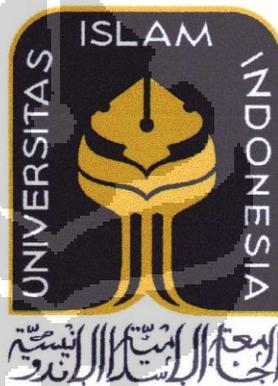


**PENGELOMPOKKAN DAMPAK BENCANA TANAH
LONGSOR DI INDONESIA MENGGUNAKAN KOHONEN
*SELF ORGANIZING MAPS (SOM)***

(Studi Kasus: Dampak Bencana Tanah Longsor di Indonesia Tahun 2008-2018)

TUGAS AKHIR



Bunga Rahayu

13 611 109

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Pengelompokan Dampak Bencana Tanah Longsor di Indonesia Menggunakan Kohonen *Self Organizing Maps (SOM)* (Studi Kasus: Provinsi di Indonesia Tahun 2008-2018)

Nama Mahasiswa : Bunga Rahayu

NIM : 13 611 109

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK

DIUJIKAN

Yogyakarta, 29 Agustus 2019

Mengetahui,
Dosen Pembimbing


(Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si.)

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

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

Nama Mahasiswa : Bunga Rahayu

NIM : 13 611 109

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL: 19 SEPTEMBER 2019**

Nama Penguji:

Tanda Tangan

1. Tuti Purwaningsih, S.Stat., M.Si
2. Muhammad Muhajir, M.Sc
3. Dr. RB. Fajriya Hakim, M.Si

.....
.....
.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



(Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk dan kemudahan sehingga atas ridho-Nya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikut-pengikutnya sampai akhir zaman.

Tugas akhir yang berjudul **“Pengelompokan Dampak Bencana Tanah Longsor di Indonesia Menggunakan Kohonen *Self Organizing Maps (SOM)*”** ini disusun sebagai hasil proses pembelajaran yang telah peneliti dapatkan selama melakukan proses pembelajaran di Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

Selama proses menyusun tugas akhir ini, peneliti telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si selaku ketua Jurusan Statistika FMIPA UII.
3. Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang tidak hentinya membimbing dan memberi masukan sampai terselesainya tugas akhir ini.
4. Dosen-dosen Statistika UII yang telah mendedikasikan ilmunya kepada peneliti.
5. Kedua Orang Tua yang peneliti cintai serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, kesabaran, doa dan motivasi kepada peneliti dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Sahabat-sahabat seperjuangan ‘Kos Putri Rahayu’ yang peneliti cintai Dian, Tia, Vera, Purnami, Deffy, Arizka, dan Nurul yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada peneliti.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan kuliah yang peneliti cintai Tisal, Dita, Hilda, Atul, Tami, Agi, dan Wina yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada peneliti.
8. Teman-teman di rumah yang selalu memberikan dukungan hingga saat ini.
9. Teman-teman Statistika 2013, khususnya Kelas B terima kasih untuk kebersamaan, bantuan, dan pengalamannya selama ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuannya.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun selalu peneliti harapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi peneliti khususnya dan bagi semua yang membutuhkan. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Aamiin ya robbal ‘alamiin.

Wassalamu’alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 29 Agustus 2019

Peneliti

PERNYATAAN

Dengan ini peneliti menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan peneliti juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 Agustus 2019



Peneliti

UNIVERSITAS ISLAM NESESIA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN	vi
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Jenis Penelitian dan Metode Analisis	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tanah Longsor.....	8
2.2 Analisis <i>Cluster</i>	9
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Tanah Longsor.....	11
3.2 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor.....	11
3.3 Jenis-jenis Tanah Longsor.....	13
3.4 Dampak Tanah Longsor	15
3.5 Statistika Deskriptif.....	16
3.6 <i>Data Mining</i>	17
3.7 <i>Clustering</i>	18

3.7.1	Pengenalan <i>Clustering</i>	18
3.7.2	Metode-metode dalam <i>Clustering</i>	21
3.7.3	Proses Pengambilan Keputusan Analisis <i>Cluster</i>	21
3.8	<i>Self Organizing Maps (SOM)</i>	23
3.8.1	Tahapan dalam <i>SOM</i>	25
3.8.2	Validasi <i>Cluster</i>	27
3.9	Menginterpretasikan Profil <i>Cluster</i>	28
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	30
4.1.	Populasi dan Sampel Penelitian	30
4.2	Waktu dan Tempat Penelitian	30
4.3	Variabel Penelitian	30
4.4	Metode Pengumpulan Data	33
4.5	Metode Analisis Data	33
4.6	Tahapan Penelitian	33
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
5.1	Analisis Deskriptif	35
5.2 Penentuan Jumlah <i>Cluster</i>	40
5.3	Pengelompokkan (<i>Clustering</i>) dengan Kohonen <i>Self Organizing Maps</i> ..	41
5.4	Profilisasi <i>Cluster</i>	43
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	45
6.1	Kesimpulan	45
6.2	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Contoh Data Perhitungan <i>Euclidean</i>	18
Tabel 3.2	Matriks Jarak <i>Euclidean</i>	19
Tabel 3.3	Matriks Jarak <i>Manhattan</i>	19
Tabel 3.4	Contoh Bobot Acak.....	24
Tabel 3.5	Contoh Data Untuk Analisis <i>SOM</i>	24
Tabel 3.6	Contoh Bobot Acak Baru.....	25
Tabel 4.1	Variabel dan Definisi Operasional.....	27
Tabel 5.1	Jumlah dan Anggota <i>Cluster</i>	38
Tabel 5.2	Profilisasi Hasil <i>Cluster</i>	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2 Proses Pengambilan Keputusan Analisis <i>Cluster</i>	21
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian	31
Gambar 5.1 Jumlah Kejadian Bencana Longsor Tahun 2008-2018.....	32
Gambar 5.2 Jumlah Korban Akibat Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018.....	33
Gambar 5.3 Jumlah Rumah Rusak Akibat Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018.....	34
Gambar 5.4 Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Tanah Longsor 2008-2018.....	35
Gambar 5.5 Jumlah Kerusakan Jembatan, Jalan, dan Sawah Akibat Bencana Tanah Longsor 2008-2018	36
Gambar 5.6 Diagram kipas (<i>fan</i>).....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Dampak Bencana Tanah Longsor di Indonesia	47
Lampiran 2 <i>Syntax Kohonen Self Organizing Maps Program R</i>	50
Lampiran 3 Nilai Rataan Untuk Profilisasi <i>Cluster</i>	51



INTISARI

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

Bunga Rahayu

Program Studi Statistika Fakultas MIPA

Universitas Islam Indonesia

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.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sangat potensial terjadi bencana alam. Indonesia terletak pada batas pertemuan tiga lempeng besar dunia yang sangat aktif, yaitu Lempeng Indo-Australia di bagian selatan, Lempeng Eurasia di bagian utara, dan Lempeng Pasifik di bagian timur (Ibrahim, 2005). Tekanan dari pergerakan lempeng besar bumi ini menyebabkan terjadinya tumpukkan antar lempeng yang mengakibatkan terbentuknya zona subduksi, sehingga terbentuk palung laut, jalur busur luar kepulauan, jalur magmatik, dan patahan aktif (Daryono, 2010). Hal tersebut menjadikan wilayah Indonesia memiliki kondisi geologi yang sangat kompleks. Kondisi ini mengakibatkan banyak daerah-daerah di Indonesia yang sangat rawan terhadap bencana alam.

Badan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk Strategi Internasional Pengurangan Risiko Bencana (UN-ISDR) menempatkan Negara Indonesia dalam kategori negara dengan risiko terjadinya bencana alam terbesar. Dalam peta rawan bencana internasional, bencana alam di Indonesia menempati posisi tertinggi untuk bahaya tsunami, tanah longsor, dan erupsi gunung berapi (BNPB, 2012).

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

Tanah longsor atau sering disebut dengan gerakan masa tanah adalah salah satu bencana alam yang telah memberikan banyak dampak sosial dan ekonomi pada masyarakat seperti rusaknya fasilitas umum, transportasi, dan telekomunikasi bahkan tidak sedikit kejadiannya menelan banyak korban jiwa. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu langkah mitigasi bencana supaya dampak dari adanya bencana longsor dapat dikurangi.

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 Pliwir, 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.

Tanah longsor adalah bencana yang tidak dapat dihindari, akan tetapi dapat dilakukan pencegahan dan penanggulangan bencananya. Dengan keadaan wilayah yang berbeda-beda maka penting untuk diketahui kondisi wilayah masing-masing daerah untuk mengetahui daerah rawan bencana longsor dan melakukan pencegahan dan penanggulangan (mitigasi).

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.

Dari 13 variabel peneliti akan membuat deskriptif data bencana tersebut guna mengetahui gambaran umum dari dampak bencana tanah longsor di Indonesia yang terjadi selama 10 tahun terakhir yaitu pada tahun 2008-2018. Dengan diketahuinya gambaran umum mengenai dampak bencana tersebut maka selanjutnya dapat dilakukan pengelompokan wilayah di Indonesia dengan karakteristik (profilisasi) dampak bencana yang ditimbulkan di setiap kelompoknya (*cluster*). 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*, observasi-observasi atau kasus-kasus ke kelas yang memiliki kemiripan objek-objeknya. *Cluster* adalah koleksi 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).

Kohonen *SOM* adalah jaringan yang ditemukan oleh Teuvo Kohonen merupakan suatu jaringan yang tidak dibutuhkan suatu pengawasan khusus,

karenanya diberi nama *self organizing*. Sedangkan kata *maps* berarti bahwa metode ini menggunakan *map* dalam pembobotan input data (Guthikonda, 2005). Dalam penelitian ini diperlukan pengelompokan dampak bencana tanah longsor di Indonesia guna mengetahui pola dan karakteristiknya yang terjadi selama 10 tahun terakhir sebagai upaya pencegahan dan mitigasi (penanggulangan) banjir. 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*.

Penggunaan metode *SOM* dalam penelitian ini dikarenakan *SOM* memiliki kelebihan yaitu *SOM* merupakan perangkat visualisasi dan analisis untuk data berdimensi tinggi. Namun, jaringan ini juga dapat digunakan untuk *clustering*, *dimensionality reduction*, *classification*, *vector quantization*, dan *data mining* (Baca dan Lobo, 2014). Oleh karenanya dalam penelitian ini akan digunakan analisis *clustering* dengan menggunakan metode *SOM*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diperoleh rumusan masalah:

1. Bagaimana gambaran umum dampak bencana tanah longsor yang terjadi di Indonesia Tahun 2008-2018?
2. Bagaimana *cluster* yang terbentuk pada daerah terkena bencana tanah longsor di Indonesia Tahun 2008-2018 berdasarkan dampak bencana yang ditimbulkan?
3. Bagaimana karakteristik dari setiap *cluster* yang terbentuk berdasarkan dampak bencana yang ditimbulkan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah sangat diperlukan agar tidak terjadi penyimpangan. Untuk itu batasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Data yang digunakan adalah data sekunder yaitu data dampak kejadian tanah longsor di Indonesia Tahun 2008-2018 yang diunduh di halaman *website* DIBI. Wilayah yang diteliti adalah 34 provinsi di Indonesia.
3. Variabel yang digunakan adalah 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.
4. Perangkat lunak yang digunakan sebagai alat bantu dalam analisis statistik yaitu perangkat lunak *Microsoft excel 2010* dan *Rstudio*.

