

Pengembangan Peta Rencana Kontijensi Bencana Gunung Api Studi Kasus: Gunung Api Lokon

M. ABDUL BASYID

Jurusan Teknik Geodesi – FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: basyid@gmail.com

ABSTRAK

Indeks Risiko Bencana Alam (Natural Disaster Risk Index/NORI) meletakkan Indonesia pada tingkat ekstrem. Indeks ini diukur dengan menganalisis dampak bencana terhadap manusia, jumlah kematian per bencana dan per sejuta populasi, serta frekuensi bencana selama 30 tahun terakhir. Salah satu dari bencana yang ada di Indonesia adalah bencana gunungapi. Saat ini terdapat 129 gunung berapi yang masih aktif dan 500 tidak aktif di Indonesia. Untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya bencana letusan gunungapi dan untuk meningkatkan kesiapsiagaan daerah, perlu dilakukan penyusunan rencana kontijensi di tingkat provinsi maupun kabupaten/kota sesuai dengan ancaman yang dihadapi. Rencana kontijensi merupakan suatu rencana yang dibuat pada tahapan prabencana dan dilakukan pada kondisi normal atau potensi terjadinya suatu bencana. Untuk membuat rencana kontijensi yang baik, diperlukan beragam peta sebagai alat visualisasi spasial dalam pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan peta rencana kontijensi bencana gunungapi dengan studi kasus Gunung Lokon yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara. Data yang digunakan terdiri atas citra Landsat, peta rupabumi Indonesia (RBI), peta Kawasan Rawan Bencana (KRB), dan data-data nonspasial yang meliputi data kepadatan penduduk serta data sosial ekonomi. Penelitian ini telah menghasilkan peta rencana kontijensi bencana gunungapi untuk Gunung Lokon, yang terdiri atas peta kerentanan fisik dan ekonomi, peta kerentanan sosial, peta kawasan rawan bencana, dan peta kawasan risiko bencana.

Kata Kunci: *Bencana gunungapi, Gunung Lokon, rencana kontijensi, peta rencana kontijensi.*

ABSTRACT

Natural Disaster Risk Index (NORI) puts Indonesia in the extreme level. This index is measured by analyzing the impact of disasters on humans, the number of deaths per disaster and per-million population, and the frequency of disasters over the last 30 years. One of disasters in Indonesia is volcanic disaster. Currently there are 129 active and 500 inactive volcanoes in Indonesia. To anticipate the possibility of a volcanic eruption and to enhance regional preparedness, contingency planning needs to be done at the provincial and district level, according to the threats faced by them. Contingency plan is a plan that made in predisaster stage and performed in normal conditions or the possible occurrence of a disaster. To make a good contingency plan, several maps are required as spatial visualization tools in decision making process. This study aim to develop contingency plan maps of volcanoes disaster with Mount Lokon as a case study. Mount Lokon is one of the active volcanoes located in North Sulawesi Province. The data used in the study consists of spatial and nonspatial data. The spatial data includes Landsat image data, topographic map, and disaster risk area map, while the nonspatial data includes population density and socio-economic data.

Keywords: *Volcanic disaster, Mount Lokon, contingency plan, Contingency plan map.*

1. PENDAHULUAN

Indeks Risiko Bencana Alam (NORI) meletakkan Indonesia pada tingkat risiko ekstrem. Indeks ini diukur dengan menganalisis dampak bencana terhadap manusia, jumlah kematian per bencana dan per sejuta populasi, serta frekuensi bencana selama 30 tahun terakhir. Salah satu dari bencana yang ada di Indonesia adalah bencana gunungapi. Saat ini terdapat 129 gunung berapi yang masih aktif dan 500 tidak aktif di Indonesia. Gunung berapi aktif yang ada di Indonesia merupakan 13 persen dari seluruh gunung berapi aktif di dunia, di mana 70 gunung di antaranya merupakan gunung berapi aktif yang rawan meletus dan 15 gunung berapi kritis. Bahaya letusan langsung berupa muntahan dan jatuhnya material-material atau gas beracun. Dalam musim penghujan gunung berapi dapat menimbulkan bahaya tidak langsung berupa aliran lahar atau perpindahan material vulkanik yang membahayakan.

