

FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING BERDASARKAN KEJADIAN BENCANA ALAM PADA KABUPATEN/KOTA DI JAWA TENGAH

¹Diah Safitri, ²Rita Rahmawati, ³Onny Kartika Hitasari

^{1,2,3}Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

e-mail: diahsafitri.fifi@gmail.com

ABSTRAK

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam. Provinsi Jawa Tengah terdiri dari 76 kabupaten/kota, kabupaten/kota tersebut dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan frekuensi terjadinya bencana, yang mana masing-masing kelompok mempunyai karakteristik yang berbeda berdasarkan kejadian bencana alam. Metode untuk mengelompokkan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Subtractive Clustering* yang merupakan metode dalam *fuzzy*. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *cluster* dengan jari-jari 0,92 – 0,94 merupakan jumlah *cluster* yang terbaik yang digunakan dalam permasalahan ini. Pada jari-jari (r) antara 0,92 – 0,94 diperoleh kesamaan kecenderungan data yang masuk pada setiap *cluster*, maka *cluster* yang terbentuk dengan $r = 0,92$ sampai 0,94 adalah sebagai berikut, *cluster* 1 terdapat 14 Kabupaten/Kota, *cluster* 2 terdapat 7 Kabupaten/Kota, *cluster* 3 terdapat 7 Kabupaten/Kota, *cluster* 4 terdapat 5 Kabupaten/Kota, dan *Cluster* 5 terdapat 2 Kabupaten/Kota.

Kata Kunci: bencana alam, *fuzzy subtractive clustering*

PENDAHULUAN

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor [1].

Provinsi Jawa Tengah merupakan daerah yang memiliki frekuensi bencana

paling banyak urutan kedua di Indonesia dengan 27 kali bencana, meliputi banjir 6 kali, longsor 4 kali, puting beliung 13 kali dan gunung api 4 kali[5].

Provinsi Jawa Tengah terdiri dari 76 kabupaten/kota, kabupaten/kota tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan frekuensi terjadinya bencana, yang mana masing-masing kelompok mempunyai karakteristik yang berbeda berdasarkan kejadian bencana alam. Ada beberapa macam metode untuk mengelompokkan, diantaranya adalah *Fuzzy Subtractive Clustering* dan *Gustafson Kessel Clustering* yang merupakan metode dalam *fuzzy*.

Dalam [4] dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*, dimana pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan

elemen dalam suatu himpunan sangat penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran logika *fuzzy*.

Subtractive clustering didasarkan atas ukuran densitas (potensi) titik – titik data dalam suatu ruang (variabel). Konsep dasar dari *Subtractive Clustering* adalah menentukan daerah – daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik – titik di sekitarnya. Titik dengan jumlah tetangga terbanyak akan dipilih sebagai pusat *cluster*. Titik yang sudah terpilih sebagai pusat *cluster* ini kemudian akan dikurangi densitasnya. Kemudian algoritma akan memilih titik lain yang memiliki tetangga terbanyak untuk dijadikan pusat *cluster* yang lain. Hal ini akan dilakukan berulang – ulang hingga semua titik diuji [3].

Apabila terdapat N buah data: X_1, X_2, \dots, X_N dan dengan menganggap bahwa data – data tersebut sudah dalam keadaan normal, maka densitas titik X_k dapat dihitung sebagai:

$$D_k = \sum_{j=1}^N \exp\left(-\frac{\|X_k - X_j\|}{r^2}\right)$$

dengan $\|X_k - X_j\|$ adalah jarak antara X_k dengan X_j dan r adalah konstanta positif yang kemudian akan dikenal dengan nama jari-jari (influence range). Jari-jari berupa vektor yang akan menentukan seberapa besar pengaruh pusat *cluster* pada tiap-tiap variabel. Dengan demikian, suatu titik data akan memiliki densitas yang besar jika dia memiliki banyak tetangga dekat. Setelah menghitung densitas tiap-tiap titik, maka titik dengan densitas tertinggi akan dipilih sebagai pusat *cluster*. Misalkan X_{c1} adalah titik yang terpilih sebagai pusat *cluster* pertama, sedangkan D_{c1} adalah ukuran densitas atau potensi kelompok pertama. Selanjutnya dalam [4], densitas dari titik-titik disekitarnya akan dikurangi menjadi:

$$D'_k = D_k - D_{c1} * \exp\left(-\frac{\|X_k - X_{c1}\|}{r_b^2}\right)$$

dengan D'_k adalah nilai potensi baru data ke $-k$, r_b adalah konstanta positif. Hal ini berarti bahwa titik – titik yang berada dekat dengan pusat *cluster* u_{c1} akan mengalami pengurangan densitas besar-besaran. Hal ini akan berakibat titik tersebut akan sangat sulit untuk menjadi pusat *cluster* berikutnya. Nilai r_b menunjukkan suatu lingkungan yang mengakibatkan titik – titik berkurang ukuran densitasnya. Biasanya r_b bernilai lebih besar dibandingkan dengan r , $r_b = q * r_a$ (biasanya *squash_factor* (q) = 1,5). Setelah densitas tiap – tiap titik diperbaiki, maka selanjutnya akan dicari pusat *cluster* yang kedua yaitu X_{c2} . Sesudah X_{c2} didapat, ukuran densitas setiap titik data akan diperbaiki kembali, demikian seterusnya [4].

