

Pengelompokkan Daerah Rawan Bencana di Kabupaten Jember Menggunakan Metode K-Means Clustering

Nilam Wahidah, Oktalia Juwita, Fajrin Nurman Arifin

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Jember

*nilamwahidah99@gmail.com, **oktalia@unej.ac.id, ***fajrin.pssi@unej.ac.id

ABSTRACT

This research aims to classify disaster-prone areas in Jember Regency based on disaster-prone index indicators in 31 sub-districts in Jember Regency. The 6 indicators used in this study are the number of disaster events, the number of victims killed, the number of injured victims, the number of damaged houses, the amount of damage to infrastructure and population density. The clustering method used is the K-Means Clustering method. This method is considered quite effective and efficient for grouping large amounts of data. Researchers also used the Davies Bouldin Index (DBI) method to determine the optimal number of clusters (k) used in the clustering process. The results of this study are the optimal number of clusters (k) is k = 3 with the cluster test k = 2 to k = 10, by classifying groups of low vulnerability, medium vulnerability and high vulnerability.

Keyword: Natural Disasters, DBI, Clusterization, KMeans

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang dengan rawan bencana yang tinggi dilihat dari sisi geologis dan geografis [1]. Secara geologis Indonesia terletak diantara empat lempeng utama yaitu Eurasia, Indo Australia, Filipina, dan Pasifik. Hal ini menyebabkan Indonesia beresiko mengalami bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi. Sedangkan secara geografis Indonesia merupakan wilayah tropis yang terletak diantara dua samudra dan dua benua, yaitu Samudra Hindia, Pasifik dan Benua Asia, Australia. Hal ini menyebabkan Indonesia menjadi salah satu daerah rawan bencana banjir, tanah longsor, dan cuaca ekstrim. Pada tahun 2020, Indonesia tercatat mengalami bencana sebanyak 2.939 kejadian [1]. Bencana banjir 1.070 kejadian, puting beliung 879 kejadian dan tanah longsor sebanyak 575 kejadian. Bencana alam ini mengakibatkan korban meninggal, luka-luka, rusaknya rumah warga, infrastruktur dan fasilitas pemerintah seperti fasilitas pendidikan, kesehatan, kantor, dan akses penghubung jembatan. Oleh sebab itu pada tahun 2011 Badan Nasional Penanggulangan bencana (BNBP) menyusun indeks rawan bencana Indonesia sebagai bentuk pencegahan, kesiapsiagaan dalam menjalankan amanah mengenai penanggulangan bencana[2].

Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 rawan bencana merupakan suatu kondisi geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi yang terjadi pada suatu wilayah dalam jangka waktu atau periode tertentu. Sedangkan daerah rawan bencana merupakan suatu kawasan yang sering mengalami bencana alam [3]. Menurut indeks rawan bencana Indonesia yang disusun oleh BNBP pada tahun 2011 dibutuhkan 6 data atau indikator yang digunakan untuk penyusunannya yaitu jumlah kejadian bencana, jumlah korban meninggal, jumlah korban luka-luka, jumlah kerusakan rumah, jumlah kerusakan fasilitas umum, jumlah kepadatan penduduk.