Dalam upaya mengantisipasi terjadinya kemungkinan ancaman letusan gunung dimaksud dan dalam rangka peningkatan kesiapsiagaan daerah, maka perlu dilakukan penyusunan rencana kontijensi (*Contingency Planning*) di tingkat provinsi maupun kabupaten/kota sesuai dengan ancaman yang dihadapi. Penyusunan rencana kontijensi merupakan salah satu rencana yang dibuat pada tahapan prabencana dan dilakukan pada kondisi normal atau potensi terjadinya suatu bencana. Rencana kontijensi dibuat untuk memastikan apakah pemerintah daerah maupun masyarakat siap dalam menghadapi potensi terjadinya suatu kondisi darurat (bencana). Apabila bencana terjadi, maka Rencana Kontijensi dapat dijadikan Rencana Operasi Tanggap Darurat (*Emergency Operation Plan*) setelah terlebih dahulu melalui kaji cepat (*rapid assessment*) [1].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan peta-peta untuk keperluan rencana kontijensi bencana gunung berapi. Sebagai studi kasus adalah Gunung Lokon yang terletak di Kota Tomohon Provinsi Sulawesi Utara. Mengingat pentingnya aspek spasial dalam suatu rencana kontijensi, maka untuk pengembangan peta tersebut perlu dikaji terlebih dahulu peta apa saja yang diperlukan dalam proses melakukan pengambilan keputusan berbasis spasial.

2. METODOLOGI

2.1 Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data spasial dan nonspasial. Data yang digunakan dalam pengembangan peta rencana kontijensi bencana gunung berapi ini terdiri atas data spasial dan data nonspasial. Data spasial terdiri atas:

- peta RBI,
- citra satelit Landsat,
- peta tematik, dan
- peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Lokon.

Adapun data nonspasial meliputi data kepadatan penduduk serta data sosial ekonomi.

Peralatan yang digunakan meliputi perangkat keras komputer dan perangkat lunak pengolah citra dan sistem informasi geografis (SIG).

2.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian digambarkan secara skematis pada Gambar 1 di bawah ini. Berikut penjelasan lebih detail dari tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan.

2.2.1 Persiapan

Kegiatan persiapan penelitian di antaranya adalah:

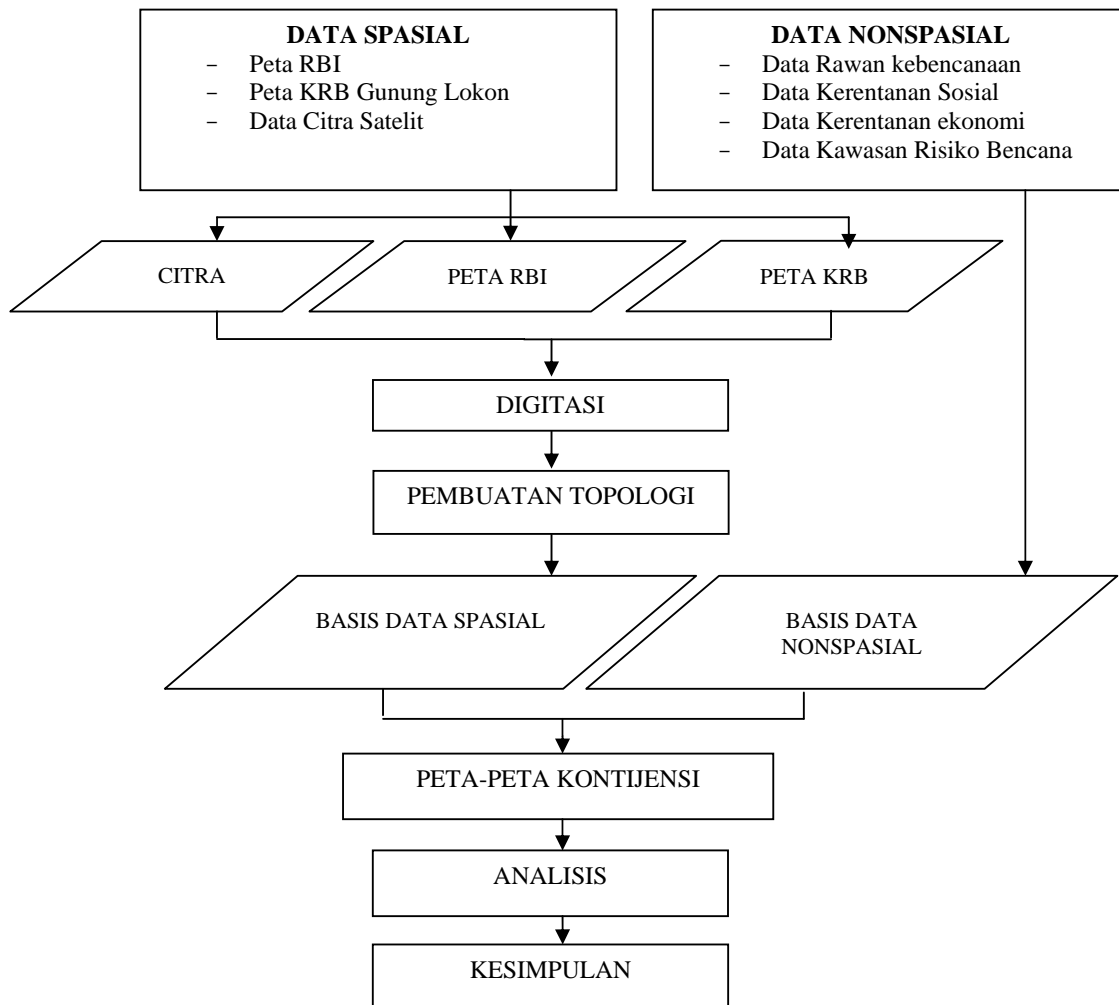
- 1) Identifikasi wilayah penelitian.