1.4 Jenis Penelitian dan Metode Analisis

Tugas akhir ini termasuk dalam kategori aplikasi. Metode analisis yang digunakan adalah analisis kelompok (*clustering*) menggunakan algoritma Kohonen *Self Organizing Maps (SOM)*, dimana pada penelitian tugas akhir ini diharapkan peneliti dapat mengetahui *cluster* yang terbentuk dan karakteristiknya pada bencana tanah longsor di Indonesia Tahun 2008-2018 berdasarkan data pada provinsi yang pernah mengalami bencana tanah longsor.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui gambaran umum dampak bencana tanah longsor yang terjadi di Indonesia Tahun 2008-2018.
2. Mendapatkan *cluster* wilayah yang terkena tanah longsor di Indonesia Tahun 2008-2018 berdasarkan dampak bencana yang ditimbulkan.
3. Mengetahui karakteristik dari setiap *cluster* yang terbentuk berdasarkan dampak bencana yang ditimbulkan.

1.6 Manfaat Penelitian

Dari gambaran umum data penelitian dapat diketahui wilayah mana yang memiliki kejadian, jumlah korban dan kerusakan paling tinggi maupun yang rendah. Kemudian dari *cluster* yang terbentuk menghasilkan kelompok-kelompok daerah yang memiliki kesamaan karakteristik dampak bencana tanah longsor,

sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan oleh BNPB sebagai gambaran untuk mengetahui daerah-daerah yang memiliki tingkat kerawanan, korban, dan kerusakan paling tinggi akibat bencana tanah longsor dan diharapkan dapat mengurangi dampaknya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu sangat penting digunakan sebagai kajian dalam penelitian tugas akhir. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan bencana tanah longsor maupun metode pengelompokan (*clustering*):

2.1 Tanah Longsor

Penelitian sebelumnya tentang bencana tanah longsor pernah dilakukan oleh Faishal (2017) yang bertujuan untuk pembentukkan *cluster* dari wilayah provinsi di Indonesia berdasarkan tingkat kerawanan terjadinya bencana tanah longsor. Variabel yang digunakan sebanyak 30 ($X = 30$) di 33 provinsi di Indonesia ($n = 33$). Untuk mendapatkan model pembentukkan *cluster* terbaik dilakukan dengan menggunakan penerapan algoritma *Self Organizing Maps (SOM)* dan divalidasi menggunakan nilai *Davies Bouldin Index*. Dari proses algoritma *SOM* tersebut ternyata memberikan model terbaik dengan 33 neuron input dan 9 neuron output. Maka hasil *cluster* yang terbentuk ada 9 *cluster* dengan karakteristik yang berbeda-beda di setiap masing-masing *cluster*.

Penelitian lain tentang tanah longsor pernah dilakukan oleh Firman (2015) dengan judul “*Analisis Kemiringan Tanah Longsor Untuk Menentukan Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Kemiri Kabupaten Purworejo*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerawanan tanah longsor di Kecamatan Kemiri Kabupaten Purworejo. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis satuan medan atau satuan lahan dengan teknik skoring atau pengharkatan pada faktor penyebab tanah longsor dan metode deskriptif. Variabel yang diteliti terdiri dari kemiringan lereng, bentuk lereng, curah hujan bulanan, curah hujan tahunan, tekstur tanah, permeabilitas tanah, indeks plastisitas, kedalaman tanah, struktur pelapisan batuan, pelapukan batuan, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, dan mitigasi bencana. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat kerawanan tanah longsor di Kecamatan Kemiri terdapat tiga kelas yaitu tingkat

kerawanan tanah longsor rendah, sedang, dan tinggi. Kelas kerawanan tanah longsor tingkat rendah mempunyai luas 5.670,27 Ha atau 54,97% dari luas daerah penelitian, kerawanan tanah longsor tingkat sedang mempunyai luas 1.785,48 Ha atau 17,31% dari luas daerah penelitian, dan kerawanan tanah longsor tingkat tinggi mempunyai luas 2.858,94 Ha atau 27,72% dari luas daerah penelitian.

2.2 Analisis Cluster

Penelitian tentang metode pengelompokan (*clustering*) pernah dilakukan oleh Hepita, dkk (2015) yang bertujuan untuk mengelompokkan dampak pada wilayah provinsi yang berpotensi gempa bumi dari segi kerusakan fasilitasnya menggunakan algoritma *K-Means*. Variabel yang digunakan ada 6 jenis kerusakan fasilitas ($X = 6$) di 27 provinsi di Indonesia ($n = 27$). Dari pembentukan 3 *cluster* didapatkan karakteristik dampak kerusakan gempa bumi yang berbeda di setiap *cluster*. *Cluster 1* terdiri dari wilayah dengan dampak kerusakan paling menonjol pada bangunan seperti rumah rusak berat, rumah rusak ringan fasilitas kesehatan, dan fasilitas pendidikan. *Cluster 2* tidak memperlihatkan dampak gempa yang terlalu signifikan di setiap atribut kerusakan fasilitasnya. Sedangkan pada *cluster 3* dampak yang lebih menonjol yaitu kerusakan lahan dan kerusakan jalan.

Selain itu Ayu (2014) juga pernah melakukan penelitian analisis kelompok dengan metode *K-Means* dengan judul “*Analisis Kelompok Terhadap Wilayah Rawan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kabupaten Sleman*” menggunakan metode pengelompokan *K-Means*. Data yang digunakan yaitu data faktor-faktor penentu wilayah rawan penyakit DBD pada 17 kecamatan di Kabupaten Sleman Tahun 2010-2012 terdiri dari 6 variabel faktornya antara lain jumlah kasus DBD, curah hujan, kepadatan penduduk, Angka Bebas Jentik (ABJ), Rumah Tangga Berperilaku Hidup dan Bersih (PHBS), dan Rumah Sehat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengelompokan wilayah rawan penyakit DBD adalah 3 *cluster* (tingkat tinggi, tingkat sedang, dan tingkat rendah). *Cluster 1* adalah wilayah rawan penyakit DBD tingkat tinggi, meliputi Kecamatan Gamping, Mlati, Depok, dan Kalasan. *Cluster 2* adalah wilayah rawan penyakit

DBD tingkat sedang, meliputi Kecamatan Godean, Minggir, Berbah, prambanan, Ngemplak, Ngaglik, Sleman, Tempel, Turi, dan Pakem. *Cluster* 3 adalah wilayah rawan penyakit DBD tingkat rendah, meliputi Kecamatan Moyudan, Seyegan, dan Cangkringan.

Penelitian lainnya juga pernah dilakukan oleh Reza (2015) dengan judul “*Perbandingan Hasil Pengelompokan Menggunakan Algoritma K-Means dan Self Organizing Maps (SOM)*”. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui karakteristik dan menerapkan algoritma *data mining* untuk mengetahui pengelompokan kemiskinan dan kesenjangan pendapatan di Indonesia Tahun 2013. Dasi hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelompokan dari kedua algoritma tersebut menghasilkan *cluster* yang berbeda. Dibandingkan dengan *Self Organizing Maps (SOM)*, *K-Means* memiliki akurasi hasil lebih baik terhadap pengelompokan versi Bappenas. Sedangkan *cluster variance* algoritma *SOM* menunjukkan hasil kinerja terbaik di banding *K-Means* atau versi Bappenas.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material laporan bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara geologis tanah longsor adalah suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah (Nandi, 2007:6). Menurut Karnawati (2005), gerakan masa tanah terjadi akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng, sehingga masa tanah atau bahan penyusun lereng maupun percampuran keduanya mengalami gerakan menuruni lereng.

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan pada umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, beban serta berat jenis batuan. Selain itu, tanah longsor juga disebabkan karena terjadinya getaran. Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh getaran gempa bumi.

Proses terjadinya tanah longsor dapat di jelaskan sebagai berikut, air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan luar lereng.

3.2 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Menurut Nandi (2007:6) gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuhan. Faktor lainnya adalah sebagai berikut :

1. Hujan

Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal ini mengakibatkan munculnya pori-pori tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah ke permukaan. Ketika hujan, air akan menyusup kebagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali.

Pada awal musim hujan, intensitas hujan yang tinggi biasanya sering terjadi, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi dibagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral.

2. Lereng Terjal

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kebanyakan sudut lereng yang menyebabkan longsor adalah 180° apabila ujung lerengnya terjal dan bidang longsornya datar.

3. Tanah yang Kurang Padat dan Tebal

Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 m dari sudut lereng lebih dari 220° . Tanah jenis ini memiliki potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama bila terjadi hujan. Selain itu tanah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah karena menjadi lembek terkena air dan pecah ketika hawa terlalu panas.

4. Batuan yang Kurang Kuat

Batuan endapan gunung api dan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah apabila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.

5. Jenis Tata Lahan

Tanah longsor banyak terjadi di daerah lahan persawahan, perladangan dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah yang membuat tanah menjadi lembek dan jenuh

dengan air sehingga mudah longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

6. Getaran

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkan adalah tanah, badan jalan, lantai dan dinding rumah menjadi retak.

3.3 Jenis-jenis Tanah Longsor

Menurut (Cruden dan Varnes 1992, dalam Hary, 2006:15) tanah longsor dikelompokkan menjadi jatuhan, robohan, longsor, sebaran dan aliran. Masing masing tipe terjadi pada medan dengan karakteristik yang berbeda satu dengan yang lainnya, hal ini karena bencana gerakan tanah disebabkan oleh banyak faktor.

1. Jatuhan (*falls*)

Jatuhan (*falls*) adalah gerakan jatuh material pembentuk lereng (tanah atau batuan) di udara dengan atau tanpa adanya interaksi antara bagian-bagian material yang longsor. Jatuhan terjadi tanpa adanya bidang longsor, dan banyak terjadi pada lereng terjal atau tegak yang terdiri dari batuan yang mempunyai bidang-bidang tidak menerus (diskontinuitas). Jatuhan pada tanah biasanya terjadi bila material mudah tererosi terletak di atas tanah yang lebih tahan erosi, contohnya jika lapisan pasir bersih atau lanau berada di atas lapisan lempung *overconsolidated* (Bazett et al, 1961; Skempton dan La Rochelle 1965).

Jatuhan batuan dapat terjadi pada semua jenis batuan dan umumnya terjadi akibat pelapukan, perubahan temperatur, tekanan air atau penggalan/penggerusan bagian bawah lereng. Jatuhan terjadi di sepanjang kekar, bidang dasar, atau zona patahan lokal.

2. Robohan (*topples*)

Robohan (*topples*) adalah gerakan material robohan dan biasanya terjadi pada lereng batuan yang sangat terjal sampai tegak yang mempunyai bidangbidang ketidakterusan yang relatif vertikal. Tipe gerakan hampir sama

dengan jatuhan, hanya gerakan batuan longsor adalah mengguling hingga roboh, yang berakibat batuan lepas dari permukaan lerengnya. Faktor utama yang menyebabkan robohan, adalah seperti halnya kejadian jatuhan batuan, yaitu yang mengisi retakan.