Kabupaten Jember merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang meliputi 31 wilayah/kecamatan dan memiliki luas wilayah dengan 3.293 km². Secara umum, seperti daerah lainnya, Kabupaten Jember sering mengalami bencana alam seperti tanah longsor dan banjir yang disebabkan oleh hujan lebat dan banjir luapan air sungai sekitar. Pada musim hujan tahun 2020, Kabupaten jember mengalami kerusakan dan kerugian yang diakibatkan bencana alam mulai dari angin puting beliung, banjir bandang dan tanah longsor [4]. Menurut data bencana dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Timur tahun 2020 di Kabupaten Jember pada bulan Januari sampai Desember 2020 setidaknya terjadi banjir yang disertai dengan angin kencang di beberapa lokasi setiap bulannya, contoh di kecamatan Panti, Sukorambi, Kaliwates, dan Kalisat. Pada tahun 2020 terdapat kurang lebih 53 titik banjir dan 18 titik tanah longsor di berbagai lokasi di Kabupaten Jember yang menyebabkan terganggunya akses jalan dan rusaknya beberapa rumah warga. Dengan total kerusakan sebanyak 119 rumah warga, 29 fasilitas umum dan 9 korban luka-luka. Menurut data indeks rawan bencana Indonesia pada tahun 2020, Kabupaten Jember termasuk urutan dengan kelas rawan yang cukup tinggi yaitu dengan skor 162.85 yang berada pada peringkat 138 pada tabel indeks rawan bencana kabupaten/kota se Indonesia pada tahun 2020. Untuk itu perlu adanya pengelompokan daerah rawan bencana di Kabupaten Jember sehingga pemerintah dapat melakukan penanggulangan bencana dini yang menurunkan tingkat resiko bencana di Kabupaten Jember [1].

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengelompokan wilayah rawan bencana pada Kabupaten Jember berdasarkan indikator indeks rawan bencana Indonesia menggunakan metode pengelompokan *K-Means*. Metode ini merupakan salah satu metode yang cukup sederhana yang dinilai dapat mengelompokkan data dalam jumlah besar secara cepat dan efisien [5]. Pada penelitian berjudul “An Analysis of Natural Disaster Data by Using K-Means and K-Medoids Algorithm of Data Mining Techniques” oleh Prihandoko dkk dijelaskan bahwa metode *k-means* dinilai lebih efektif dan efisien dibandingkan metode *k-medoids* karena metode *k-medoids* kurang efektif digunakan apabila banyak data yang mengandung angka 0 [6]. Dalam penelitian lainnya menjelaskan bahwa metode *K-Means* adalah sebuah metode yang mudah digunakan dalam melakukan proses klusterisasi data [7]. Diharapkan dengan diterapkannya metode ini dapat membantu pemerintah Kabupaten Jember mengetahui daerah mana saja yang merupakan daerah rawan bencana di Kabupaten Jember yang nantinya dapat membantu penanganan operasinonal penanggulangan bencana di daerah Kabupaten Jember

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang didasarkan pada perhitungan matematis, teori atau hipotesis [8]. Jenis data yang digunakan merupakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang sudah ada, yang dikumpulkan oleh suatu lembaga atau organisasi sebelumnya [9]. Data sekunder didapatkan dari sumber publikasi pemerintah, situs, paper dll. Kebutuhan data penelitian diperoleh dari beberapa sumber yaitu BPBD, dan BPS Kabupaten Jember

.Kemudian tahap analisis data meliputi *pre-processing* data, proses *clustering* data dan evaluasi *cluster*. Tahapan *pre-processing* data meliputi tahap normalisasi atau standarisasi data. Pada proses *clustering* data terdapat tahapan alur *k-means clustering* dan pada tahan evaluasi *cluster* yaitu penentuan jumlah *cluster* optimal dengan metode *Davies Bouldin Index* (DBI). Metode DBI adalah salah metode yang dapat dan telah banyak digunakan dalam penentuan jumlah kluster [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan (*Clustering*) Kecamatan yang ada di Kabupaten Jember berdasarkan tingkat rawan bencana dengan menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Pemilihan *K-Means Clustering* sebagai metode pengelompokan dalam penelitian ini cukup efektif dan efisien digunakan walaupun dengan jumlah data yang cukup banyak. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 3 kelompok atau Cluster yaitu Kelompok kerawanan rendah, kerawanan sedang, dan kerawanan tinggi.

