

PENGELOMPOKKAN DAMPAK BENCANA TANAH LONGSOR DI INDONESIA MENGGUNAKAN KOHONEN *SELF ORGANIZING MAPS (SOM)*

Bunga Rahayu¹, RB. Fajriya Hakim²

^{1,2}Jurusan Statistika FMIPA Universitas Islam Indonesia

Email: 13611109@students.uii.ac.id, hakimf@uui.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang memiliki intensitas hujan tinggi dan terjadi lebih dari satu hari. Struktur tanah yang labil dan tidak merata sangat rawan terjadinya tanah longsor. Masyarakat yang tinggal di lereng gunung curam menghadapi risiko kemungkinan terjadinya tanah longsor. Tanah longsor juga dapat dipicu oleh getaran gempa hingga merontokkan struktur tanah di atasnya. Identifikasi daerah rawan bencana sangat diperlukan sebagai upaya untuk mengurangi risiko bencana. Oleh karena itu, penting dilakukan *clustering* pada dampak bencana tanah longsor di Indonesia sebagai upaya mitigasi bencana. Adanya *clustering* ini berguna untuk mengelompokkan bencana atas dasar karakteristik yang dimiliki. Sehingga upaya mitigasi dapat disesuaikan dengan karakteristik yang dimiliki masing-masing provinsi pada tiap *cluster*. Metode *cluster* yang digunakan adalah *Kohonen Self Organizing Map (SOM)*. *SOM* merupakan metode analisis untuk data berdimensi tinggi dan tidak diperlukan asumsi serta dapat menghasilkan visualisasi objek tersebut. Data yang digunakan adalah 13 variabel dampak Tanah Longsor pada 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2008-2018 yang berasal dari publikasi data DIBI BNPB. Dari data tersebut didapatkan 4 *cluster* yang masing-masing memiliki karakteristik tersendiri. *Cluster* yang terbentuk meliputi *cluster* 1 yang terdiri dari 1 provinsi, *cluster* 2 terdiri dari 30 provinsi, *cluster* 3 terdiri dari 2 provinsi dan *cluster* 4 terdiri dari 1 provinsi.

Kata-Kata Kunci : *Self Organizing Maps (SOM)*, *Cluster*, Mitigasi, Tanah Longsor.

1. PENDAHULUAN

Bencana merupakan suatu peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam

maupun faktor manusia. Bencana tidak terjadi begitu saja, namun ada faktor kesalahan dan kelalaian manusia dalam mengantisipasi alam dan kemungkinan bencana yang dapat menimpanya (Soehatman, 2010).

Tanah longsor merupakan bencana yang terjadi akibat intensitas hujan yang tinggi yang terjadi lebih dari satu hari. Struktur tanah yang labil dan tidak merata sangat rawan terjadinya tanah longsor. Masyarakat yang tinggal di lereng gunung curam, menghadapi risiko kemungkinan terjadinya tanah longsor. Tanah longsor juga dapat dipicu oleh getaran gempa hingga merontokkan struktur tanah di atasnya.

Fenomena tanah longsor merupakan hal biasa ketika terjadi peralihan dari musim kemarau ke musim hujan. Kementerian Riset dan Teknologi (KRT) menyebutkan bahwa banyaknya tanah retak akibat kekeringan yang tiba-tiba terkena hujan lebat, maka tanah tersebut akan longsor. Ada dua hal penyebab tanah longsor yang berkaitan dengan hujan, yakni hujan berintensitas tinggi dalam waktu singkat dan menerpa daerah yang kondisi tanahnya labil. Tanah kering ini menjadi labil dan mudah longsor saat terjadi hujan. Kondisi lain adalah akumulasi curah hujan di musim hujan pada tebing terjal yang menyebabkan runtuh. Tanah longsor ini cukup berbahaya dan dapat mengakibatkan korban jiwa yang tidak sedikit (Kusnoto, 2008).

Bencana tanah longsor yang pernah terjadi di Indonesia seperti longsor di Sungai Bohorok, Sumatera Utara pada bulan November 2003 menelan korban jiwa sebanyak 151 orang dan 100 orang hilang. Selain itu longsor juga pernah terjadi di Desa Plipir, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah yang menewaskan 7 orang karena tertimbun tanah longsor. Pada musim hujan tahun 2004, bencana tanah longsor terjadi di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, dan menelan korban jiwa sebanyak 86 orang. Tanah longsor yang terjadi pada musim hujan tanggal 4 Januari 2006 sekitar jam 5.00 WIB di Desa Sijeruk Kecamatan Banjarnegara Jawa Tengah, mengakibatkan korban jiwa 58 orang dan 102 rumah tertimbun tanah longsor.