Pada implementasinya, bisa digunakan 2 pecahan sebagai faktor pembanding, yaitu *accept ratio* dan *reject ratio*. Apabila hasil bagi antara potensi tertinggi suatu titik data dengan potensi tertinggi pertama kali yang diperoleh pada iterasi pertama lebih besar daripada *accept ratio*, maka titik data tersebut diterima sebagai pusat *cluster* baru. Apabila hasil bagi antara potensi titik tertinggi suatu titik data dengan potensi tertinggi pertama kali yang diperoleh pada iterasi pertama lebih kecil daripada *accept ratio* namun lebih besar daripada *reject ratio*, maka titik data tersebut baru akan diterima sebagai pusat *cluster* baru hanya jika titik data tersebut terletak pada jarak yang cukup jauh dengan pusat *cluster* yang lainnya. Namun, apabila hasil bagi antara potensi tertinggi suatu titik data dengan potensi tertinggi pertama kali yang diperoleh pada iterasi pertama lebih kecil daripada *accept ratio* maupun *reject ratio*, maka titik data tersebut sudah tidak akan dipertimbangkan lagi untuk menjadi pusat *cluster* baru (potensinya sama dengan nol) [3].

METODE PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah desa/kelurahan menurut jenis bencana alam dalam tiga tahun terakhir yang termuat dalam Berita Resmi Statistik Provinsi Jawa Tengah 17/02/33/Th. IX 16 Februari 2015, diambil dari situs resmi Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. Pengelompokan kabupaten /kota di Jawa Tengah menggunakan *Fuzzy Subtractive Clustering* berdasarkan kejadian bencana alam dilakukan dengan bantuan *software* MATLAB R2010a.

Metode Analisis

Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* [4] adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan data yang akan dikelompokkan : X_{ij} dengan $i=1,2,\dots,n$; dan $j=1,2,\dots,m$.
2. Menetapkan nilai:
 - a. r (jari-jari setiap atribut data); $j=1,2,\dots,m$
 - b. q (*squash factor*)
 - c. *accept ratio*
 - d. *reject ratio*
 - e. X_{min} (minimum data yang diperbolehkan)
 - f. X_{max} (maksimum data yang diperbolehkan).
3. Melakukan normalisasi
4. Menentukan potensi awal tiap-tiap titik data
5. Mencari titik dengan potensi tertinggi
6. Menentukan pusat *cluster* dan mengurangi potensinya terhadap titik-titik di sekitarnya
7. Mengembalikan pusat *cluster* dari bentuk ternormalisasi ke bentuk semula
8. Menghitung nilai sigma *cluster*

HASIL PENELITIAN

Penggunaan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software* MATLAB R2010a. Setelah melakukan input data kejadian bencana alam pada kabupaten/kota di Jawa Tengah yang diambil dari Berita Resmi Statistik Provinsi Jawa Tengah 17/02/33/Th. IX 16 Februari 2015 dari situs resmi Badan Pusat Statistik Jawa Tengah pada *software* MATLAB R2010a, ditetapkan nilai awal :

- a. r (jari-jari setiap atribut data) = 0,91 – 1,00
- b. q (*squash factor*)
- c. *accept ratio*
- d. *reject ratio*
- e. X_{min} (minimum data yang diperbolehkan)
- f. X_{max} (maksimum data yang diperbolehkan).

Proses *clustering* menggunakan algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* dicoba dengan memasukkan beberapa jari-jari (r) antara 0,91 – 1,00. Proses *clustering* ini diawali dengan memasukkan data yang akan di*cluster* yaitu data jumlah desa/kelurahan menurut jenis bencana alam dalam tiga tahun terakhir

Kemudian diberikan nilai awal yaitu jari-jari, *accept ratio*, *reject ratio*, *squash factor*, batas bawah dan batas atas sebagai berikut:

- a. Jari-jari (r) = 0,91 – 1,00
- b. *Accept ratio* = 0,50
- c. *Reject ratio* = 0,15
- d. *Squash factor* = 1,25
- e. Batas bawah (X_{min}) =
[0 0 0 0 0 0 0 0 7]
- f. Batas atas (X_{max}) =
[99 159 44 36 10 73 5 27 307]