3. Hasil Dan Analisis

a. Pre-Processing Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu 6 indikator rawan bencana selama tahun 2019-2020 di Kab. Jember. Indikator ini meliputi yaitu jumlah kejadian bencana, jumlah korban meninggal, jumlah korban luka-luka, jumlah kerusakan rumah, jumlah kerusakan fasilitas umum, jumlah kepadatan penduduk. Pada tahap ini, tahapan awal yang dilakukan yaitu melihat tipe data yang akan digunakan. Pada penelitian ini tipe data yang digunakan adalah tipe data numerik agar dapat diukur atau digunakan secara kuantitatif dan diolah pada operasi matematik. Tipe data dari ketiga variabel data yang digunakan adalah tipe data kategori dan Numerikal. Untuk atribut dengan tipe data kategori dilakukan pembobotan terlebih dahulu untuk mengubah data menjadi tipe data numerik

Proses standarisasi data dilakukan karena terdapat data yang memiliki besaran angka dengan rentang yang cukup jauh. Pada penelitian ini menggunakan rumus *Z-Score* untuk menyeimbangkan nilai data tersebut. Rumus standarisasi data menggunakan *Z-Score* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung rata-rata

Berikut rumus rata-rata yang digunakan dalam penelitian ini :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata sampel

n = banyaknya jumlah data

x_i = nilai atau objek ke-i

2. Menghitung standart deviasi

Standart deviasi merupakan simpangan baku dari suatu data. Rumus standart deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata sampel

S = standart deviasi
 x_i = nilai atau objek ke- i

3. Menghitung *Z-Score*

Z-Score merupakan nilai baku atau nilai standar dari suatu data. Berikut rumus *Z-Score*:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$$

Keterangan :

z_i = nilai *Z-Score* ke- i
 x_i = nilai atau objek ke- i
 \bar{x} = rata-rata sampel
 S = standart deviasi

Berikut hasil dari perhitungan standarisasi data :

Tabel 1. Standarisasi Data

No	Kecamatan	X1 Jenis Bencana	X2 Korban Meninggal	X3 Korban Luka	X4 Kerusakan rumah	X5 Kerusakan Fasilitas umum	X6 Kepadatan Penduduk
1	Rambopuji	0,3638128	-0,322004093	-0,933947571	-0,647305721	0,125371021	0,188223652
2	Panti	0,447821714	-0,322004093	0,179605302	0,839833136	-0,198504117	-0,562868559
3	Puger	-0,539283033	3,005371535	2,406711047	-0,216694619	-0,522379255	-0,562868559
4	Sumberbaru	0,321808342	-0,322004093	1,293158175	0,386160924	0,449246159	1,463491895
5	Ajung	0,594837315	3,005371535	0,179605302	-0,216694619	0,449246159	1,170203336
6	Kalisat	-0,119238459	-0,322004093	0,179605302	-0,30281684	0,125371021	0,022879767
7	Tempurejo	-0,392267432	-0,322004093	0,179605302	-0,130572399	0,125371021	-0,102060537
8	Silo	0,867866287	-0,322004093	1,293158175	-0,34587795	1,096996435	0,924328552
9	Kaliwates	2,401028979	-0,322004093	-0,933947571	0,902894247	0,125371021	1,535734879
10	Sumbersari	2,275015608	-0,322004093	1,293158175	2,108605333	3,364122399	1,775635458
11	Patrang	2,842075781	-0,322004093	-0,933947571	0,773710916	0,449246159	0,661083682
12	Gumukmas	-0,728303091	-0,322004093	-0,933947571	-0,733427942	-0,198504117	0,218958
13	Jalbuk	-0,26625406	-0,322004093	1,293158175	-0,733427942	-0,198504117	-1,693650833
14	Ledokombo	0,804859601	3,005371535	0,179605302	-0,130572399	-0,522379255	-0,455505539
15	Pakusari	-0,497278575	-0,322004093	0,179605302	0,256977593	-0,198504117	-1,254391388
16	Arjasa	0,174792742	-0,322004093	0,179605302	1,333503349	-0,522379255	-1,384373506
17	Mumbulsari	0,174792742	-0,322004093	-0,933947571	2,453094215	2,068621848	-0,461859606
18	Mayang	-0,287256289	-0,322004093	1,293158175	2,625338655	0,125371021	-1,050232438
19	Sukorambi	0,258801656	-0,322004093	1,293158175	-0,690366832	-0,522379255	-1,389000925
20	Bangsalsari	-0,056231774	-0,322004093	-0,933947571	0,170855373	-0,522379255	1,480792915
21	Umbulsari	-1,04333652	-0,322004093	-0,933947571	-0,819550162	-0,522379255	-0,108300072
22	Tanggal	-0,623291947	-0,322004093	-0,933947571	-0,776489052	-0,522379255	0,403122357
23	Jenggawah	-0,854316463	-0,322004093	-0,933947571	-0,776489052	-0,198504117	0,217507615
24	Balung	-1,04333652	-0,322004093	1,293158175	-0,733427942	-0,522379255	0,010240698
25	Kemcong	-0,749305319	-0,322004093	-0,933947571	-0,819550162	-0,522379255	-0,343722298
26	Jombang	-0,917323148	-0,322004093	-0,933947571	-0,819550162	-0,522379255	-0,892002346
27	Wulahan	-0,455274118	-0,322004093	-0,933947571	-0,862611272	-0,522379255	1,471641677
28	Ambulu	-0,371265203	-0,322004093	0,179605302	0,084733152	-0,198504117	1,207878812
29	Sukowono	-0,854316463	-0,322004093	-0,933947571	-0,604244611	-0,522379255	-0,727487252
30	Sembaro	-0,875318691	-0,322004093	-0,933947571	-0,733427942	-0,522379255	-1,115879624
31	Sumberjambe	-0,854316463	-0,322004093	0,179605302	-0,862611272	-0,522379255	-0,647439815