3. Longsoran (*slides*)

Longsoran (*slides*) adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, di sepanjang satu atau lebih bidang longsor. Massa tanah yang bergerak bisa menyatu atau terpecah-pecah. Perpindahan material total sebelum longsoran bergantung pada besarnya regangan untuk mencapai kuat geser puncaknya dan pada tebal zona longsornya. Perpindahan total lebih kecil pada lempung *normally consolidated* daripada lempung kaku *overconsolidated*.

Berdasarkan geometri bidang gelincirannya, longsoran dibedakan dalam dua jenis yaitu: (Hary, 2006:21)

a. Longsoran dengan bidang longsor lengkung atau longsoran rotasional (*rotational slides*).

Longsoran rotasional (*rotational slides*) mempunyai bidang longsor melengkung ke atas, dan sering terjadi pada massa tanah yang bergerak dalam satu kesatuan. longsoran rotasional murni (*slump*) terjadi pada material yang relatif homogen seperti timbunan buatan (tanggul).

b. Longsoran dengan bidang gelincir dasar atau longsoran translasional (*translational slides*).

Longsoran translasional merupakan gerakan di sepanjang diskontinuitas atau bidang lemah yang secara pendekatan sejajar dengan permukaan lereng, sehingga gerakan tanah secara translasi. Dalam tanah lempung, translasi terjadi di sepanjang lapisan tipis pasir atau lanau, khususnya bila bidang lemah tersebut sejajar dengan lereng yang ada. Longsoran translasi lempung yang mengandung lapisan pasir atau lanau, dapat disebabkan oleh tekanan air pori yang tinggi dalam pasir atau lanau tersebut.

4. Sebaran (*spreads*)

Sebaran yang termasuk longsoran translasional juga disebut sebaran lateral (*lateral spreading*), adalah kombinasi dari meluasnya massa tanah dan turunnya massa batuan terpecah-pecah ke dalam material lunak di bawahnya (Cruden dan Varnes, 1992 dalam Hary, 2006). Permukaan bidang longsor tidak berada di lokasi terjadinya geseran terkuat.

5. Aliran (*flows*)

Aliran (*flows*) adalah gerakan hancuran material ke bawah lereng dan mengalir seperti cairan kental. Aliran sering terjadi dalam bidang geser relatif sempit. Material yang terbawa oleh aliran dapat terdiri dari berbagai macam pertikel tanah (termasuk batu-batu besar), kayu-kayu, ranting dan lain-lain.

3.4 Dampak Tanah Longsor

Menurut Nandi (2007:17) banyak dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya tanah longsor baik dampak terhadap kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan maupun dampak terhadap keseimbangan lingkungan.

1. Dampak Terhadap Kehidupan

Terjadinya bencana tanah longsor memiliki dampak yang sangat besar terhadap kehidupan, khususnya manusia. Bila tanah longsor itu terjadi pada wilayah yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, maka korban jiwa yang ditimbulkan akan sangat besar, terutama bencana tanah longsor itu terjadi secara tiba-tiba tanpa diawali adanya tanda-tanda akan terjadinya tanah longsor.

Adapun dampak yang ditimbulkan dengan terjadinya tanah longsor terhadap kehidupan adalah sebagai berikut.

- a. Bencana longsor banyak menelan korban jiwa.
- b. Terjadinya kerusakan infrastruktur publik seperti jalan, jembatan dan sebagainya.
- c. Kerusakan bangunan seperti gedung perkantoran dan perumahan penduduk serta sarana peribadatan.
- d. Menghambat proses aktivitas manusia dan merugikan baik masyarakat yang terdapat di sekitar bencana maupun pemerintahan.

2. Dampak Terhadap Lingkungan

Adapun dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan akibat terjadinya tanah longsor adalah sebagai berikut:

- a. Terjadinya kerusakan lahan.
- b. Hilangnya vegetasi penutup lahan.
- c. Terganggunya keseimbangan ekosistem.
- d. Lahan menjadi kritis sehingga cadangan air bawah tanah menipis.
- e. Terjadinya tanah longsor dapat menutup lahan yang lain seperti sawah, kebun dan lahan produktif lainnya.

3.5 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah statistik yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap obyek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2010). Sedangkan menurut Wahyuni (2011), statistika deskriptif merupakan statistik yang fokus perhatiannya dan penganalisisan data saja, tanpa berusaha untuk menarik kesimpulan terhadap populasinya. Data tersebut biasanya disajikan dengan menggunakan tabel atau grafik.

1. Tabel

Tabel adalah salah satu cara penyajian data, yang mana terdapat kolom dan baris didalamnya serta terdapat judul tabel (Sugiyono, 2010).

2. Diagram Pareto

Diagram pareto adalah serangkaian diagram batang yang menggambarkan frekuensi atau pengaruh dari proses atau keadaan atau masalah. Diagram diatur mulai dari yang paling tinggi sampai paling rendah dari kiri ke kanan atau atas ke bawah (Shahindra, 2008).

3. *Mean*

Mean merupakan teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai rata-rata dari kelompok tersebut. Rata-rata (*mean*) ini didapat dengan

menjumlahkan data seluruh individu dalam kelompok itu, kemudian dibagi dengan jumlah individu yang ada pada kelompok tersebut (Sugiyono, 2010).

$$\text{Mean} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \dots 3.1$$

dengan,

X_i = individu x ke i sampai ke n

n = banyaknya individu

3.6 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). Beberapa teknik *data mining* yang umum digunakan menurut Larose (2005) antara lain:

1. Deskripsi digunakan untuk mencari pola dan kecenderungan yang terdapat dalam data.
2. Estimasi hampir sama dengan klasifikasi, namun variabel target dalam estimasi lebih ke arah numerik daripada kategorik.
3. Prediksi juga hampir sama dengan estimasi dan klasifikasi, namun dalam prediksi nilai dari hasil akan ada di masa mendatang.
4. Klasifikasi adalah fungsi pembelajaran yang memetakan (mengklasifikasi) sebuah unsur (*item*) data ke dalam salah satu dari beberapa kelas yang sudah didefinisikan.
5. Pengelompokkan atau *clustering* merupakan tugas deskripsi yang banyak digunakan dalam mengidentifikasi sebuah hubungan terbatas pada kategori atau *cluster* untuk mendeskripsikan data yang ditelaah.

6. Asosiasi dalam data mining bertugas untuk menemukan atribut yang muncul dalam satu waktu. Dalam dunia bisnis lebih umum disebut analisis keranjang belanja.

3.7 Clustering

3.7.1 Pengenalan Clustering

Clustering adalah pengelompokan dari *record*, observasi-observasi atau kasus-kasus ke kelas yang memiliki kemiripan pada objek-objeknya. *Cluster* adalah koleksi dari *record* yang mirip, dan tidak mirip dengan *record* dari *cluster* lain. *Clustering* berbeda dengan klasifikasi, dalam hal tidak ada variabel target untuk *clustering*. *Clustering* tidak mengklasifikasikan, meramalkan, atau memprediksi nilai dari sebuah variabel target. Algoritma-algoritma *clustering* digunakan untuk menentukan segmen keseluruhan himpunan data menjadi sub *group* yang relatif sama atau *cluster* dengan kesamaan *record* dalam *cluster* dimaksimumkan dan kesamaan *record* di luar *cluster* diminimumkan (Larose, 2005).

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).

Konsep dasar pengukuran analisis *cluster* adalah konsep pengukuran jarak (*distance*) dan kesamaan (*similarity*). Konsep pengukuran jarak adalah ukuran tentang jarak pisah antar obyek, sedangkan konsep pengukuran kesamaan adalah berbicara tentang suatu ukuran kedekatan. Konsep ini penting karena pengelompokan pada analisis *cluster* didasarkan pada kedekatan. Pengukuran jarak (*distance type measure*) digunakan untuk data-data yang bersifat matriks,

sedangkan pengukuran kesesuaian (*matching type measure*) digunakan untuk data-data yang bersifat kualitatif (Fauzy, 1999 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.

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

...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

Contoh:

Tabel 3.1 Contoh Data Perhitungan *Euclidean*

Daerah	X_1	X_2
A	6	6
B	8	10
C	6	4
D	4	6

Perhitungan jarak :

$$d_{A,B} = (6-8)^2 + (6-10)^2 = \sqrt{20} = 4,472$$

Perhitungan jarak :

Dengan cara yang sama dapat dilakukan dalam perhitungan objek-objek lainnya. Jarak antar objek dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Matriks Jarak *Euclidean*

	A	B	C	D
A	0	20	4	4
B	20	0	40	32
C	4	40	0	8
D	4	32	8	0

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

Contoh:

$$d_{A,B} = |6-8| + |6-10| = 6$$

Dengan cara perhitungan yang sama, jarak antar objek dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Matriks Jarak *Manhattan*

	A	B	C	D
A	0	6	2	2
B	6	0	8	8
C	2	8	0	4
D	2	8	4	0

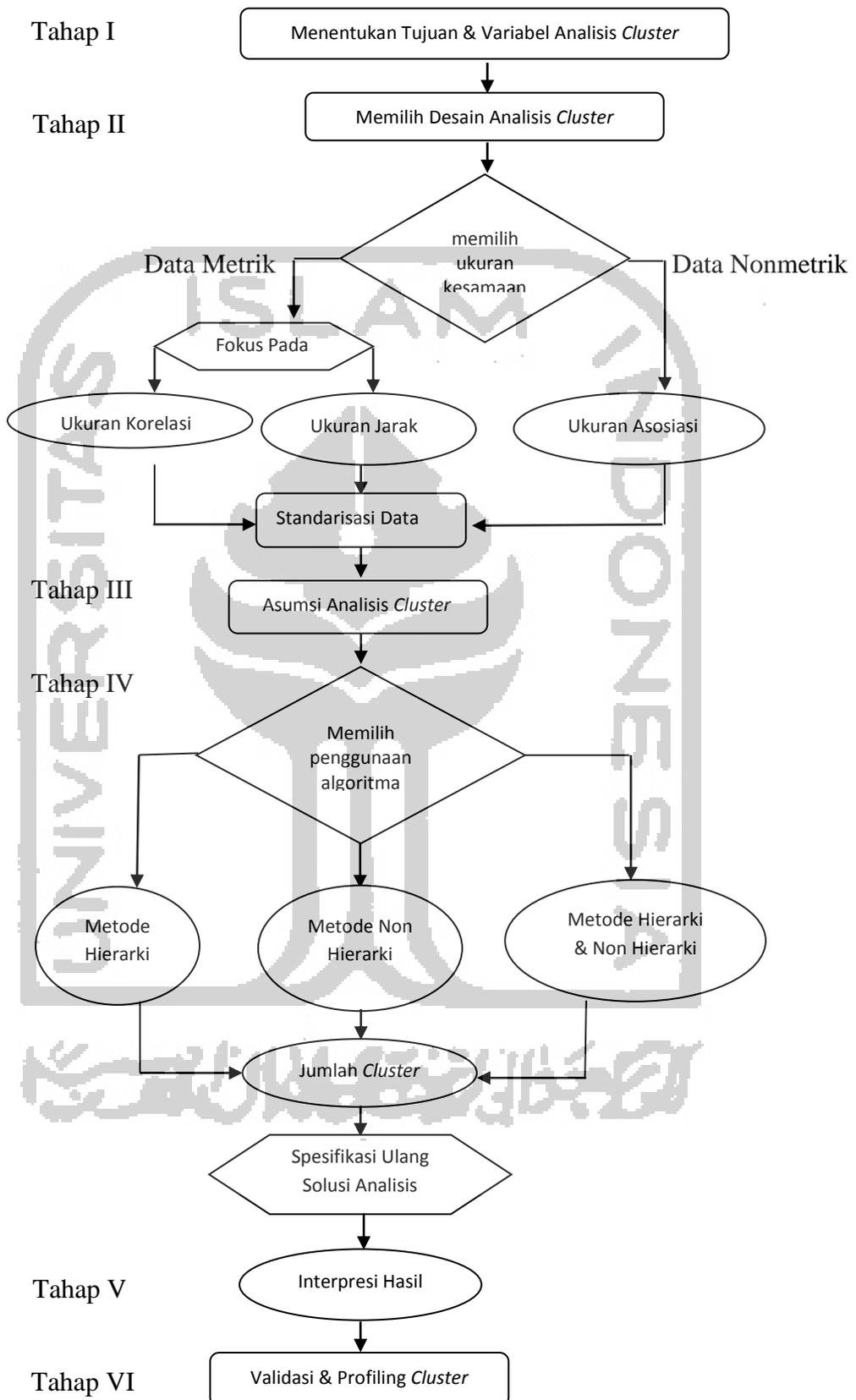
3.7.2 Metode-metode dalam *Clustering*

Secara umum metode utama *clustering* dapat di klasifikasikan menjadi kategori-kategori berikut (Pratama, 2015):