Keanggotaan *cluster* diatas dapat dilihat dari Tabel 1 yang merupakan tabel derajat keanggotaan tiap data setiap *cluster* dengan $r = 0,92 – 0,94$

Tabel 1. Derajat Keanggotaan Tiap Data pada Setiap *Cluster* dengan $r = 0,92 - 0,94$

Data ke-	Derajat Keanggotaan (μ) Data pada <i>Cluster</i> ke-					Data Cenderung Masuk di <i>Cluster</i> ke-				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.0015	0.0001	0.0016	0.0000	0.3039					*
2	0.1324	0.0022	0.4488	0.0019	0.0048			*		
3	0.0557	0.0022	0.0529	0.0002	0.0053	*				
4	0.0454	0.0027	0.0360	0.0011	0.0008	*				
5	0.0068	0.0001	0.1938	0.0018	0.0217			*		
6	0.0008	0.0000	0.0054	0.0002	0.0002			*		
7	0.0437	0.0009	0.3155	0.0013	0.0001			*		
8	0.0328	0.0004	1.0000	0.0022	0.0018			*		
9	0.2002	0.0079	0.1528	0.0012	0.0085	*				
10	0.0005	0.0000	0.0018	0.0000	1.0000					*
11	0.2694	0.0929	0.0036	0.0004	0.0037	*				
12	0.0236	0.0005	0.5385	0.0009	0.0027			*		
13	1.0000	0.2419	0.0328	0.0032	0.0005	*				
14	0.6985	0.2410	0.0124	0.0024	0.0005	*				
15	0.0122	0.0028	0.0186	0.0003	0.0062			*		
16	0.4652	0.0488	0.0593	0.0043	0.0010	*				
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000				*	
18	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	*				
19	0.3172	0.5002	0.0020	0.0010	0.0000		*			
20	0.1447	0.1513	0.0114	0.1046	0.0006		*			
21	0.0027	0.0101	0.0001	0.2168	0.0000				*	
22	0.1089	0.0123	0.0354	0.0013	0.0004	*				
23	0.3046	0.0100	0.2653	0.0039	0.0008	*				
24	0.0039	0.0023	0.0015	0.0049	0.0001				*	
25	0.6497	0.1293	0.0431	0.0053	0.0006	*				
26	0.0032	0.0021	0.0022	1.0000	0.0000				*	
27	0.5304	0.2108	0.0293	0.0093	0.0011	*				
28	0.4186	0.0578	0.0961	0.0134	0.0018	*				
29	0.0079	0.0012	0.0258	0.1326	0.0007				*	
30	0.2632	0.6890	0.0004	0.0003	0.0000		*			
31	0.3629	0.7672	0.0006	0.0004	0.0000		*			
32	0.2528	0.7265	0.0003	0.0003	0.0000		*			
33	0.3147	0.3090	0.0093	0.0836	0.0000	*				
34	0.2419	1.0000	0.0004	0.0021	0.0000		*			
35	0.2409	0.9127	0.0003	0.0016	0.0000		*			

Proses *clustering* dengan algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* dicoba dengan memasukkan jari-jari (r) antara 0,91 – 1,00. Berdasarkan output menggunakan *software* Matlab R2010a, banyaknya *cluster* yang terbentuk dengan jari-jari antara 0,91 – 1,00 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Banyaknya *Cluster* yang Terbentuk dengan $r = 0,91 - 1,00$

Jari-jari (r)	Banyaknya <i>Cluster</i>
0,91	6
0,92 – 0,94	5
0,95 – 1,00	4

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa banyaknya *cluster* yang diperoleh dengan jari-jari (r) = 0,91 adalah 6 *cluster*, jari-jari (r)= 0,92 sampai 0,94 adalah 5 *cluster* dan jari-jari (r) = 0,95 sampai 1,00 adalah 4 *cluster*

Perhitungan nilai varian *cluster* dilakukan pada seluruh jari-jari (r) yang membentuk beberapa jumlah *cluster* yang telah dianalisis menggunakan *Fuzzy Subtractive Clustering*. Nilai varian *cluster* untuk jari-jari (r) antara 0,91 sampai 1,00 tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Batasan Varian *Cluster*

Jari-jari (r)	Banyaknya <i>Cluster</i> Terbentuk	Batasan Varian <i>Cluster</i> ($V = \frac{V_w}{V_b}$)
0,91	6	0,02041
0,92 – 0,94	5	0,01204
0,95 – 1,00	4	0,02133

Berdasarkan Tabel 3 nilai batasan varian *cluster* yang terkecil terdapat pada jari-jari (r) antara 0,92 – 0,94. Dapat disimpulkan bahwa *cluster* dengan jari-jari 0,92 – 0,94 merupakan jumlah *cluster* yang terbaik yang digunakan dalam permasalahan ini. Pada jari-jari (r) antara 0,92 – 0,94 diperoleh kesamaan kecenderungan data yang masuk pada setiap *cluster*, maka *cluster* yang terbentuk dengan $r = 0,92$ sampai 0,94 adalah sebagai berikut :

1. *Cluster* 1 terdapat 14 Kabupaten/Kota yaitu Kab.

Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Boyolali, Kab. Sukoharjo, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Blora, Kab. Pati, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, Kab. Batang, Kab. Pemalang, Kab. Tegal dan Kota Semarang.

2. *Cluster* 2 terdapat 7 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan dan Kota Tegal.
3. *Cluster* 3 terdapat 7 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Banyumas, Kab. Kebumen, Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Wonogiri, dan Kab. Grobogan.
4. *Cluster* 4 terdapat 5 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Rembang, Kab. Demak, Kab. Kendal, Kab. Pekalongan dan Kab. Brebes.
5. *Cluster* 4 terdapat 2 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Cilacap dan Kab. Klaten.

Dari pusat *cluster* yang terbentuk dapat diperoleh informasi, misal pusat *cluster* dengan $r = 0,92$ dengan pusat *cluster* (C) tertera pada Tabel 4. Misalkan dapat dilihat pada Tabel 4, cluster 1 merupakan cluster dengan kejadian tanah longsor rata-rata 25, banjir rata-rata 8, banjir bandang rata-rata 0, gempa bumi rata-rata 1, gelombang pasang laut rata-rata 0, angin puyuh/puting/beliung/topan rata-rata 23, kebakaran hutan rata-rata 0, kekeringan rata-rata 0, dan tidak ada bencana alam rata-rata 129.

Tabel 4. Pusat *Cluster* dengan $r = 0,92$

Cluster	Tanah Longsor	Banjir	Banjir Bandang	Gempa Bumi	Gelombang Pasang Laut
1	25	8	0	1	0
2	0	24	0	0	2
3	84	27	3	1	0
4	55	39	1	0	10
5	17	70	0	30	0

Cluster ke-	Angin Puyuh/ Puting/ Beliung/ Topan	Kebakaran Hutan	Kekeringan	Tidak Ada Bencana Alam
1	23	0	0	129
2	5	0	0	23
3	41	0	11	234
4	15	0	5	186
5	62	1	14	267

KESIMPULAN

Penelitian dengan menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* dapat disimpulkan bahwa *cluster* dengan jari-jari 0,92 – 0,94 merupakan jumlah *cluster* yang terbaik yang digunakan dalam permasalahan ini. Pada jari-jari (r) antara 0,92 – 0,94 diperoleh kesamaan kecenderungan data yang masuk pada setiap *cluster*, maka *cluster* yang terbentuk dengan $r = 0,92$ sampai 0,94 adalah sebagai berikut :

1. *Cluster* 1 terdapat 14 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Boyolali, Kab. Sukoharjo, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Blora, Kab. Pati, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, Kab. Batang, Kab. Pemalang, Kab. Tegal dan Kota Semarang.
2. *Cluster* 2 terdapat 7 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan dan Kota Tegal.

3. *Cluster* 3 terdapat 7 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Banyumas, Kab. Kebumen, Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Wonogiri, dan Kab. Grobogan.
4. *Cluster* 4 terdapat 5 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Rembang, Kab. Demak, Kab. Kendal, Kab. Pekalongan dan Kab. Brebes.
5. *Cluster* 4 terdapat 2 Kabupaten/Kota yaitu Kab. Cilacap dan Kab. Klaten

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, <http://www.bnpb.go.id/pengetahuan-bencana/definisi-dan-jenis-bencana>, diakses pada tanggal 3 Maret 2015 jam 11.27
- [2] Badan Pusat Statistik, *Berita Resmi Statistik Provinsi Jawa Tengah 17/02/33/Th. IX 16 Februari 2015*, diambil dari situs resmi Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- [3] Kusumadewi, S., 2002, *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan*

Tool Box Matlab, Graha Ilmu,
Yogyakarta

- [4]Kusumadewi, S. dan Purnomo, H.,
2010, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk
Pendukung Keputusan Edisi 2*,
Graha Ilmu, Yogyakarta
- [5]Tempo Media Group, *161 Bencana
Alam Terjadi Sepanjang 2014*,
[http://www.tempo.co/read/news/20
14/12/20/173629808/161-Bencana-
Alam-Terjadi-Sepanjang-2014](http://www.tempo.co/read/news/2014/12/20/173629808/161-Bencana-Alam-Terjadi-Sepanjang-2014),
diakses pada tanggal 3 Maret 2015
jam 11.54