b. *Proses Clustering Data*

Tahapan awal yang dilakukan yaitu menentukan nilai k yaitu jumlah cluster yang digunakan untuk pengelompokkan. Peneliti membatasi pengujian jumlah Cluster (k) dari $k = 2$ s/d $k = 10$. Dari $k = 2$ s/d $k = 10$ didapatkan k optimal dari perhitungan menggunakan metode *DBI* yaitu $k = 3$, dengan nilai *DBI* sebesar 1,156763 dengan tahapan sebagai berikut :

1. *Sum of Square Within Cluster (SSW)*

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} d(x_j, c_i)$$

Keterangan :

m_i : Banyaknya data di *cluster* ke- i
 C_i : *Centroid cluster* ke- i
 $d(x_j, c_i)$: Jarak setiap data ke *centroid* i

2. *Sum of Square Between Cluster (SSB)*

$$SSB_{ij} = d(X_i, X_j)$$

Keterangan :

$d(X_i, X_j)$: Jarak data ke-1 dan data ke- j di *cluster* lain

3. *Rasio*

$$R_{i,j,\dots,n} = \frac{SSW_i + SSW_j + \dots + SSW_n}{SSB_{i,j} + \dots + SSB_{ni,nj}}$$

Keterangan :

SSW_i : SSW Centroid ke- i

$SSB_{i,j}$: SSB cluster data ke- i dengan j pada cluster berbeda

4. DBI

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{i,j,\dots,k})$$

Semakin kecil nilai DBI yang dihasilkan maka semakin baik atau optimal jumlah cluster tersebut

Pada hasil perhitungan nilai DBI $k=2$ s/d $k=10$ didapatkan jumlah cluster optimal yaitu pada $k=3$. Hasil DBI dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 2. Hasil DBI

Jumlah k	Nilai DBI
k = 2	1,414332
k = 3	1,156763
k = 4	1,507215
k = 5	1,369206
k = 6	1,5975
k = 7	1,4141
k = 8	1,5335
k = 9	2,25
k = 10	1,955

Tahapan selanjutnya yaitu pengelompokkan cluster berdasarkan k optimal. Pada tahapan ini menggunakan metode *K-Means Clustering* untuk menentukan kelompok tiap data dengan $k = 3$, iterasi yang dilakukan yaitu sebanyak 3. Tahapan proses *K-Means Clustering* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah Cluster (k)
2. Menentukan nilai untuk titik pusat Cluster (centroid)
3. Menghitung jarak dari setiap data ke centroid menggunakan rumus Euclidean Distance sebagai berikut :