Bencana dalam kenyataan keseharian menyebabkan, 1) berubahnya pola-pola kehidupan dari kondisi normal, 2) merugikan harta benda dan jiwa manusia, 3) merusak struktur sosial komunitas, 4) memunculkan lonjakan kebutuhan

pribadi atau komunitas. Oleh karena itu bencana cenderung terjadi pada komunitas yang rentan, dan akan membuat komunitas menjadi semakin rentan (Setyowati, 2010).

Pola penanggulangan bencana telah mendapatkan dimensi baru dengan dikeluarkannya Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana yang diikuti beberapa regulasi yang terkait, yaitu Peraturan Presiden Nomor. 08 Tahun 2008 tentang Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana, dan Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing non Pemerintah dalam Penanggulangan Bencana.

Mitigasi (penanggulangan) adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana (UURI 24/2007 Pasal 1 Ayat 9). Mitigasi dilakukan untuk mengurangi dampak bencana bagi masyarakat yang ada pada kawasan rawan bencana (UURI 24/2007 Pasal 47 ayat 1). Untuk tujuan tersebut maka perlu dilakukan identifikasi daerah rawan bencana di Indonesia dengan mengumpulkan data-data terkait bencana tanah longsor berdasarkan sejarah bencana tersebut di Indonesia. Data-data tersebut diperoleh dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) BNPB yang terdiri dari 13 variabel terkait dampak yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor yang terdiri dari jumlah kejadian tanah longsor, korban meninggal dan hilang, korban luka-luka, korban menderita dan mengungsi, Rumah Rusak Berat (RRB), Rumah Rusak Sedang (RRS), Rumah Rusak Ringan (RRR), fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, fasilitas pendidikan, jembatan rusak, jalan rusak, dan sawah rusak di 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2008-2018. Banyaknya data dan variabel yang dimiliki tentu membutuhkan analisis tertentu dalam profilisasi dampak bencana longsor ini. *Data mining* dengan teknik *clustering* merupakan metode tahap pertama yang dapat digunakan dalam upaya pencegahan dan mitigasi (penanggulangan) bencana tanah longsor.

Data mining adalah suatu proses dalam menemukan asosiasi, pola dan tren baru pada suatu data dengan cara memilah-milah sejumlah data besar yang disimpan dalam sebuah tempat penyimpanan data dengan menggunakan suatu teknologi seperti statistika dan matematika (Larose, 2005). Data yang paling sering digunakan adalah *database*, *data warehouse*, dan data transaksi. Namun dapat juga diaplikasikan pada data spasial, data *stream*, data *sequence*, grafik atau data *network* (Han dkk, 2012). Sedangkan *clustering* adalah pengelompokan dari *record*, pengamatan atau kasus-kasus ke suatu kelas yang memiliki kemiripan pada objek-objeknya. *Cluster* adalah kumpulan dari *record* yang mirip, dan tidak mirip dengan *record* dari *cluster* lain (Larose, 2005).

Ada bermacam-macam metode untuk melakukan analisis *cluster* mulai dari metode yang sederhana hingga metode yang kompleks yaitu dengan menggunakan kecerdasan buatan, seperti jaringan syaraf tiruan. Metode jaringan syaraf tiruan untuk melakukan *clustering* adalah metode jaringan syaraf yang menggunakan pola *unsupervised learning*, salah satunya yaitu Kohonen *Self Organizing Maps (SOM)* (Setiani, 2015).

Beberapa penelitian tentang tanah longsor pernah dilakukan oleh Faishal (2017) dan Firman (2015). Sedangkan penelitian tentang analisis cluster pernah dilakukan oleh Hepita, dkk (2015), Ayu (2014), dan Reza (2015). Dari penelitian-penelitian tersebut dan permasalahan yang ada, maka dilakukan penelitian baru dengan judul **“Pengelompokkan Dampak Bencana Tanah Longsor di Indonesia Menggunakan Kohonen *Self Organizing Maps (SOM)*”**. Dalam penelitian ini diperlukan pengelompokkan dampak bencana tanah longsor di Indonesia guna mengetahui pola dan karakteristiknya yang terjadi selama 10 tahun terakhir sebagai upaya pencegahan dan mitigasi (penanggulangan) tanah longsor. Penelitian ini menggunakan analisis *Cluster SOM* yang dapat memberikan profilisasi terkait data longsor tersebut. Profilisasi yang dimaksud adalah didapatkan hasil *cluster* yang disertai dengan visualisasinya serta karakteristik yang terbentuk dari setiap *cluster*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kejadian bencana tanah longsor di Indonesia yang tercatat di publikasi Data dan Informasi Bencana Indonesia Badan Nasional Penanggulangan Bencana (DIBI BNPB). Sedangkan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data dampak bencana tanah longsor Tahun 2008-2018 yaitu sebanyak 13 variabel terdiri dari:

Tabel 1 Variabel dan definisi operasional variabel

No	Variabel	Definisi Operasional Peubah	Satuan	Contoh Data
1	Jumlah Kejadian Longsor (X_1)	Banyaknya kejadian tanah longsor di Indonesia, baik yang menimbulkan korban dan kerusakan ataupun yang tidak.	Jumlah Kejadian	Banyaknya kejadian tanah longsor di Jawa Tengah sebanyak 1.744 kejadian selama 10 tahun terakhir. Sedangkan di Kalimantan Utara tercatat 1 kejadian tanah longsor pada tahun 2008-2018.
2	Korban Meninggal dan Menghilang (X_2)	Jumlah korban yang meninggal dan hilang akibat bencana tanah longsor. Dihitung jumlah korban yang tidak selamat baik yang meninggal, hilang, dan tertimbun.	Orang	Banyaknya korban meninggal dan hilang akibat tanah longsor di Jawa Barat sebanyak 474 orang. Sedangkan di Kalimantan Selatan tidak tercatat korban meninggal dan menghilang akibat tanah longsor pada tahun 2008-2018.
3	Korban Terluka (X_3)	Jumlah korban terluka akibat bencana tanah longsor, baik yang terluka ringan maupun berat.	Orang	Banyaknya korban terluka akibat tanah longsor di Jawa Tengah sebanyak 551 orang. Sedangkan di Riau tidak tercatat korban terluka akibat kejadian tanah longsor pada tahun 2008-2018.
4	Korban Menderita dan Mengungsi (X_4)	Jumlah korban yang menderita dan mengungsi akibat bencana tanah longsor. Dihitung jumlah korban yang menderita finansial, psikologis, dan meninggalkan lokasi bencana pada waktu pasca bencana.	Orang	Banyaknya korban yang menderita dan mengungsi akibat tanah longsor di Jawa Barat sebanyak 70.503 orang. Sedangkan di Bangka Belitung tidak tercatat korban menderita dan mengungsi akibat kejadian longsor pada tahun 2008-2018.

No	Variabel	Definisi Operasional Peubah	Satuan	Contoh Data
5	Jumlah Rumah Rusak Berat; RRB (X_5)	Rumah dikatakan rusak berat jika sebagian besar komponen rumah rusak baik struktural maupun non-struktural seperti dinding rubuh, lantai retak merekah, dan sebagainya.	Unit	Banyaknya rumah rusak berat akibat kejadian longsor di Jawa Tengah sebanyak 4.428 rumah. Sedangkan di Kalimantan Barat tidak tercatat rumah rusak berat (RRB=0) akibat longsor pada tahun 2008-2018.
6	Jumlah Rumah Rusak Sedang; RRS (X_6)	Rumah dikatakan rusak sedang jika ditemukan kerusakan pada sebagian komponen struktural atau non-struktural seperti, struktur atap, struktur lantai, dan sebagainya.	Unit	Banyaknya RRS akibat kejadian longsor di Jawa Timur sebanyak 2.355 rumah. Sedangkan di DKI Jakarta tidak tercatat RRS (RRS=0) akibat longsor pada tahun 2008-2018.
7	Jumlah Rumah Rusak Ringan; RRR (X_7)	Rumah dikatakan rusak ringan jika ditemukan kerusakan terutama pada komponen non struktural seperti penutup atap, penutup langit, penutup lantai, dan dinding pengisi.	Unit	Banyaknya RRR akibat kejadian longsor di Jawa Barat sebanyak 4.316 rumah. Sedangkan di Papua Barat tidak tercatat RRS (RRS=0) akibat longsor pada tahun 2008-2018.
8	Jumlah Fasilitas Kesehatan Rusak (X_8)	Banyaknya fasilitas kesehatan yang rusak meliputi rumah sakit, puskesmas, apotik, dan fasilitas kesehatan lainnya akibat bencana tanah longsor.	Unit	Jumlah fasilitas kesehatan yang rusak di Jawa Barat akibat kejadian longsor adalah sebanyak 13 buah. Sedangkan beberapa provinsi seperti Bali, Banten, Riau, dan lainnya tidak tercatat fasilitas kesehatan yang rusak akibat kejadian longsor pada tahun 2008-2018.
9	Jumlah Fasilitas Peribadatan Rusak (X_9)	Banyaknya fasilitas peribadatan yang rusak meliputi masjid, gereja, vihara, dan fasilitas peribadatan lainnya akibat bencana tanah longsor.	Unit	Jumlah fasilitas peribadatan yang rusak akibat kejadian longsor di Jawa Barat adalah sebanyak 130 buah. Sedangkan di Aceh tidak tercatat fasilitas peribadatan yang rusak akibat kejadian longsor pada tahun 2008-2018.
10	Jumlah Fasilitas Pendidikan (X_{10})	Banyaknya fasilitas Pendidikan yang rusak meliputi sekolah, kampus, perpustakaan, dan fasilitas pendidikan lainnya akibat bencana tanah longsor.	Unit	Jumlah fasilitas pendidikan yang rusak akibat kejadian longsor di Jawa Barat sebanyak 64 buah. Sedangkan di Gorontalo tidak tercatat fasilitas pendidikan yang rusak akibat kejadian