1. Metode partisi adalah sebuah n objek yang dipartisi menjadi sejumlah k *cluster* ($k \leq n$), dimana partisi yang terbentuk harus memenuhi syarat yaitu setiap *cluster* harus berisi minimal satu objek dan setiap objek harus termasuk tepat satu *cluster*.
2. Metode hirarki yaitu membuat sebuah dekomposisi berhirarki dari himpunan data atau objek menggunakan beberapa kriteria. Metode ini memiliki dua jenis pendekatan yaitu *agglomerative* (metode penggabungan) dan *divisive* (metode pembagian). *Agglomerative* dimulai dengan titik-titik sebagai *cluster* individu. Pada setiap tahap dilakukan penggabungan setiap pasangan titik pada *cluster* sampai hanya satu titik atau *cluster* yang tertinggal. Sedangkan *divisive* dimulai dengan satu *cluster* besar yang berisi semua titik data yang kemudian dibagi menjadi dua *cluster*, dan seterusnya. Pada setiap langkah dilakukan pemecahan sebuah *cluster* sampai setiap *cluster* berisi sebuah titik.
3. Metode berdasarkan kepekatan merupakan metode yang berdasarkan pada konektifitas dan fungsi kepadatan.
4. Metode berdasarkan *grid* merupakan pendekatan yang berdasarkan pada struktur *multiple-level granularity*.
5. Metode berdasarkan model yaitu sebuah model yang ide dasarnya menemukan model yang cocok untuk tiap *cluster*.

3.7.3 Proses Pengambilan Keputusan Analisis *Cluster*

Untuk memudahkan dalam pengambilan keputusan dalam analisis *cluster*, berikut ditampilkan bagan pengambilan keputusannya.



Gambar 3.2 Proses Pengambilan Keputusan Analisis *Cluster*

(Sumber: *Multivariate Analysis, Hair dkk 2006 dalam Nurullina 2010*)

3.8 Self Organizing Maps (SOM)

Jaringan Kohonen *SOM* diperkenalkan pada tahun 1982 oleh peneliti Finlandia yaitu Tuevo Kohonen. Meskipun awalnya diterapkan untuk analisis gambar dan analisis suara, namun jaringan Kohonen merupakan mekanisme yang efektif untuk analisis *clustering* (Larose, 2005). Kohonen *SOM* merupakan suatu jaringan yang tidak membutuhkan suatu pengawasan khusus, karenanya diberi nama *self organizing*. Kata *maps* berarti bahwa metode ini menggunakan *map* dalam pembobotan input data. Tiap *node* dalam jaringan *SOM* berusaha untuk menjadi seperti input yang telah diberikan pada jaringan tersebut. *SOM* juga biasa disebut dengan *Self Organizing Feature Maps*, maksudnya adalah bahwa *SOM* menggunakan prinsip "*feature*" atau ciri khusus dalam prinsip dasarnya yang membuatnya berbeda dibandingkan metode yang lain (Guthikonda, 2005).

Metode kohonen memungkinkan untuk menggambarkan data multidimensi ke dalam dimensi yang lebih kecil, biasanya satu atau dua dimensi serta memiliki kemampuan untuk belajar secara mandiri (*unsupervised learning*). Artinya, sebuah jaringan akan belajar dengan dibekali pengetahuan dasar (parameter-parameter jaringan) tanpa adanya pengetahuan awal lebih dulu mengenai segmen dan karakteristiknya serta tanpa harus mengetahui berapa kelompok yang akan dibentuk, dan kemudian mengorganisasikan sendiri hubungan-hubungan interkoneksi dalam dirinya atas masukan yang diberikan sehingga dengan demikian target tidak dibutuhkan (Septianusa dan Supriyaningsih, 2014).

Bullinaria (2004) menyebutkan bahwa, salah satu komponen utama yang penting dari *unsupervised system* adalah *competitive learning* yaitu *output* yang berupa neuron akan bersaing dengan neuron yang lain untuk diaktifkan. Kemudian nanti hanya terdapat satu neuron yang diaktifkan dalam satu waktu. Neuron aktif ini disebut sebagai *winning neuron*.

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa *SOM* menggunakan pola *unsupervised learning* yang mana salah satu komponen utama dari pola tersebut adalah *competitive learning*. Menurut Haykin (1999), terdapat empat komponen penting dalam *SOM* yaitu:

1. *Initialization*. Menentukan bobot acak awal secara *random*.
2. *Competition*. Pada tahap ini untuk setiap pola input, neuron menghitung nilai masing-masing fungsi diskriminan yang memberi dasar untuk kompetisi. Neuron tertentu dengan nilai terkecil dari fungsi diskriminan dinyatakan sebagai pemenang (*winning neuron*).
3. *Cooperation*. *Winning neuron* menentukan lokasi spasial dari lingkungan topologi *excited neuron* untuk memberi dasar kerjasama dalam suatu lingkungan neuron.
4. *Adaption: Excited neuron* menurunkan nilai fungsi diskriminan yang berkaitan dengan pola input melalui penyesuaian bobot terkait sehingga respon dari *winning neuron* ke aplikasi berikutnya dengan pola input yang sama akan meningkat.

SOM digunakan sebagai visualisasi, alat analisis untuk data berdimensi tinggi, *clustering*, *classification*, *dimensionality reduction*, *sampling*, *vector quantization* dan *data mining*. (Bacao dan Lobo). *SOM* dianggap sebagai bentuk spasial dari analisis kelompok *K-Means*. Analoginya, setiap unit sesuai dengan sebuah *cluster* dan jumlah *cluster* ditentukan oleh ukuran grid yang biasanya diatur dalam bentuk persegi atau heksagonal. Grid ini digunakan dalam proses pemetaan. Jadi ketika objek dua dimensi sangat mirip, maka posisinya dalam pemetaan akan sangat berdekatan (Wehrens dan Buydens, 2007). Keuntungan utama dari *SOM* dibandingkan *K-Means* adalah cenderung lebih sedikit mendapatkan hasil percabangan daripada menggunakan algoritma *K-Means*, dan dapat digunakan sebagai algoritma inisialisasi yang baik untuk metode *K-Means*. Kelebihan lainnya adalah diperolehnya suatu urutan topologis yang biasanya *cluster* yang mirip disusun bersama (Lobo, 2009).

3.8.1 Tahapan dalam 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 3.4 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* $d_{(j)}$ 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 3.5 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.

$$w_{1,1}(\text{new}) = w_{1,1}(\text{old}) + \alpha [x_1 - w_{1,1}(\text{old})]$$

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

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 3.6 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

5. 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.

3.8.2 Validasi Cluster

Validasi *cluster* adalah prosedur yang mengevaluasi hasil analisis *cluster* secara kuantitatif dan objektif. Menurut Jain dan Dubes (1988), terdapat tiga pendekatan untuk mengeksplorasi validasi cluster, antara lain:

1. Validasi eksternal, mengevaluasi hasil dari metode *clustering* berdasarkan praspesifikasi struktur yang diterima dari sebuah data yang mencerminkan intuisi pengguna tentang struktur *clustering* dari data.
2. Validasi internal, mengevaluasi hasil *clustering* dalam konsep kuantitatif yang didapat dari data.
3. Validasi relatif, membandingkan sebuah struktur *clustering* dengan struktur *clustering* yang lain yang didapatkan dari metode *clustering* yang sama tetapi nilai parameternya dimodifikasi.

Validasi *cluster* yang peneliti gunakan adalah validasi internal, karena validasi ini didasarkan pada evaluasi hasil *clustering* dalam konsep kuantitatif yang mana data banjir ini juga berupa data kuantitatif. Terdapat beberapa metode atau cara pada validasi internal, diantaranya *connectivity*, nilai *silhouette*, dan indeks *Dunn*.

1. Indeks *Dunn*

Indeks *Dunn* adalah rasio jarak terkecil antara observasi pada *cluster* yang berbeda dengan jarak terbesar pada masing-masing *cluster* data. (Irwansyah dan Faisal, 2015)

Indeks *Dunn* diperoleh dari hasil pembagian antara d_{\min} dengan d_{\max}

$$Dunn = \frac{d_{\min}}{d_{\max}} \quad \dots 3.6$$

dengan,

d_{\min} = jarak terkecil antara observasi pada *cluster* yang berbeda

d_{\max} = jarak terbesar pada masing-masing *cluster* data

2. Indeks *Silhouette*

Indeks *Silhouette* dihitung sebagai derajat kepercayaan dalam proses *clustering* pada suatu pengamatan dengan *cluster* yang dikatakan terbentuk baik bila nilai indeks mendekati 1 dan kondisi sebaliknya jika nilai indeks mendekati angka -1 (Irwansyah dan Faisal, 2015).

$$S_{(i)} = \frac{b_{(i)} - a_{(i)}}{\max(a_{(i)}, b_{(i)})} \quad \dots 3.7$$

dengan,

$a_{(i)}$ = jarak rata-rata antara i dan seluruh pengamatan lainnya

$b_{(i)}$ = jarak rata-rata antara i dengan pengamatan pada *cluster* terdekat

Nilai *silhouette* dalam rentang -1 hingga 1.

3. Indeks *Connectivity*

$$Conn(C) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L X_{i,nn(i)} \quad \dots 3.8$$

dengan,

$nn_{i(j)}$ = pengamatan tetangga terdekat (*nearest neighbor*) i ke j dan L

$nn_{i(j)}$ = sebagai parameter yang menentukan jumlah tetangga yang berkontribusi pada pengukuran *connectivity*.