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum (x_i - \mu_j)^2}$$

Keterangan :

x_i = data kriteria

μ_j = centroid pada Cluster ke- j

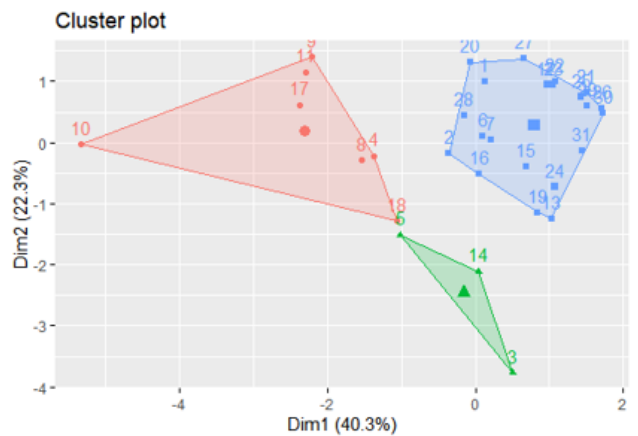
4. Mengelompokkan setiap data berdasarkan kedekatannya atau yang mempunyai jarak terkecil dengan centroid.
5. Menguji kelompok dengan perbandingan intra (jarak data ke pusat cluster dan inter (jarak antar pusat cluster)
6. Mengulangi langkah 2-5 sampai anggota tiap cluster tidak berubah dan nilai intra lebih kecil dibandingkan dengan nilai inter.

Berikut merupakan alur hasil dari pengelompokkan kelompok dari masing-masing data berdasarkan jarak terdekat. Berikut hasil pengelompokkan data tersebut :

Tabel 3. Hasil clustering

Cluster	Anggota	Jumlah
C1	Puger, Ajung, Ledokombo	3
C2	Sumberbaru, Silo, Kaliwates, Sumpersari, Patrang, Mumbulsari, Mayang	7
C3	Rambipuji, Panti, Kalisat, Tempurejo, Gumukmas, Jelbuk, Pakusari, Arjasa, Sukorambi, Bangsalsari, Umbulsari, Tanggul, Jenggawah, Balung, Kencong, Jombang, Wuluhan, Ambulu, Sukowono, Semboro, Sumberjambe	21

Grafik visualisasi atau cluster plot yang dihasilkan dari pengelompokan diatas adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Visualisasi k=3

Pada proses identifikasi *cluster* peneliti menggunakan 3 tingkat pengelompokan rawan bencana yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Tingkat pengelompokan ini berdasarkan dari tingkat pengelompokan daerah rawan bencana BPBD Kabupaten Jember.

Tabel 4. Data Kelompok Identifikasi Cluster

No	Kecamatan	X1	X2	X3	X4	X5	X5	Cluster
		Jumlah Bencana	Korban Meninggal	Korban Luka-luka	Kerusakan rumah	Kerusakan Fasilitas umum	Kepadatan Penduduk	
1	Puger	27	1	3	15	0	65.084	1
2	Ajung	81	1	1	15	3	115.270	1
3	Ledokombo	91	1	1	17	0	68.193	1
4	Sumberbaru	68	0	2	29	3	123.763	2
5	Silo	94	0	2	12	5	108.150	2
6	Sumbersari	161	0	2	69	12	132.802	2
7	Kaliwates	167	0	0	41	2	125.855	2
8	Patrang	188	0	0	38	3	100.527	2
9	Mumbulsari	61	0	0	77	8	68.009	2
10	Mayang	39	0	2	81	2	50.971	2
11	Panti	74	0	1	40	1	65.084	3
12	Arjasa	61	0	1	51	0	41.295	3
13	Rambipuji	70	0	0	5	2	86.834	3
14	Kalisat	47	0	1	13	2	82.046	3
15	Tempurejo	34	0	1	17	2	78.428	3
16	Gumukmas	18	0	0	3	1	87.724	3
17	Jelbuk	40	0	2	3	1	32.339	3
18	Pakusari	29	0	1	26	1	45.059	3
19	Sukorambi	65	0	2	4	0	41.161	3
20	Bangsalsari	50	0	0	24	0	124.264	3
21	Umbulsari	3	0	0	1	0	78.245	3
22	Tanggul	23	0	0	2	0	93.057	3
23	Jenggawah	12	0	0	2	1	87.682	3
24	Balung	3	0	2	3	0	81.680	3
25	Kencong	17	0	0	1	0	71.430	3
26	Jombang	9	0	0	1	0	55.553	3
27	Wuluhan	31	0	0	0	0	123.999	3
28	Ambulu	35	0	1	22	1	116.361	3
29	Sukowono	12	0	0	6	0	60.317	3
30	Semboro	11	0	0	3	0	49.070	3
31	Sumberjambe	12	0	1	0	0	62.635	3