Studi kasus penelitian ini adalah wilayah Gunung Lokon di Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara.

2) *User Need Analysis*

Sebagaimana tertera pada tujuan penelitian, pembuatan peta rencana kontijensi bencana gunung berapi Lokon ini dibuat untuk dapat memberikan informasi mengenai bencana Gunung Lokon agar tindakan tanggap darurat yang cepat, tepat, dan akurat dalam rangka pengambilan keputusan jika terjadi bencana. Untuk itu peta rencana kontijensi ini dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan oleh berbagai keperluan yang terkait. Guna mencapai hal tersebut, maka harus dilakukan analisis kebutuhan pengguna (*user need analysis*). Dari hasil analisis ini kemudian dapat disimpulkan ke dalam data dan jenis-jenis informasi apa saja yang nantinya akan ditampilkan dalam Peta Rencana Kontijensi ini. Dari kesimpulan ini dapat dianalisis juga kebutuhan data untuk pembangunan Pembuatan Peta Rencana Kontijensi Bencana Gunung Berapi Lokon.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data sekunder, artinya data-data tersebut bukan didapat dari pengamatan atau survei secara langsung akan tetapi didapat dari instansi-instansi yang berkaitan. Dalam tahapan ini data yang digunakan dibagi menjadi dua, yaitu: data spasial dan data atribut [2].