3.9 Menginterpretasikan Profil *Cluster*

Menurut Hair dkk (1998), interpretasi *cluster* yaitu langkah dalam analisis *cluster* dengan memeriksa setiap kelompok dari segi variasi *cluster* dalam hal memberikan nama atau menandai dengan suatu label secara tepat yang dapat menggambarkan sifat dari suatu *cluster* atau kelompok. Saat melakukan proses interpretasi, ukuran yang biasa digunakan adalah nilai *centroid cluster*.

Pemprofilan *cluster* meliputi penggambaran karakteristik dari masing-masing *cluster* untuk menjelaskan perbedaan antar *cluster*. Menginterpretasikan dan melakukan profil *cluster* meliputi pengkajian mengenai *centroids* yaitu rata-rata nilai objek yang terdapat dalam *cluster* pada setiap variabel. Nilai *centroid* memungkinkan untuk menguraikan setiap *cluster* dengan cara memberikan suatu nama atau label. (Supranto, 2004).



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Populasi dan Sampel Penelitian

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 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.

4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada bulan Januari 2019 - Maret 2019. Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini adalah seluruh wilayah provinsi di Indonesia, yaitu berjumlah 34 Provinsi.

4.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel-variabel berupa dampak kejadian tanah longsor tahun 2008-2018 yang berjumlah 13 variabel. Adapun variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 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.

No	Variabel	Definisi Operasional Peubah	Satuan	Contoh Data
2	Korban Meninggal dan Menghilang (X_2)	Jumlah korban yang meninggal dan menghilang 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.
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.

No	Variabel	Definisi Operasional Peubah	Satuan	Contoh Data
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 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.

No	Variabel	Definisi Operasional Peubah	Satuan	Contoh Data
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.

Sumber: Data Bencana Tanah Longsor Menurut Wilayah di Indonesia Tahun 2008-2018

4.4 Metode Pengumpulan Data

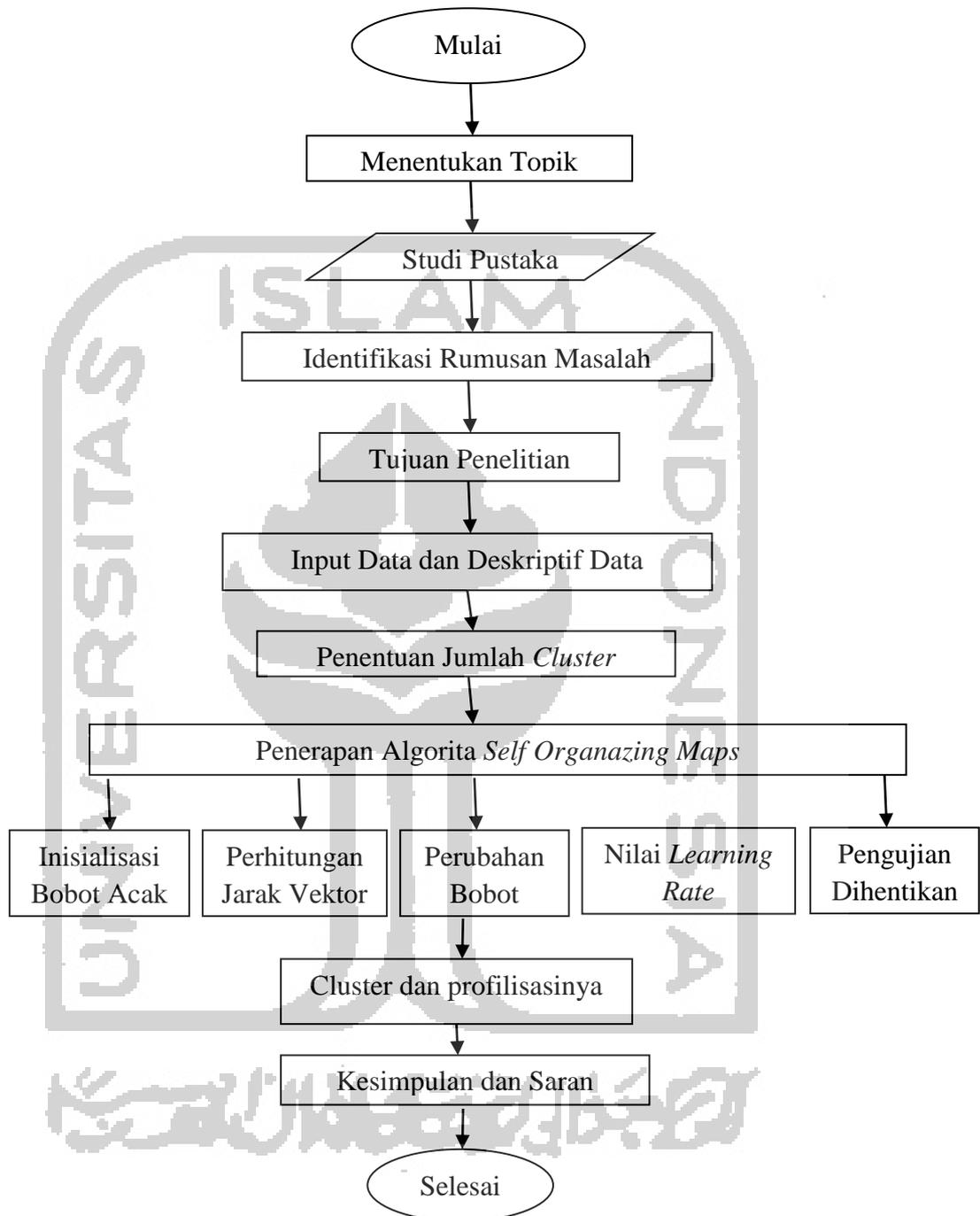
Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh atau dikumpulkan dari sumber yang telah ada. Data yang digunakan diperoleh dari publikasi pada *website* DIBI BNPB, yang diunduh pada tanggal 20 Desember 2018.

4.5 Metode Analisis Data

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*.

4.6 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan pada gambar 4.1 berikut.



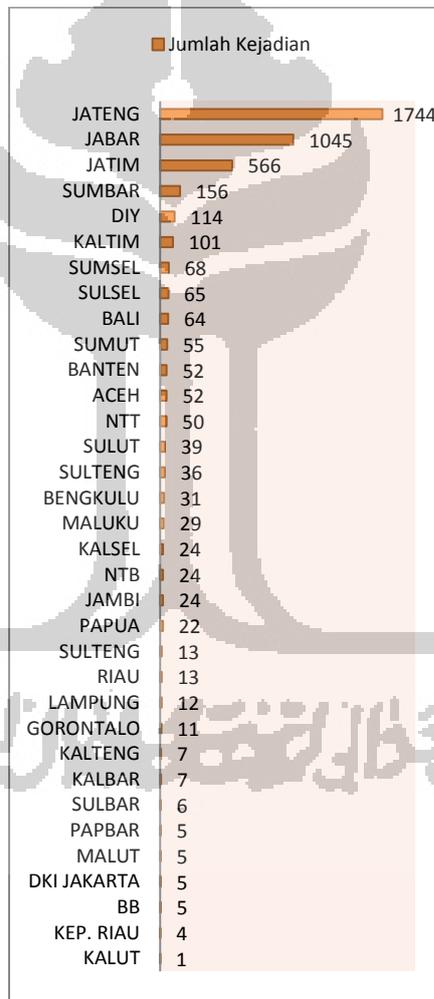
Gambar 4.1 Alur Tahapan Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

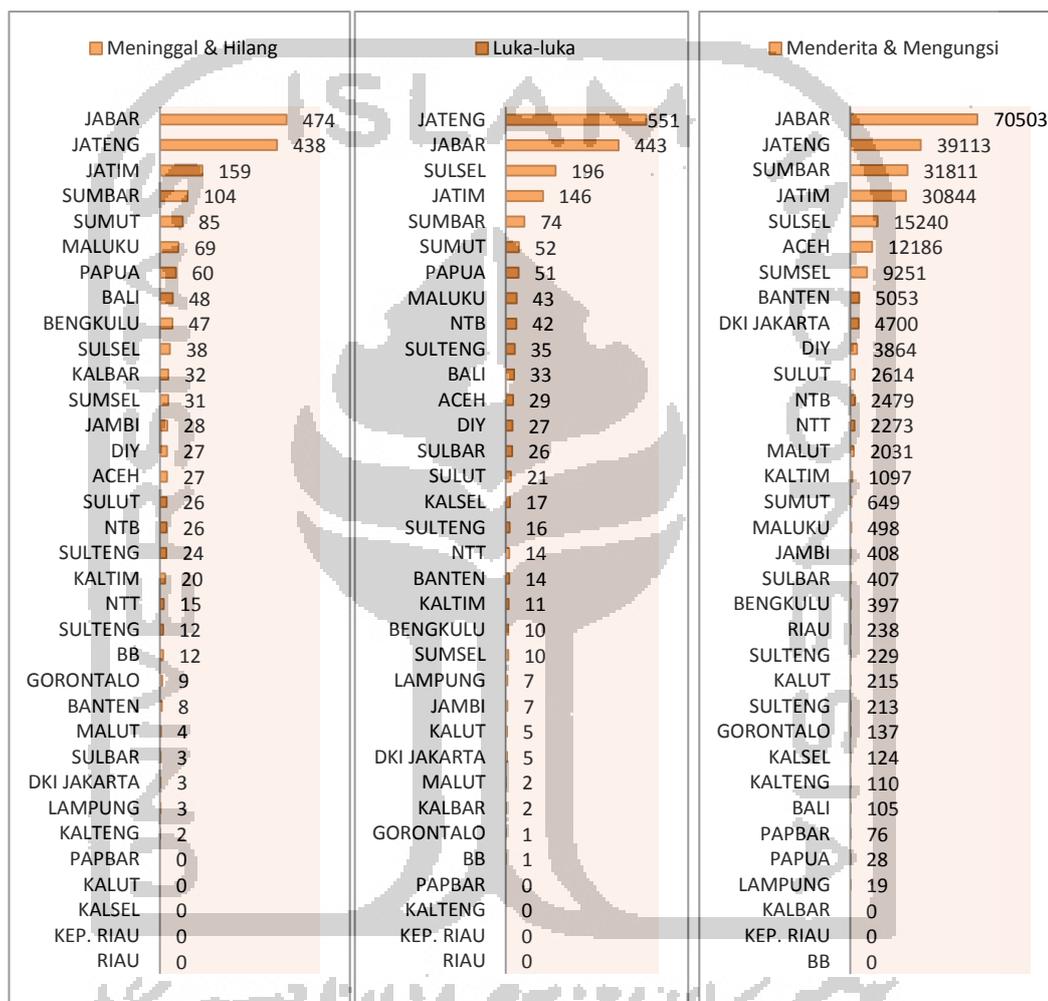
5.1 Analisis Deskriptif

Pada penelitian ini, analisis deskriptif digunakan sebagai gambaran umum dari dampak-dampak yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor di Indonesia pada tahun 2000-2018 (lihat pada Lampiran 1). Berikut ini merupakan gambaran umum dari 13 variabel dampak-dampak kerusakan bencana tanah longsor di 34 provinsi di Indonesia dalam rentang tahun 2008-2018.