Selanjutnya pada tahapan identifikasi cluster yaitu menghitung rata-rata data dari masing-masing cluster, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Rata-rata Identifikasi Cluster

Cluster	X1	X2		X3		X4		X5		X6		
	Jumlah Bencana	KM	KL	KR	KF	KP						
1	66,33	2	1	3	1,667	3	15,667	2	1	2	82849	2
2	111,143	3	0	2	1,143	2	49,571	3	5	3	101439,571	3
3	31,238	1	0	1	0,619	1	10,810	1	0,571	1	74488,714	1

Pada tabel 6 dibawah menunjukkan keterangan hasil dari identifikasi masing-masing cluster dari tabel 5

Tabel 6. Keterangan Identifikasi Cluster

Sedang	Tinggi	rendah
<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Ket : pada indikator jumlah kejadian bencana, jumlah kerusakan rumah, jumlah kerusakan fasilitas umum dan kepadatan penduduk memiliki nilai rata-rata tertinggi ke-2 yang dapat diartikan tingkat kerawan sedang. Sedangkan indikator jumlah korban	Ket : pada indikator jumlah kejadian bencana, jumlah kerusakan rumah, jumlah kerusakan fasilitas umum dan kepadatan penduduk memiliki nilai rata-rata tertinggi pertama yang dapat diartikan tingkat kerawan tinggi. Sedangkan indikator jumlah	Ket : pada indikator jumlah kejadian bencana, jumlah kerusakan rumah, jumlah korban meninggal, jumlah korban luka-luka jumlah kerusakan fasilitas umum dan kepadatan penduduk memiliki nilai rata-rata

Sedang	Tinggi	rendah
<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
meninggal dan jumlah korban luka-luka memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu dapat diartikan tingkat kerawanan tinggi. Maka dari itu <i>cluster 1</i> dapat diartikan <i>cluster</i> dengan tingkat kerawanan sedang	korban meninggal dan jumlah korban luka-luka memiliki nilai rata-rata tertinggi ke-2 yaitu dapat diartikan tingkat kerawanan tinggi. Maka dari itu <i>cluster 2</i> dapat diartikan <i>cluster</i> dengan tingkat kerawanan tinggi	terendah yang dapat diartikan tingkat kerawanan rendah.. Maka dari itu <i>cluster 2</i> dapat diartikan <i>cluster</i> dengan tingkat kerawanan rendah

Berikut tabel hasil dari identifikasi Cluster wilayah rawan bencana di Kabupaten Jember.

Tabel 7. Hasil Identifikasi Cluster

Cluster	Anggota	Identifikasi Cluster	Jumlah
C1	Puger, Ajung, Ledokombo	Sedang	3
C2	Sumberbaru, Silo, Sumbersari, Kaliwates, Patrang, Mumbulsari, Mayang	Tinggi	7
C3	Panti, Arjasa, Rambipuji, Kalisat, Tempurejo, Gumukmas, Jelbuk, Pakusari, Sukorambi, Bangsalsari, Umbulsari, Tanggul, Jenggawah, Balung, Kencong, Jombang, Wuluhan, Ambulu, Sukowono, Semboro, Sumberjambe	Rendah	21

