). *Semesta Teknika*, 21(1), 60–64. <https://doi.org/10.18196/st.211211>
- [8] Marlina, D., Lina, N., Fernando, A., & Ramadhan, A. (2018). Implementasi Algoritma K-Medoids dan K-Means untuk Pengelompokan Wilayah Sebaran Cacat pada Anak. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 4(2), 64. <https://doi.org/10.24014/coreit.v4i2.4498>
- [9] Pratikto, R. O., & Damastuti, N. (2021). Pengaruh Tunjangan Profesi Terhadap Kinerja Guru di Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Bone Bolango. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 6(1), 13.
- [10] Wicaksono, D. A., & Susetyo, Y. A. (2023). Clustering Zonasi Daerah Rawan Bencana Alam Di Provinsi Sumatera Barat Menggunakan Algoritma K-Means Dan Library Geopandas. *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi*, 4(2), 426–438. <https://doi.org/10.35870/jimik.v4i2.225>
- [11] Islamy, U., Nursidah, D. R., Narendra, I. S., Anshori, M. L., & INTISARI, E. W. (2022). Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Indikator Dampak Bencana Banjir Tahun 2017-2020. *Bimaster*, 11(2), 381–388.
- [12] Purwayoga, V., Mikail, A. A., Faridah, S. D. N., & A'izzah, V. R. (2023). Penerapan Data Mining Untuk Pemetaan Daerah Rawan Bencana Sebagai Upaya Kesiapsiagaan Terhadap Bencana. *Jurnal Teknoinfo*, 17(1), 319. <https://doi.org/10.33365/jti.v17i1.2381>
- [13] Rahmawati, E., Sari, B. N., Jajuli, M., Karawang, U. S., Timur, T., Bencana, M., & Tengah, J. (2024). *IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS PADA PEMETAAN DAERAH*. 8(3), 2568–2574.
- [14] Dwityanti, N., Ayu Kumala, S., & Dwi Handayani, S. (2023). PENERAPAN METODE K-MEANS PADA KLASTERISASI WILAYAH RAWAN GEMPA DI INDONESIA Implementation of K-Means Method in Classterization of Earthquake Prone Areas in Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 6, 1029–1037.
- [15] Hartono, B., Eniyati, S., & Hadiono, K. (2023). Perbandingan Metode Perhitungan Jarak pada Nilai Centroid dan Pengelompokan Data Menggunakan K-Means Clustering. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 4(3), 503. <https://doi.org/10.30865/json.v4i3.6021>