Gambar 5.1 Jumlah Kejadian Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018

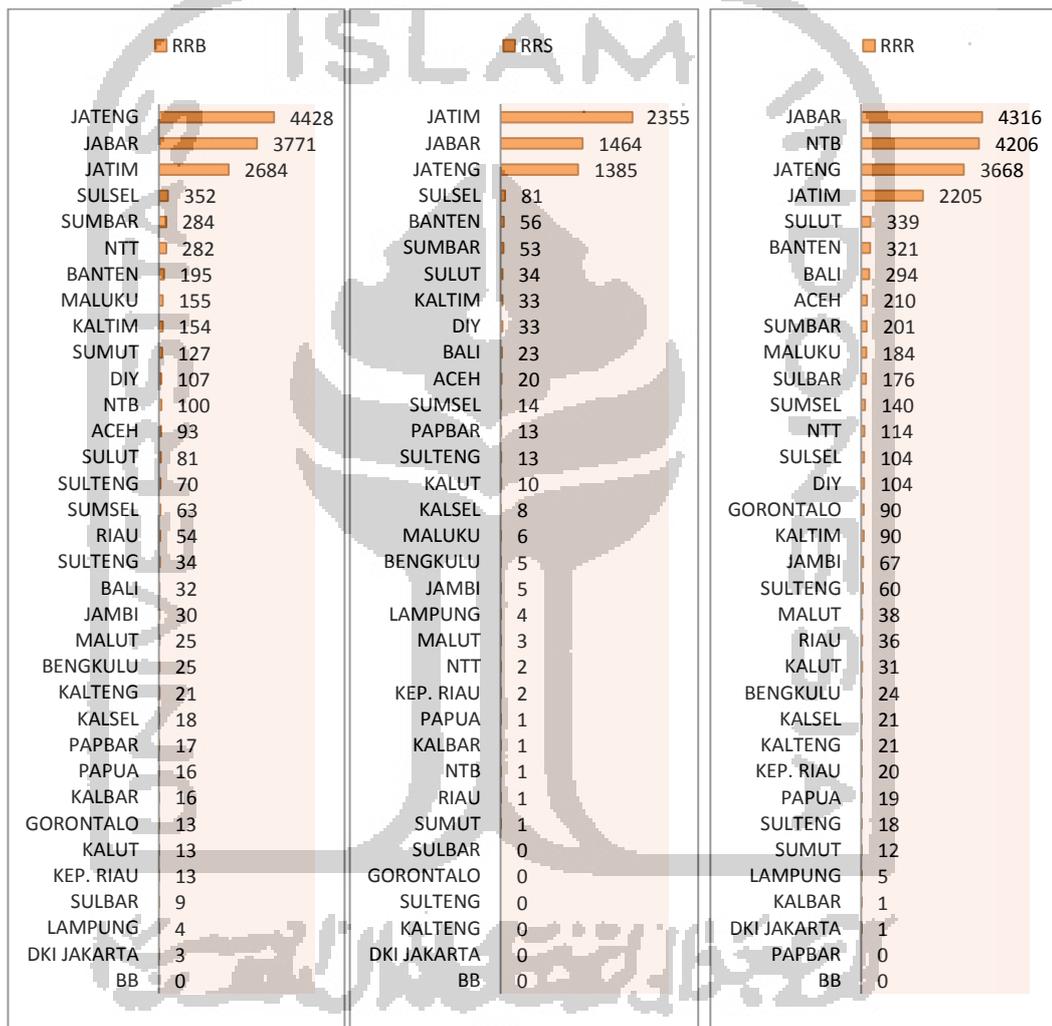
Berdasarkan gambar 5.1 terlihat bahwa jumlah kejadian longsor tercatat paling banyak terjadi yaitu di Jawa Tengah sebanyak 1.744 kejadian. Sedangkan kejadian paling sedikit tercatat terjadi di Kalimantan Utara yang mengalami bencana longsor satu kali dalam rentang tahun 2008-2018.



Gambar 5.2 Jumlah Korban Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang seringkali memakan banyak korban diantaranya ada yang meninggal dan hilang, luka-luka, maupun menderita dan mengungsi. Daerah longsor dengan korban meninggal dan hilang paling banyak ada di Jawa Barat yaitu sebanyak 474 jiwa, korban luka-luka paling banyak ada di Jawa Tengah yaitu sebanyak 551 jiwa, juga korban menderita dan mengungsi paling banyak ada di Jawa Barat yaitu sebanyak 70.503 jiwa. Sedangkan daerah longsor yang memakan korban paling sedikit diantaranya

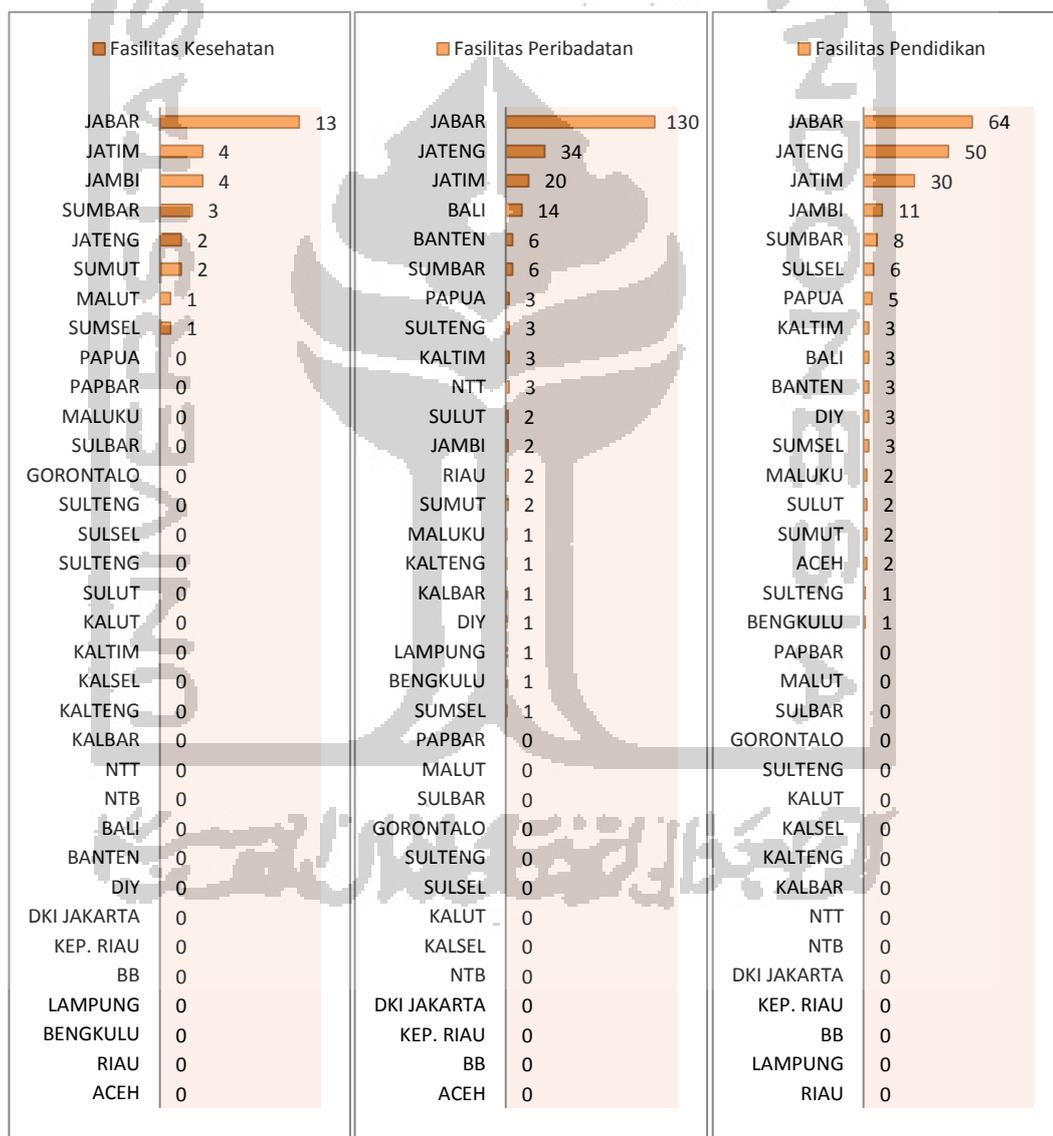
tidak ada korban meninggal dan hilang (Papua Barat, Kalimantan Utara, Kalimantan Selatan, Kepulauan Riau, dan Riau), tidak ada korban luka-luka (Papua Barat, Kalimantan Tengah, Kepulauan Riau, dan Riau), juga tidak ada korban menderita dan mengungsi (Kaliman Barat, Kepulauan Riau, dan Kepulauan Bangka Belitung).



Gambar 5.3 Jumlah Rumah Rusak Akibat Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018

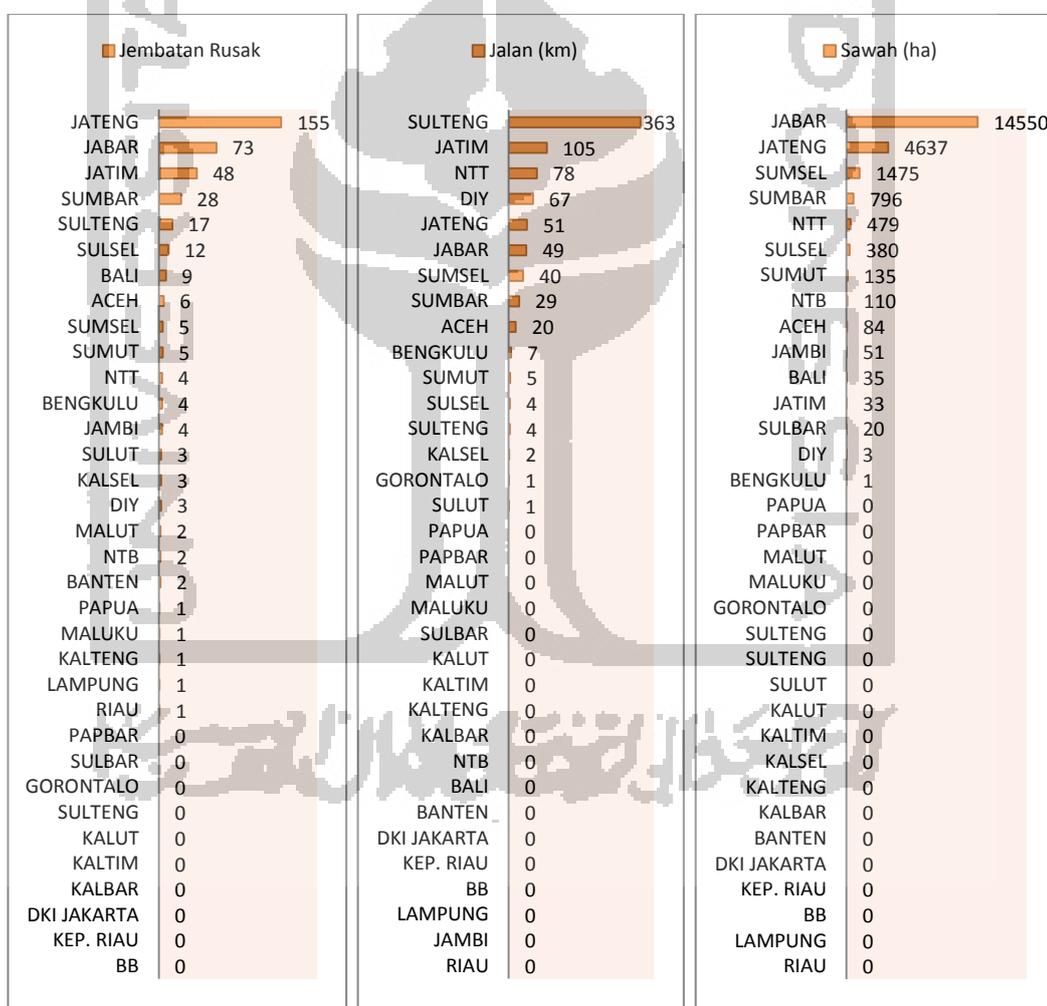
Tingkat kerusakan rumah akibat bencana tanah longsor dibedakan menjadi 3 tingkatan yaitu Rumah Rusak Berat (RRB), Rumah Rusak Sedang (RRS), dan Rumah Rusak Ringan (RRR). Definisi dari setiap tingkatan kerusakan rumah telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Oleh karena itu, dari gambar 5.3 diketahui bahwa untuk RRB paling banyak akibat bencana tanah longsor dalam waktu 10