No	Variabel	Definisi Operasional Peubah	Satuan	Contoh Data
				longsor pada tahun 2008-2018.
11	Jumlah Jembatan Rusak (X_{11})	Jumlah jembatan yang rusak baik kerusakan ringan maupun berat seperti rubuh sebagian, rubuh total, dan sebagainya, yang dapat mengganggu kelangsungan aktifitas pasca bencana.	Unit	Jumlah jembatan yang rusak akibat kejadian longsor di Jawa Tengah sebanyak 155. Sedangkan di Kepulauan Riau tidak tercatat jembatan yang rusak akibat kejadian longsor pada tahun 2008-2018.
12	Panjang Jalan Rusak (X_{12})	Panjang jalan rusak yang terkena dampak bencana tanah longsor baik kerusakan ringan maupun berat, seperti timbulnya retakan pada jalan utama, jalan penghubung antar-desa yang dapat mengganggu aktifitas pasca bencana.	Kilometer (KM)	Panjang jalan yang rusak akibat kejadian longsor di Sulawesi Tenggara adalah 363 km. Sedangkan di DKI Jakarta tidak tercatat ada jalan yang rusak akibat kejadian longsor pada tahun 2008-2018.
13	Luas Sawah Rusak (X_{13})	Luas sawah yang rusak akibat bencana tanah longsor, baik kerusakan ringan maupun berat yang menimbulkan kerugian pada pemilik lahan sawah.	Hektar (Ha)	Luas sawah yang rusak akibat kejadian longsor di Jawa Barat adalah 14.550 ha. Sedangkan di DKI Jakarta tidak tercatat jalan yang rusak akibat kejadian longsor pada tahun 2008-2018.

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif yang berfungsi untuk melihat gambaran umum kejadian bencana tanah longsor beserta dampak yang ditimbulkan menggunakan *Microsoft Excel 2010*, kemudian dilanjutkan dengan analisis *data mining* metode *Self Organizing Map (SOM)* dengan kohonen menggunakan perangkat lunak *RStudio*.

3. LANDASAN TEORI

5.1 *Data Mining*

Data mining adalah suatu proses dalam menemukan korelasi, pola dan tren baru pada suatu data dengan cara memilah-milah sejumlah data besar yang disimpan dalam sebuah tempat penyimpanan data dengan menggunakan suatu teknologi seperti statistika dan matematika (Larose, 2005). Sumber data dalam *data mining* dapat berupa *database*, *data warehouse*, *website*, dan data lainnya. Data yang paling sering digunakan adalah *database*, *data warehouse*, data

transaksi, data spasial, data *stream*, data *sequence*, grafik atau data *network* (Han dan Kamber, 2012).

5.2 Clustering

Tujuan *clustering* adalah mengelompokkan obyek atas dasar karakteristik yang dimiliki. Analisis *cluster* mengelompokkan obyek (responden, produk, atau entitas lainnya) sehingga masing-masing obyek mempunyai kemiripan dengan yang lain dalam suatu *cluster*. Hasil *cluster* suatu obyek harus memiliki internal (*within cluster*) homogenitas yang tinggi dan memiliki eksternal (*between cluster*) heterogenitas yang tinggi. Jika pengelompokan berhasil, maka obyek dalam satu *cluster* akan saling dekat satu sama lain jika diplot secara geometri dan *cluster* yang berbeda akan saling menjauh satu sama lain (Ghozali, 2005 dalam Muthiah, 2013).

Menurut Supranto (2004), konsep pengukuran jarak merupakan pendekatan yang paling biasa dalam mengukur kemiripan antara pasangan objek. Pasangan objek dengan jarak yang lebih pendek akan lebih mirip dibandingkan pasangan objek yang jaraknya lebih panjang. Ada beberapa cara untuk mengukur jarak antara dua objek, diantaranya:

1. Jarak *euclidean* adalah jumlah kuadrat perbedaan atau deviasi di dalam nilai untuk setiap variabel (Supranto, 2004). Menurut Supianto (2014), jarak *euclidean* merupakan pengukuran jarak yang paling umum digunakan pada data numerik.

$$d_{(ij)} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad \dots 3.2$$

dengan,

$d_{(ij)}$ = jarak antara objek i dan objek j

x_{ik} = nilai objek i pada variabel ke k

x_{jk} = nilai objek j pada variabel ke k

n = banyak variabel yang diamati

2. *Manhattan distance* atau *the city blok distance* adalah jumlah perbedaan mutlak/absolut di dalam nilai untuk setiap variabel (Supranto, 2004).

$$d_{(ij)} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}| \quad \dots 3.3$$

dengan,

$d_{(ij)}$ = jarak antara objek i dan objek j

x_{ik} = nilai objek i pada variabel ke k

x_{jk} = nilai objek j pada variabel ke k

n = banyak variabel yang diamati

5.3 Tahapan Dalam *Self Organizing Maps (SOM)*

Adapun tahapan dalam pola jaringan Kohonen *SOM*, menurut Siang (2009) dalam Pratama (2015) adalah dengan melakukan langkah berikut.