Gambar 1. Diagram Tahapan Pelaksanaan Penelitian

2.2.2 Pengolahan Citra Satelit

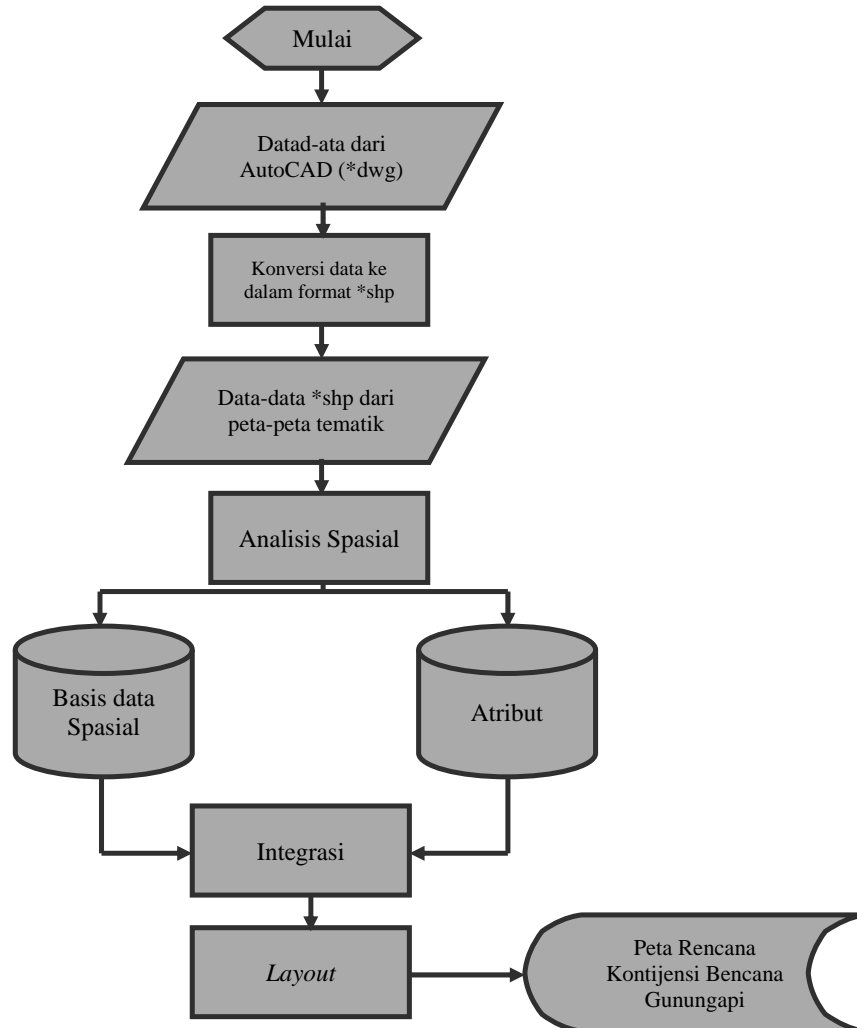
Pengolahan citra satelit dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ENVI 4.2. Tahapan pengolahan citra yang dimaksud dalam penelitian ini adalah proses rektifikasi dan pembuatan peta tutupan lahan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan citra ini adalah:

- 1) Penentuan titik kontrol tanah; dalam hal ini titik kontrol tanah menggunakan titik-titik koordinat yang terdapat pada peta RBI.
- 2) Rektifikasi citra satelit dengan metode polinomial dan proses resampling dengan menggunakan metode *nearest neighborhood*.
- 3) Klasifikasi citra ke dalam 8 kelas tutupan lahan (tubuh air, pemukiman, semak belukar, hutan, perkebunan, sawah, tegalan, rawa) [1].

2.2.3 Pembuatan Basis Data Spasial dan Nonspasial

Penyusunan basis data spasial dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10. Gambar 2 di bawah ini memperlihatkan tahapan pelaksanaan pembuatan basis data hingga *layout* peta-peta rencana kontijensi gunung berapi.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Basisi Data Spasial

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan basis data spasial adalah:

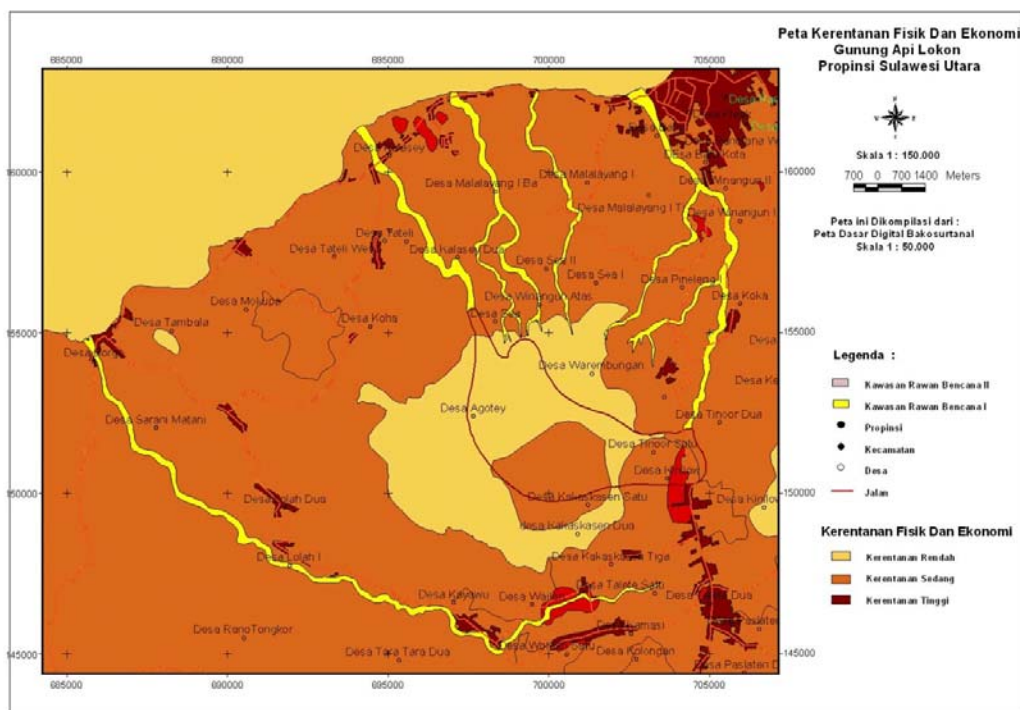
- 1) Melakukan konversi data-data dari AutoCAD (*.dwg) ke dalam bentuk *shapefile* (*.shp).
- 2) Melakukan analisis spasial menggunakan metode *overlay*, *intersect*, dan *buffering* terhadap data-data *shapefile* dengan keperluan analisis.
- 3) Menghitung luasan dari masing-masing kawasan hasil analisis spasial untuk dimunculkan dalam atributnya.

Setelah itu dilakukan penyusunan basis data nonspasial (data atribut), analisis spasial, dan pembuatan *layout* peta-peta luaran pada skala 1:150.000 dan 1:100.000.

3. HASIL

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah peta rencana kontijensi bencana Gunung Lokon, dimana dengan adanya peta rencana ini diharapkan dapat membantu para pengambil kebijakan terutama pemerintah untuk memperhitungkan akibat dari bencana gunungapi itu sendiri. Peta rencana ini kontijensi ini diperoleh dari hasil analisis spasial, yang memberikan informasi tentang kerentanan fisik dan ekonomi, kerentanan sosial, kawasan rawan bencana, dan kawasan risiko bencana dari Gunung Lokon. Peta rencana kontijensi bencana gunungapi ini dihasilkan dari hasil analisis spasial, yang terdiri atas peta kerentanan fisik dan ekonomi, peta kerentanan sosial, peta kawasan rawan bencana, dan peta kawasan risiko bencana.

- 1) Peta Kerentanan Fisik dan Ekonomi



Gambar 3. Peta Kerentanan Fisik dan Ekonomi Gunung Lokon

Kerentanan fisik-ekonomi adalah unsur buatan dan kegiatan manusia yang dapat terpengaruh atau berubah sebagai akibat dari aktivitas letusan Gunung Lokon. Kawasan dengan penduduk yang memiliki kepadatan tinggi dan rendah mempunyai karakteristik yang berbeda, dengan demikian kerentanannya juga akan berbeda tergantung pada variabel dan parameternya. Di dalam menentukan

tingkat kerentanan fisik-ekonomi digunakan variabel penggunaan lahan kawasan eksisting dan variabel nilai ekonomi dengan pengertian akan didapat suatu tingkatan atas penggunaan lahan eksisting atas dasar nilai uang dimana semakin produktif fungsi suatu lahan maka semakin tinggi nilai ekonominya. Tipologi kerentanan fisik-ekonomi kawasan Gunung Lokon terdiri dari 3 tingkatan yaitu permukiman dan sawah memiliki tingkat kerentanan tinggi, sedangkan perkebunan, tegalan tergolong kerentanan sedang serta semak belukar, hutan, dan rawa tergolong kerentanan rendah.