tahun terakhir ada sebanyak 4.428 rumah di Jawa Tengah, RRS sebanyak 2.355 rumah di Jawa Timur, dan RRR sebanyak 4316 di Jawa Barat. Sedangkan bencana tanah longsor tidak mengakibatkan kerusakan rumah di Kepulauan Bangka Belitung untuk RRB, beberapa daerah untuk RRS (Sulawesi Barat, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Kalimantan Tengah, DKI Jakarta, dan Kepulauan Bangka Belitung), juga di Papua Barat dan Kepulauan Bangka Belitung untuk RRR dalam rentang tahun 2008-2018.



Gambar 5.4 Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018

Fasilitas umum sangat penting bagi masyarakat sekitar, sehingga bencana longsor yang menimbulkan kerusakan fasilitas umum dapat mengganggu kelangsungan aktifitas masyarakat. Berdasarkan gambar 5.4 terdapat 3 fasilitas umum yang terkena dampak bencana tanah longsor selama 10 tahun terakhir. Terlihat bahwa kerusakan fasilitas umum paling banyak untuk fasilitas kesehatan sebanyak 13 bangunan, untuk fasilitas peribadatan sebanyak 130 bangunan, dan untuk fasilitas pendidikan sebanyak 64 bangunan akibat bencana tanah longsor dalam Tahun 2008-2018. Kerusakan fasilitas umum paling banyak tersebut, ketiganya berada di Jawa Barat.



Gambar 5.5 Jumlah Kerusakan Jembatan, Jalan, dan Sawah Akibat Bencana Tanah Longsor Tahun 2008-2018

Terdapat fasilitas umum penting lainnya yang terkena dampak bencana tanah longsor di Indonesia yaitu kerusakan jembatan, jalan, dan sawah. Berdasarkan gambar 5.5 terlihat bahwa kerusakan paling banyak untuk jembatan ada 155 jembatan di Jawa Tengah, kerusakan jalan paling banyak sejumlah 363 km di Sulawesi Tengah, dan kerusakan sawah paling banyak seluas 14.550 Ha di Jawa Barat.

5.2 Penentuan Jumlah *Cluster*

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:

```

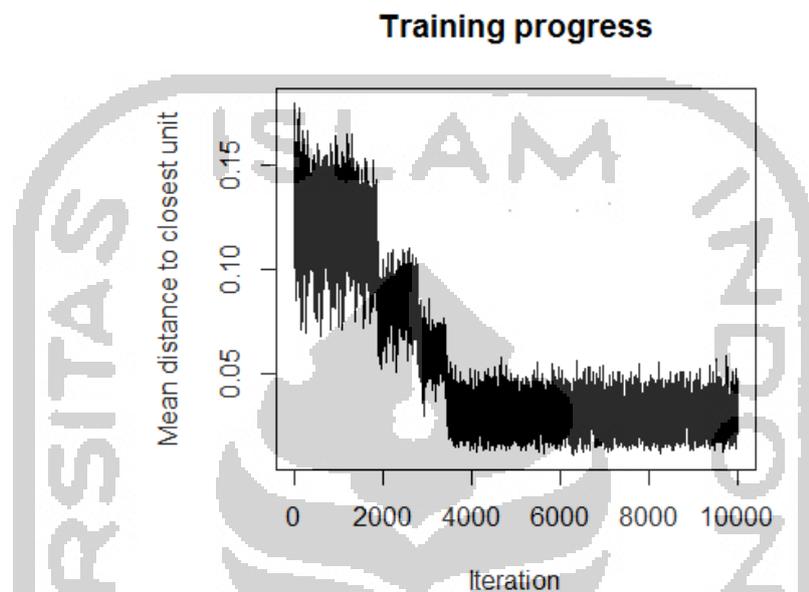
	Score	Method	Clusters
Connectivity	17.3091	som	4
Dunn	0.3269	som	8
Silhouette	0.5617	som	4

Gambar 5.6 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.

5.3 Pengelompokkan (*Clustering*) dengan Kohonen *Self Organizing Maps*

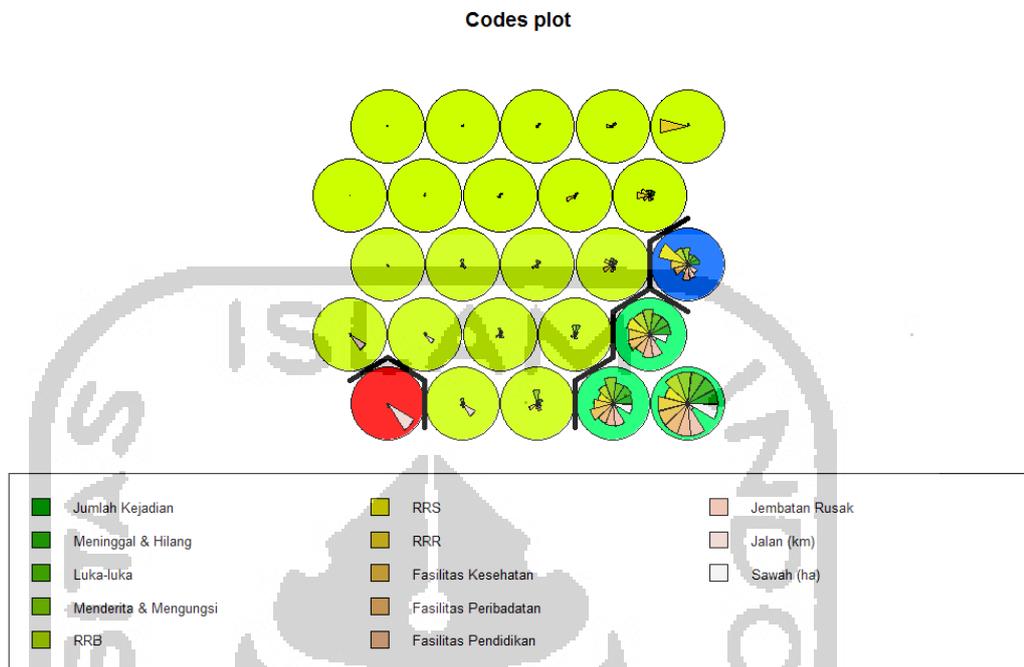
Jaringan *SOM* membutuhkan suatu *training progress* untuk meminimalisir rata-rata jarak suatu objek ke unit terdekat (Wehrens dan Buydens, 2007).



Gambar 5.7 *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.



Gambar 5.8 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 5.1 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.

5.4 Profilisasi *Cluster*

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 5.3 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

Dari tabel 5.2 dapat diketahui profilisasi atau karakteristik yang menonjol pada setiap kelompok. *Cluster* 1 beranggotakan Provinsi Sulawesi Tenggara merupakan wilayah yang mempunyai dampak bencana tanah longsor paling menonjol pada kerusakan jalan, yaitu dengan nilai rata-ran kerusakan paling tinggi 363 km. Sedangkan pada *cluster* 2 tidak menunjukkan satu pun karakteristik atau dampak bencana tanah longsor yang signifikan. Dapat dikatakan bahwa pada kelompok 2 ini, bencana tanah longsor menimbulkan dampak yang sama rata antar anggota dalam satu *cluster* dan relatif rendah dibandingkan dengan *cluster* lain. *Cluster* 3 beranggotakan Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah menunjukkan kerusakan paling besar dibandingkan *cluster* lain. Hampir semua variabel dampak bencana tanah longsor menimbulkan rata-ran kerusakan dampak yang paling parah pada *cluster* ini, seperti 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. Pada kelompok 4 yang beranggotakan Provinsi Jawa Timur, menunjukkan bahwa dampak bencana tanah longsor menimbulkan kerusakan yang menonjol pada rumah rusak sedang (RRS) yaitu dengan rata-ran kerusakan sebanyak 2.355 unit rumah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 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).

6.2 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.

1. *Cluster* 1 yaitu Sulawesi Tenggara mengalami kerusakan jalan paling tinggi, sehingga BNPB perlu mengidentifikasi kondisi jalan di wilayah terkena bencana longsor tersebut.
2. *Cluster* 2 yang beranggotakan 30 provinsi lainnya mengalami kerusakan yang relatif lebih rendah dibandingkan cluster lainnya. Akan tetapi ada baiknya apabila pada daerah ini tetap diberikan pengetahuan dan bantuan yang tepat. Sehingga diharapkan tidak akan terjadinya kerusakan yang sama seperti wilayah lainnya.
3. *Cluster* 3 yaitu Jawa Barat dan Jawa Tengah mengalami kerusakan yang sangat parah. Perlu dilakukan identifikasi wilayah yang lebih spesifik mengenai penyebab tingginya dampak longsor pada kedua provinsi ini. Memberikan pengetahuan tentang kebencanaan, mitigasi yg tepat serta bantuan yang diperlukan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan.
4. *Cluster* 4 yaitu Jawa Timur mengalami kerusakan paling parah pada rumah rusak sedang. Hal ini dapat dilakukan upaya untuk mengurangi dampak longsor tersebut dengan cara memberikan pengetahuan tentang struktur pembangunan rumah yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M. F. 2017. *Penerapan algoritma Self Organizing Maps Dalam Memetakan Daerah Rawan Bencana Alam Tanah Longsor di Indonesia*. Skripsi Program Sarjana Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arif, F. N. 2015. “*Analisis Kerawanan Tanah Longsor Untuk Menentukan Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Kemiri Kabupaten Purworejo*”. Skripsi Program Sarjana Geografi, Universitas Negeri Semarang.
- Bacao dan Lobo. 2014. *Introduction to Kohonen’s Self Organizing Maps*.
- Bullinaria. 2004. *Self Organizing Maps: Fundamental*.
- DIBI BNPB. *Data Bencana*. <http://bnpb.cloud/dibi/tabel2a>. Diakses pada tanggal 20 Desember 2018.
- Guthikonda. 2005. *Kohonen Self Organizing Maps*. Diunduh tanggal 20 April 2019
- Han dan Kamber. 2012. *Data Mining Concepts and Techniques*. USA: Morgan Kaufmann Publisher.
- Hardiyatmo, H. C. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi*. Gajah Mada University Press.
- Haykin, S. 1999. *Neural Network-A Comprehensive Foundation*. Singapore: Pearson Education.
- Karnawati, D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Masa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*, Jurusan T.Geologi FT.UGM, Yogyakarta.
- Larose, D.T. 2005. *Discovering Knowledge in Data*. USA: A John Wiley & Sons, Inc Publication.
- Lobo, V. 2009. *Application of Self Organizing Maps to the Maritime Environment*. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Majid, K. A. 2008. *Tanah Longsor dan Antisipasinya*. Semarang. Aneka Ilmu.
- Nandi. 2007. *Longsor*. Jurusan Pendidikan Geografi. Bandung. FPIPS-UPI.
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana. BNPB.

- 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.

Lampiran 1. Data Dampak Bencana Tanah Longsor di Indonesia Tahun 2008-2018

Wilayah	Jumlah Kejadian	Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & Mengungsi
Aceh	52	27	29	12186
Sumatera Utara	55	85	52	649
Sumatera Barat	156	104	74	31811
Riau	13	0	0	238
Jambi	24	28	7	408
Sumatera Selatan	68	31	10	9251
Bengkulu	31	47	10	397
Lampung	12	3	7	19
Kep. Bangka Belitung	5	12	1	0
Kepulauan Riau	4	0	0	0
DKI Jakarta	5	3	5	4700
Jawa Barat	1045	474	443	70503
Jawa Tengah	1744	438	551	39113
DI Yogyakarta	114	27	27	3864
Jawa Timur	566	159	146	30844
Banten	52	8	14	5053
Bali	64	48	33	105
Nusa Tenggara Barat	24	26	42	2479
Nusa Tenggara Timur	50	15	14	2273
Kalimantan Barat	7	32	2	0
Kalimantan Tengah	7	2	0	110
Kalimantan Selatan	24	0	17	124
Kalimantan Timur	101	20	11	1097
Kalimantan Utara	1	0	5	215
Sulawesi Utara	39	26	21	2614
Sulawesi Tengah	13	24	35	229
Sulawesi Selatan	65	38	196	15240
Sulawesi Tenggara	36	12	16	213
Gorontalo	11	9	1	137
Sulawesi Barat	6	3	26	407
Maluku	29	69	43	498
Maluku Utara	5	4	2	2031
Papua Barat	5	0	0	76
Papua	22	60	51	28

Wilayah	RRB	RRS	RRR	Fasilitas Kesehatan	Fasilitas Peribadatan	Fasilitas Pendidikan
Aceh	93	20	210	0	0	2
Sumatera Utara	127	1	12	2	2	2
Sumatera Barat	284	53	201	3	6	8
Riau	54	1	36	0	2	0
Jambi	30	5	67	4	2	11
Sumatera Selatan	63	14	140	1	1	3
Bengkulu	25	5	24	0	1	1
Lampung	4	4	5	0	1	0
Kep. Bangka Belitung	0	0	0	0	0	0
Kepulauan Riau	13	2	20	0	0	0
DKI Jakarta	3	0	1	0	0	0
Jawa Barat	3771	1464	4316	13	130	64
Jawa Tengah	4428	1385	3668	2	34	50
DI Yogyakarta	107	33	104	0	1	3
Jawa Timur	2684	2355	2205	4	20	30
Banten	195	56	321	0	6	3
Bali	32	23	294	0	14	3
Nusa Tenggara Barat	100	1	4206	0	0	0
Nusa Tenggara Timur	282	2	114	0	3	0
Kalimantan Barat	16	1	1	0	1	0
Kalimantan Tengah	21	0	21	0	1	0
Kalimantan Selatan	18	8	21	0	0	0
Kalimantan Timur	154	33	90	0	3	3
Kalimantan Utara	13	10	31	0	0	0
Sulawesi Utara	81	34	339	0	2	2
Sulawesi Tengah	34	0	18	0	3	0
Sulawesi Selatan	352	81	104	0	0	6
Sulawesi Tenggara	70	13	60	0	0	1
Gorontalo	13	0	90	0	0	0
Sulawesi Barat	9	0	176	0	0	0
Maluku	155	6	184	0	1	2
Maluku Utara	25	3	38	1	0	0
Papua Barat	17	13	0	0	0	0
Papua	16	1	19	0	3	5

Wilayah	Jembatan Rusak	Jalan (KM)	Sawah (Ha)
Aceh	6	20	84
Sumatera Utara	5	5	135
Sumatera Barat	28	29	796
Riau	1	0	0
Jambi	4	0	51
Sumatera Selatan	5	40	1475
Bengkulu	4	7	1
Lampung	1	0	0
Kep. Bangka Belitung	0	0	0
Kepulauan Riau	0	0	0
DKI Jakarta	0	0	0
Jawa Barat	73	49	14550
Jawa Tengah	155	51	4637
DI Yogyakarta	3	67	3
Jawa Timur	48	105	33
Banten	2	0	0
Bali	9	0	35
Nusa Tenggara Barat	2	0	110
Nusa Tenggara Timur	4	78	479
Kalimantan Barat	0	0	0
Kalimantan Tengah	1	0	0
Kalimantan Selatan	3	2	0
Kalimantan Timur	0	0	0
Kalimantan Utara	0	0	0
Sulawesi Utara	3	1	0
Sulawesi Tengah	0	4	0
Sulawesi Selatan	12	4	380
Sulawesi Tenggara	17	363	0
Gorontalo	0	1	0
Sulawesi Barat	0	0	20
Maluku	1	0	0
Maluku Utara	2	0	0
Papua Barat	0	0	0
Papua	1	0	0

Lampiran 2. *Syntax Kohonen Self Organizing Maps Program R*