1. Inisialisasi berupa bobot (w_{ij}) yang diperoleh secara acak untuk tiap *node*. Setelah bobot (w_{ij}) diberikan maka jaringan diberikan *input* (x_i).

Contoh:

Tabel 2 Contoh bobot acak

Bobot acak	X_1	X_2	X_3	X_4
1	0,3	0,5	0,4	0,3
2	0,2	0,3	0,6	0,2
3	0,4	0,5	0,3	0,4
4	0,1	0,5	0,8	0,4

2. Setelah *input* diterima jaringan akan melakukan perhitungan jarak *vector* $d_{(ij)}$ yang didapat dengan menjumlahkan selisih antara vektor bobot (w_{ij}) dengan vektor *input* (x_i).

$$d_j = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2 \quad \dots 3.4$$

Contoh:

Tabel 3 Contoh Data Untuk Analisis *SOM*

Provinsi	X_1	X_2	X_3	X_4
Aceh	-0,22844777	-0,25024328	-0,22180905	0,3492386

$$d_j = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2$$

$$= (0,3 - (-0,228))^2 + (0,5 - (-0,25))^2 + (0,4 - (-0,222))^2 + (0,3 - 0,35)^2$$

$$= 1,231 \text{ (bobot acak 1)}$$

$$d_j = (0,2 - (-0,228))^2 + (0,3 - (-0,25))^2 + (0,6 - (-0,222))^2 + (0,2 - 0,35)^2$$

$$= 1,284 \text{ (bobot acak 2)}$$

$$d_j = (0,4 - (-0,228))^2 + (0,5 - (-0,25))^2 + (0,3 - (-0,222))^2 + (0,4 - 0,35)^2$$

$$= 1,232 \text{ (bobot acak 3)}$$

$$d_j = (0,1 - (-0,228))^2 + (0,5 - (-0,25))^2 + (0,8 - (-0,222))^2 + (0,4 - 0,35)^2$$

$$= 1,717 \text{ (bobot acak 4)}$$

3. Setelah jarak antara *node* diketahui maka ditentukan nilai minimum dari perhitungan jarak vektor $d_{(j)}$, maka tahap selanjutnya melakukan perubahan bobot .

$$w_{ij}(\text{new}) = w_{ij}(\text{old}) + \alpha [x_i - w_{ij}(\text{old})] \quad \dots 3.5$$

Contoh: dari ke empat vektor jarak tersebut maka dipilih vektor jarak dengan nilai minimum yaitu $d_{(j)}$ pada bobot acak 1.

$$w_{ij}(\text{new}) = w_{ij}(\text{old}) + \alpha [x_i - w_{ij}(\text{old})]$$

$$= 0,3 + 0,05 [-0,228 - 0,3] = 0,2736 (w_{1,1})$$

Tahap ini dilakukan terus-menerus hingga sampai $w_{1,4}$.

$$w_{1,2} = 0,5 + 0,05 [-0,25 - 0,5] = 0,4625$$

$$w_{1,3} = 0,4 + 0,05 [-0,222 - 0,4] = 0,3689$$

$$w_{1,4} = 0,3 + 0,05 [0,35 - 0,3] = 0,3025$$

4. Pada proses untuk mendapatkan bobot baru memerlukan nilai *learning rate* (α) yaitu $0 \leq \alpha \leq 1$. Nilai *learning rate* pada setiap *epoch* akan berkurang menjadi $\alpha(i+1) = 0,5\alpha$.

α yang digunakan yaitu 0,05.

Setelah nilai $w_{ij}(\text{new})$ didapatkan maka nilai w_{ij} acak diganti.

Tabel 4 Contoh bobot acak baru

Bobot acak	X_1	X_2	X_3	X_4
1	0,2736	0,4625	0,3689	0,3025
2	0,2	0,3	0,6	0,2
3	0,4	0,5	0,3	0,4
4	0,1	0,5	0,8	0,4