Tabel 1. Kerentanan Fisik-Ekonomi Kawasan Gunung Lokon

No.	Penggunaan Lahan	Kerentanan		
		Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
1	Tubuh Air	√		
2	Permukiman			√
3	Semak Belukar	√		
4	Hutan	√		
5	Perkebunan		√	
6	Sawah			√
7	Tegalan		√	
8	Rawa	√		

2) Peta Kerentanan Sosial




Kerentanan sosial adalah kehidupan manusia yang dapat terpengaruh atau berubah sebagai akibat dari peristiwa aktivitas Gunung Lokon. Di dalam menentukan tingkat kerentanan digunakan variabel kepadatan penduduk per desa dalam kawasan Gunung Lokon dengan tingkatan sebagai berikut (Tabel 2).

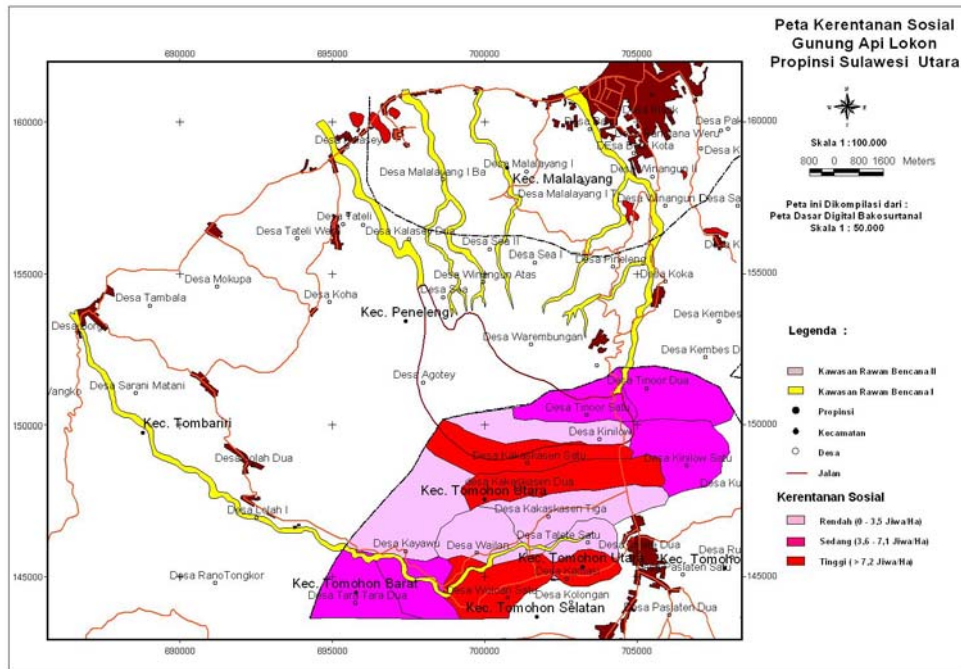
Tabel 2. Tingkat Kepadatan Penduduk di Sekitar Kawasan Rawan Bencana

No	Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Luas Wilayah (Ha)	Kepadatan (Jiwa/Ha)
1	KINILOW	2.053	600	3,42
2	KINILOW 1	2.754	450	6,12
3	KAKASKASEN 1	3.223	360	8,95
4	KAKASKASEN 2	3.976	378	10,52
5	KAKASKASEN 3	3.483	800	4,35
6	TINOOR 1	1.605	625	2,57
7	TINOOR 2	1.720	500	3,44
8	WAILAN	3.083	450	6,85
9	KAYAWU	2.524	613	4,12
10	TARATARA 1	3.565	1.250	2,85
11	TARATARA 2	3.045	1.204	2,53
13	TALETE 2	3.163	127	24,847
JUMLAH		34.194	7.357,3	4,65