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengelompokan dari 31 kecamatan di Kabupaten Jember dengan jumlah *cluster* $k=2$ sampai dengan $k=10$ dengan uji evaluasi DBI untuk menentukan jumlah *cluster* (k) optimal dihasilkan nilai DBI yang paling kecil atau yang mendekati 0 yaitu pada nilai $k=3$ sebesar 1,156763. Maka dapat disimpulkan bahwa jumlah *cluster* (k)=3 adalah jumlah *cluster* optimal

Berdasarkan hasil dari proses evaluasi DBI yang menghasilkan jumlah *cluster* optimal yaitu $k=3$, yang kemudian di analisis pengelompokannya menggunakan metode *K-Means Clustering* sebanyak 3 iterasi sampai menghasilkan kelompok dan centroid yang sama atau tidak berubah. Dari hasil pengelompokan tadi dihasilkan kelompok *cluster* sebagai berikut: *Cluster 1* (Sedang) yaitu Puger, Ajung, Ledokombo, *Cluster 2* (Tinggi) yaitu Sumberbaru, Silo, Sumber Sari, Kaliwates, Patrang, Mumbulsari, Mayang, *Cluster 3* (Rendah) yaitu Panti, Arjasa, Rambipuji, Kalisat, Tempurejo, Gumukmas, Jelbuk, Pakusari, Sukorambi, Bangsalsari, Umbulsari, Tanggul, Jenggawah, Balung, Kencong, Jombang, Wuluhan, Ambulu, Sukowono, Semboro, Sumberjambe

Daftar Pustaka

- [1] B. N. P. Bencana, "DITERBITKAN OLEH : Badan Nasional Penanggulangan Bencana 1," 2018.
- [2] UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 24. (2007). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 24 TAHUN 2007*.
- [3] Bencanapedia.ID, "Daerah Rawan Bencana - Bencanapedia.ID," *Bencanapedia.ID*, 2017. http://bencanapedia.id/Daerah_Rawan_Bencana (accessed May 14, 2021).
- [4] Z. Solichah, "Banjir dan longsor terjadi di enam kecamatan Kabupaten Jember - ANTARA News," <https://www.antaraneews.com/berita/1312078/banjir-dan-longsor-terjadi-di-enam-kecamatan-kabupaten-jember>, 2020. <https://www.antaraneews.com/berita/1312078/banjir-dan-longsor-terjadi-di-enam-kecamatan-kabupaten-jember> (accessed Mar. 31, 2021).
- [5] T. Alfina and B. Santosa, "Analisa Perbandingan Metode Hierarchical Clustering, K-Means dan Gabungan Keduanya dalam Membentuk Cluster Data (Studi Kasus : Problem Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri ITS)," *Anal. Perbandingan Metode Hierarchical Clust. K-means dan Gabungan Keduanya dalam Clust. Data*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [6] Prihandoko, Bertalya, and M. I. Ramadhan, "An analysis of natural disaster data by using K-means and K-medoids algorithm of data mining techniques," *QiR 2017 - 2017 15th Int. Conf. Qual. Res. Int. Symp. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2017-Decem, pp. 221–225, 2017, doi: 10.1109/QIR.2017.8168485.
- [7] Sudirman, Windarto, A. P., & Wanto, A. (2018). Data mining tools | rapidminer: K-means method on clustering of rice crops by province as efforts to stabilize food crops in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 420(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/420/1/012089>
- [8] Kominfo, "PENELITIAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF SERTA PEMIKIRAN DASAR MENGGABUNGKANNYA," *Stud. Komun. DAN MEDIA*, vol. 15, no. 1, 2011
- [9] Ahyar, H., Maret, U. S., Andriani, H., Sukmana, D. J., Mada, U. G., Hardani, S.Pd., M. S., Nur Hikmatul Auliya, G. C. B., Helmina Andriani, M. S., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Issue March).
- [10] Vilorina, A., & Lezama, O. B. P. (2019). Improvements for determining the number of clusters in k-means for innovation databases in SMEs. *Procedia Computer Science*, 151(2018), 1201–1206. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.172>