- Kondisi penghentian pengujian dilakukan dengan menghitung selisih antara bobot w_{ij} (*new*) dengan w_{ij} (*old*), apabila nilai w_{ij} hanya berubah sedikit saja, berarti pengujian sudah mencapai konvergensi sehingga dapat dihentikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan tiga metode atau cara dalam validasi internal, yaitu Indeks *Dunn*, *Silhouette*, dan *Connectivity* untuk pembentukan jumlah *cluster*. Jumlah *cluster* yang akan diambil adalah jumlah *cluster* dengan nilai Indeks *Dunn* mendekati 1, nilai *Silhouette* paling besar dan nilai *Connectivity* paling kecil.

```

Clustering Methods:
som

Cluster sizes:
4 5 6 7 8

Validation Measures:
                                4          5          6          7          8
som Connectivity 17.3091 19.9536 25.3488      NA 26.8901
Dunn             0.1284 0.1284 0.1196      NA 0.3269
Silhouette       0.5617 0.5461 0.4634      NA 0.5475

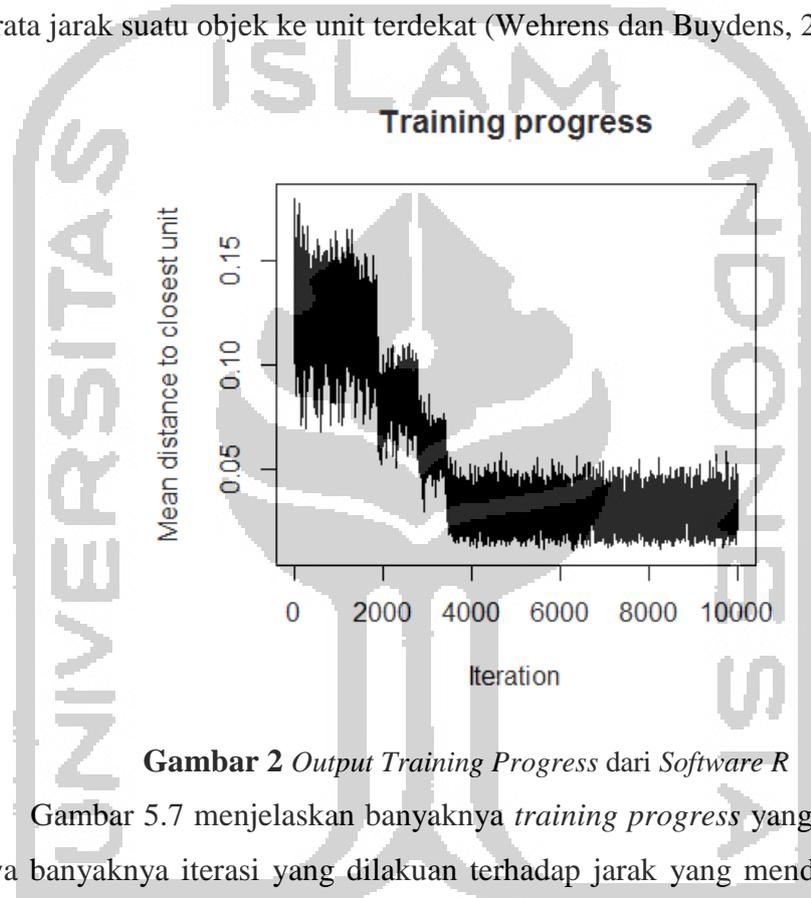
Optimal Scores:
Score Method Clusters
Connectivity 17.3091 som      4
Dunn         0.3269 som      8
Silhouette   0.5617 som      4
    
```

Gambar 1 Output Validasi Cluster dari Software R

Gambar 5.6 menunjukkan validasi cluster dimana nilai dari Indeks *Dunn* paling besar yaitu sebesar 0,3269 pada *cluster* 8, Indeks *Connectivity* dilihat dari nilai yang paling kecil yaitu 17,3091 pada *cluster* 4, dan nilai dari indeks *Silhouette*

dilihat dari nilai mendekati 1 yaitu 0,5617 pada *cluster* 4. Sehingga dari hasil validasi *cluster* diperoleh nilai *cluster* yang paling baik adalah 4, maka dalam penelitian ini menggunakan jumlah *cluster* 4 dalam teknik *clustering* pada dampak bencana tanah longsor tahun 2008 sampai tahun 2018.

Jaringan *SOM* membutuhkan suatu *training progress* untuk meminimalisir rata-rata jarak suatu objek ke unit terdekat (Wehrens dan Buydens, 2007).