```
#mengaktifkan package kohonen
library(kohonen)

#input data
datalongsor
longsor <- datalongsor[,-1]
View(longsor)

#scaling data
longsor
scale(longsor)
dim(longsor)
str(longsor)

#algoritma SOM
grid <- somgrid(xdim=5, ydim=5, topo="hexagonal")
som.longsor <- som(scale(longsor), grid=somgrid(xdim=5, ydim=5,
topo="hexagonal"))
str(som.longsor)
plot(som.longsor, type="mapping")
som.longsor$grid$pts
som.longsor$unit.classif
plot(som.longsor)
som.longsor$codes[[1]]
dist(som.longsor$codes[[1]])

#hclust to 4 cluster
hclust(dist(som.longsor$codes[[1]]))
peta<-cutree(hclust(dist(som.longsor$codes[[1]])),4)

#menampilkan plot
plot(peta)
plot(som.longsor,type="codes",bgcol=rainbow(5)[peta])
add.cluster.boundaries(som.longsor,peta)
kelompok <- data.frame(id=datalongsor$Wilayah,
cluster=peta[som.longsor$unit.classif])
kelompok
View(kelompok)
```

Lampiran 3. Nilai Rataan untuk Profilisasi *Cluster*

CLUSTER 1

Wilayah	Jumlah	Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & Mengungsi	RRB	RRS	RRR	Fas. Kesehatan	Fas. Peribadatan	Fas. Pendidikan	Jembatan	Jalan (km)	Sawah (ha)
Sulawesi Tenggara	36	12	16	213	70	13	60	0	0	1	17	363	0
Rata-rata	36	12	16	213	70	13	60	0	0	1	17	363	0

CLUSTER 2

Wilayah	Jumlah	Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & Mengungsi	RRB	RRS	RRR	Fas. Kesehatan	Fas. Peribadatan	Fas. Pendidikan	Jembatan	Jalan (km)	Sawah (ha)
Aceh	52	27	29	12186	93	20	210	0	0	2	6	20	84
Sumatera Utara	55	85	52	649	127	1	12	2	2	2	5	5	135
Sumatera Barat	156	104	74	31811	284	53	201	3	6	8	28	29	796
Riau	13	0	0	238	54	1	36	0	2	0	1	0	0
Jambi	24	28	7	408	30	5	67	4	2	11	4	0	51
Sumatera Selatan	68	31	10	9251	63	14	140	1	1	3	5	40	1475
Bengkulu	31	47	10	397	25	5	24	0	1	1	4	7	1
Lampung	12	3	7	19	4	4	5	0	1	0	1	0	0
Bangka Belitung	5	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kepulauan Riau	4	0	0	0	13	2	20	0	0	0	0	0	0
DKI Jakarta	5	3	5	4700	3	0	1	0	0	0	0	0	0
DI Yogyakarta	114	27	27	3864	107	33	104	0	1	3	3	67	3
Banten	52	8	14	5053	195	56	321	0	6	3	2	0	0
Bali	64	48	33	105	32	23	294	0	14	3	9	0	35
NTB	24	26	42	2479	100	1	4206	0	0	0	2	0	110
NTT	50	15	14	2273	282	2	114	0	3	0	4	78	479
Kalimantan Barat	7	32	2	0	16	1	1	0	1	0	0	0	0
Kalimantan Tengah	7	2	0	110	21	0	21	0	1	0	1	0	0
Kalimantan Selatan	24	0	17	124	18	8	21	0	0	0	3	2	0

Kalimantan Timur	101	20	11	1097	154	33	90	0	3	3	0	0	0
Kalimantan Utara	1	0	5	215	13	10	31	0	0	0	0	0	0
Sulawesi Utara	39	26	21	2614	81	34	339	0	2	2	3	1	0
Sulawesi Tengah	13	24	35	229	34	0	18	0	3	0	0	4	0
Sulawesi Selatan	65	38	196	15240	352	81	104	0	0	6	12	4	380
Gorontalo	11	9	1	137	13	0	90	0	0	0	0	1	0
Sulawesi Barat	6	3	26	407	9	0	176	0	0	0	0	0	20
Maluku	29	69	43	498	155	6	184	0	1	2	1	0	0
Maluku Utara	5	4	2	2031	25	3	38	1	0	0	2	0	0
Papua Barat	5	0	0	76	17	13	0	0	0	0	0	0	0
Papua	22	60	51	28	16	1	19	0	3	5	1	0	0
Rata-rata	35	25	25	3208	78	14	230	0	2	2	3	9	119

CLUSTER 3

Wilayah	Jumlah	Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & Mengungsi	RRB	RRS	RRR	Fasilitas Kesehatan	Fasilitas Peribadatan	Fasilitas Pendidikan	Jembatan Rusak	Jalan (km)	Sawah (ha)
Jawa Barat	1045	474	443	70503	3771	1464	4316	13	130	64	73	49	14550
Jawa Tengah	1744	438	551	39113	4428	1385	3668	2	34	50	155	51	4637
Rata-rata	1395	456	497	54808	4100	1425	3992	8	82	57	114	50	9594

CLUSTER 4

Wilayah	Jumlah	Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & Mengungsi	RRB	RRS	RRR	Fasilitas Kesehatan	Fasilitas Peribadatan	Fasilitas Pendidikan	Jembatan Rusak	Jalan (km)	Sawah (ha)
Jawa Timur	566	159	146	30844	2684	2355	2205	4	20	30	48	105	33
Rata-rata	566	159	146	30844	2684	2355	2205	4	20	30	48	105	33