*Sumber : BPBD Kota Tomohon, 2011

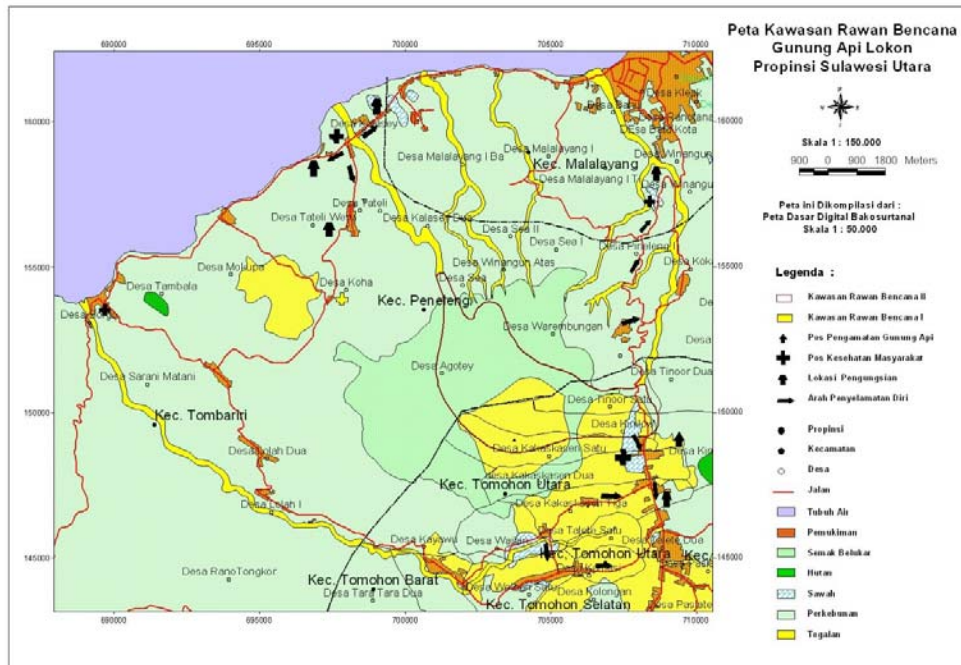
Keterangan Tabel 2:

-  = Kepadatan Tinggi dengan tingkat kepadatan > 14,9 Jiwa/Ha (risiko tinggi)
-  = Kepadatan Sedang dengan tingkat kepadatan 7,4-14,8 Jiwa/Ha (risiko sedang)
-  = Kepadatan Rendah dengan tingkat kepadatan 0-7,4 Jiwa/Ha (risiko rendah)



Gambar 4. Peta Kerentanan Sosial Gunung Lokon

3) Peta Kawasan Rawan Bencana



Gambar 5. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Lokon

Kawasan rawan bencana (KRB) gunungapi adalah kawasan yang pernah terlanda atau diidentifikasi berpotensi terancam bahaya letusan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peta kawasan rawan bencana gunungapi adalah peta petunjuk tingkat kerawanan bencana suatu daerah apabila terjadi letusan/kegiatan gunungapi, yang menjelaskan tentang jenis dan sifat bahaya gunungapi, daerah rawan bencana, arah/jalur penyelamatan diri, lokasi pengungsian, dan pos penanggulangan bencana.

Berdasarkan pada potensi bencana yang dapat terjadi pada masa mendatang, Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Lokon dinyatakan dalam urutan angka dari tingkat kerawanan tinggi ke tingkat kerawanan rendah yaitu: Kawasan Rawan Bencana II, dan Kawasan Rawan Bencana I.

1) Kawasan Rawan Bencana II

Kawasan Rawan Bencana II adalah kawasan yang berpotensi terlanda awan panas, lontaran batu (pijar), hujan abu lebat, dan lahar. KRB II ini dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Kawasan rawan terhadap aliran masa berupa awan panas, dan aliran lahar banjir
- Kawasan rawan terhadap material lontaran dan jatuhnya seperti lontaran batu (pijar), dan hujan abu lebat.

Pada KRB II masyarakat diharuskan mengungsi jika terjadi peningkatan kegiatan gunungapi sesuai dengan saran Direktorat Vulkanologi sampai daerah ini dinyatakan aman kembali. Pernyataan harus mengungsi, tetap tinggal di tempat dan kemudian sudah aman kembali diputuskan oleh Pemerintah Daerah sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Beberapa desa yang termasuk dalam KRB II yaitu Kinilow, Kinilow 1, Kakaskasen 1, Kakaskasen 2, Kakaskasen 3, Tinoor 1, Tinoor 2, Wailayn dan Kayawu.