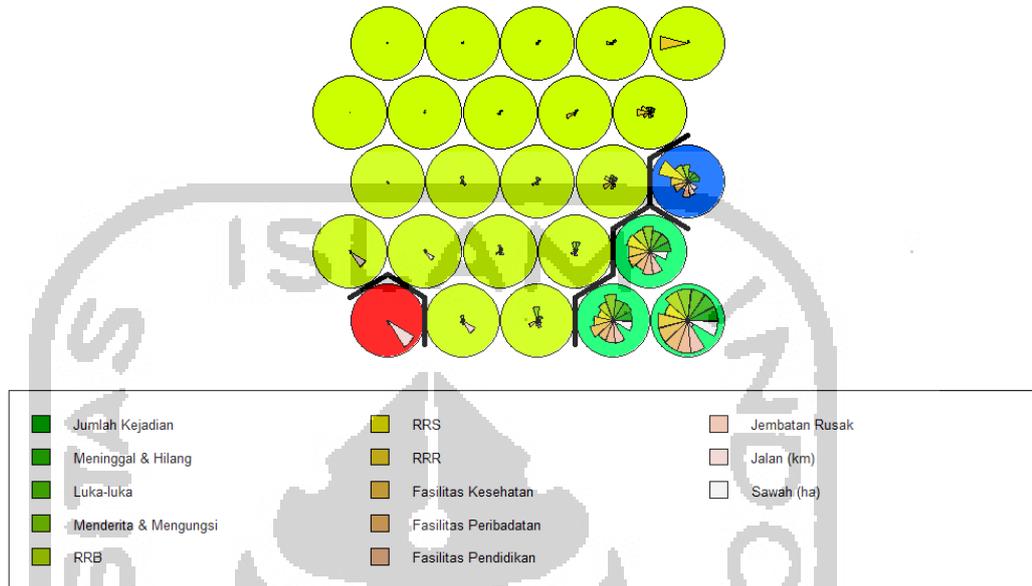


Gambar 2 Output Training Progress dari Software R

Gambar 5.7 menjelaskan banyaknya *training progress* yang menunjukkan bahwa banyaknya iterasi yang dilakukan terhadap jarak yang mendekati rata-rata yang terdeka sampai mendapatkan hasil yang konvergen. Iterasi yang konvergen merupakan banyaknya proses yang dilakukan *software* sampai mendapatkan hasil yang stabil. Iterasi yang konvergen dimulai dari 4000 dan berhenti ketika berada di iterasi yang ke 10.000 kali iterasi. Semakin banyak iterasi yang dilakukan maka nilai *mean distance to closest unit* semakin kecil sehingga *cluster* yang dihasilkan semakin baik. Nilai *mean distance to closest* mulai stabil ketika berada dibawah 0,05.

Selanjutnya dalam proses algoritma *SOM* (lihat pada Lampiran 2) didapatkan suatu *SOM* model dengan menggunakan program R akan menghasilkan diagram kipas (*fan*) berikut ini.

Codes plot



Gambar 3 Diagram kipas (*fan*)

Peneliti menggunakan tampilan *hexagonal* dengan grid 5x5. Diagram kipas (*fan*) tersebut menunjukkan distribusi dari variabel pada pemetaan. Proses memahami diagram dalam algoritma *SOM* yaitu ketika diagram telah memiliki suatu warna dan diberi batasan dengan vektor-vektor yang tervisualisasi dalam plot pemetaan seperti pada gambar 5.8. 4 warna yang berbeda tersebut menunjukkan kondisi dari setiap *cluster* yang terbentuk. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2 tentang *cluster* yang terbentuk dan karakteristik dari masing-masing *cluster*.

Berikut ini merupakan hasil *clustering* wilayah/provinsi berdasarkan dampak dari bencana tanah longsor di Indonesia yang didapatkan dengan bantuan program R (*RStudio*).

Tabel 5 Jumlah dan Anggota *Cluster*

<i>Cluster</i>	Jumlah Anggota	Anggota <i>Cluster</i>
1	1	Sulawesi Tenggara
2	30	Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua.
3	2	Jawa Barat, dan Jawa Tengah
4	1	Jawa Timur

Dari tabel tersebut diketahui jumlah dan masing-masing anggota dari setiap *cluster* yang terbentuk. Pembagian *cluster* tersebut didapatkan dari hasil *clustering* menggunakan algoritma Kohonen *SOM*. Pada percobaan yang dilakukan peneliti didapatkan *cluster* 1 (merah) beranggotakan 1 provinsi, *cluster* 2 (hijau kekuningan) beranggotakan 30 provinsi, *cluster* 3 (hijau) beranggotakan 2 provinsi, dan *cluster* 4 (biru) beranggotakan 1 provinsi.

Setelah diketahui jumlah anggota dan anggota dari setiap *cluster*, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata dari masing-masing *cluster* untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing *cluster* (profilisasi) berdasarkan dampak bencana tanah longsor yang ditimbulkan tersebut (lihat pada Lampiran 3).

Tabel 6 Profilisasi Hasil *Cluster*

Variabel	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Jumlah kejadian; X_1	36	35	1395	566
Meninggal & Hilang; X_2	12	25	456	159
Luka-luka; X_3	16	25	497	146
Menderita & Mengungsi; X_4	213	3208	54808	30844
RRB; X_5	70	78	4100	2684
RRS; X_6	13	14	1425	2355
RRR; X_7	60	230	3992	2205
Fasilitas Kesehatan; X_8	0	0	8	4
Fasilitas Peribadatan; X_9	0	2	82	20
Fasilitas Pendidikan; X_{10}	1	2	57	30
Jembatan Rusak; X_{11}	17	3	114	48
Jalan; X_{12}	363	9	50	105
Sawah; X_{13}	0	119	9594	33

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini.

1. Gambaran umum dampak bencana tanah longsor di setiap provinsi di Indonesia Tahun 2008-2018 menunjukkan kejadian tanah longsor paling banyak terjadi di Jawa Tengah sebanyak 1.744 kejadian. Korban meninggal/hilang, dan menderita/mengungsi paling banyak di Jawa Barat, sedangkan korban luka-luka paling banyak di Jawa Tengah. Terdapat 3 jenis kerusakan rumah terdiri dari rumah rusak berat (RRB) paling banyak di Jawa Tengah sebanyak 4428 unit, rumah rusak sedang (RRS) paling banyak di Jawa Timur sebanyak 2355 unit, dan rumah rusak ringan (RRR) paling banyak di Jawa Barat sebanyak 4316 unit. Kerusakan 3 fasilitas umum paling banyak ada di Jawa Barat meliputi 13 fasilitas kesehatan rusak, 130 fasilitas peribadatan rusak, dan 64 fasilitas pendidikan rusak Tahun 2008-2018. Kerusakan lainnya meliputi kerusakan jembatan paling banyak di Jawa Tengah sebanyak 155 unit, jalan rusak sepanjang 363 km di Sulawesi Tenggara, dan kerusakan sawah seluas 14.550 Ha di Jawa Barat.

2. Jumlah *cluster* yang terbentuk dari hasil analisis dengan Kohonen SOM didapatkan 4 *cluster*. Pada cluster 1 terdapat satu anggota yaitu Provinsi Sulawesi Tenggara. *Cluster 2* terdapat anggota paling banyak yaitu 30 provinsi seperti terlihat pada tabel 5.2. *Cluster 3* terdapat 2 anggota yaitu Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah. Sedangkan *cluster 4* terdapat satu anggota yaitu Provinsi Jawa Timur.
3. Karakteristik yang terdapat pada masing-masing *cluster* yaitu pada *cluster 1* menunjukkan dampak paling menonjol pada kerusakan jalan. Pada *cluster 2* tidak menunjukkan dampak kerusakan yang signifikan pada semua atributnya. Pada *cluster 3* menunjukkan dampak paling menonjol pada hampir semua atribut meliputi jumlah kejadian, korban meninggal dan hilang, korban luka-luka, korban menderita dan mengungsi, rumah rusak berat (RRB), rumah rusak ringan (RRR), fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, fasilitas pendidikan, jembatan rusak, dan sawah rusak. Sedangkan *cluster 4* menunjukkan dampak paling menonjol pada rumah rusak sedang (RRS).

5.2 Saran

Dengan diketahui gambaran umum dampak bencana tanah longsor di Indonesia, *cluster* dan karakteristik dampak yang ditimbulkan dari masing-masing *cluster* tersebut, maka untuk Pemerintah khususnya BNPB atau badan-badan lain yang berkaitan agar lebih memperhatikan dan menyesuaikan program mitigasinya berdasarkan masing-masing karakteristik wilayahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Pratama, R. A. 2015. *Perbandingan Hasil Pengelompokan Menggunakan Algoritma K-Means dan Self Organizing Maps*. Skripsi Program Sarjana Statistika, Universitas Islam Indonesia.
- Pratama, R. A. 2015. *Skripsi: Perbandingan Hasil Pengelompokan Menggunakan Algoritma K-Means dan SOM*.
- Putri, A.I.N. 2014. *Analisis Kelompok Terhadap Wilayah Rawan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Sleman*. Skripsi Program Sarjana Statistika, Universitas Islam Indonesia.

- Ramli, Soehatman. 2010. *Pedoman Praktis Manajemen Bencana*. Jakarta. Dian Rakyat.
- Septianusa dan Supriyaningsih. 2014. *Karakteristik dan Segmentasi Pertanian Padi Menggunakan Algoritma SOM Kohonen*. Diunduh tanggal 25 Mei 2019.
- Setiani, D. 2015. *Jurnal: Clustering Indikator Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia Menggunakan Algoritma SOM Kohonen*. Diunduh tanggal 20 Februari 2017.
- Setyowati, D. L. 2010. *Buku Ajar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Semarang: CV. Sanggar Krida Aditama.
- Shahindra, T. 2008. *Mengenal Konsep Pareto*. Diakses di www.ilmusdm.wordpress.com pada tanggal 10 April 2019.
- Sugiyono. 2010. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supianto, A. 2014. *Pengenalan Pola Klasterisasi Data*.
- Supranto. 2004. *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- UURI 24/2007 Tentang Penanggulangan Bencana
- Wehrens dan Buydens. 2007. *Jurnal: Self and Super-Organizing Maps in R: The Kohonen Package*.
- Wahyuni, Y. 2011. *Dasar-dasar Statistika Deskriptif*. Yogyakarta: Nuha Medika.