2) Kawasan Rawan Bencana I

Kawasan Rawan Bencana I adalah kawasan yang berpotensi terlanda lahar atau banjir. Selama letusan membesar, kawasan ini berpotensi tertimpa material jatuhnya berupa hujan abu dan lontaran batu (pijar). Kawasan ini dibedakan menjadi 2, yaitu:

- Kawasan rawan bencana terhadap lahar/banjir. Kawasan ini terletak di sepanjang sungai/dekat lembah sungai atau di bagian hilir sungai yang berhulu di daerah sekitar kawah.
- Kawasan rawan terhadap hujan abu tanpa memperhatikan arah tiupan angin dan kemungkinan terkena lontaran batu (pijar).

Pada KRB I masyarakat perlu meningkatkan kewaspadaan jika terjadi erupsi kegiatan gunungapi dari hujan lebat, dengan memperhatikan perkembangan kegiatan gunungapi yang dinyatakan Direktorat Vulkanologi. Informasi ini sangat penting bagi Pemerintah Daerah untuk menentukan penduduk mana yang harus mengungsi atau masih dapat tinggal di tempat. Daerah yang termasuk KRB I adalah Kinilow, Kinilow 1, Kakaskasen 1, Kakaskasen 2, Kakaskasen 3, Tinoor 1, Tinoor 2, Wailayn dan Kayawu, Taratara 1, Taratara 2 dan Talete.

3) Kawasan Non-KRB

Kawasan Non-KRB adalah kawasan yang tidak berpotensi terlanda akibat erupsi Gunung Lokon.

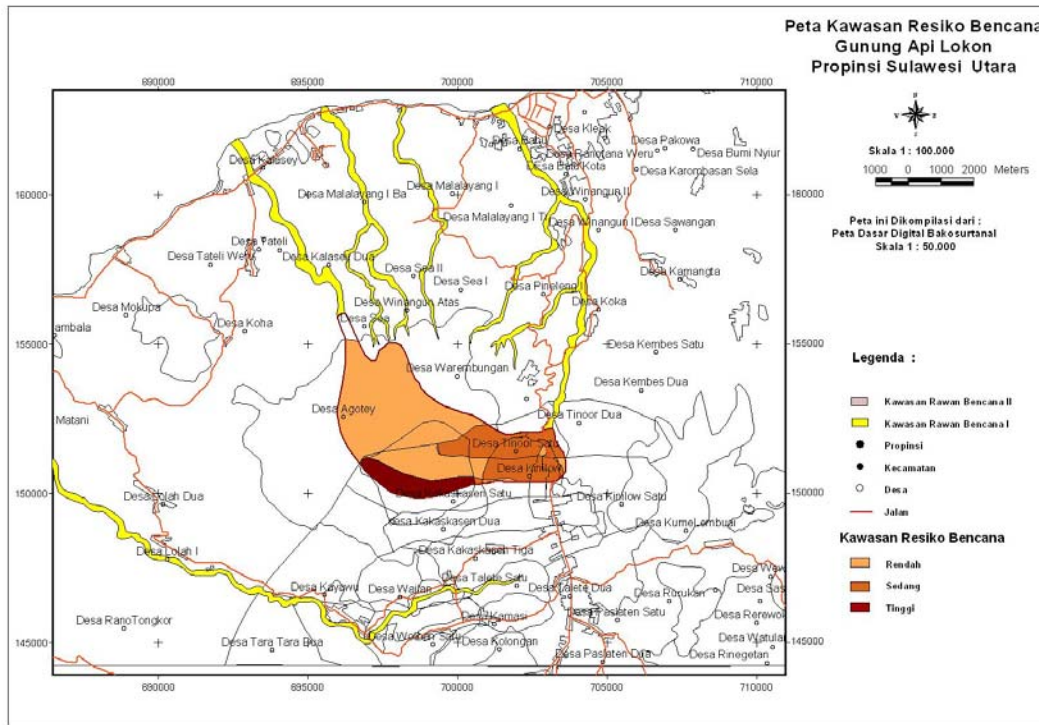
Tabel 3. Tingkat Kerentanan KRB

KRB	Tingkat Kerentanan		
	Rendah	Sedang	Tinggi
II			●
I		●	
Non KRB	●		

Skala Probabilitas :

- 1 = Tingkat Kerentanan Rendah
- 2 = Tingkat Kerentanan Sedang
- 3 = Tingkat Kerentanan Tinggi

4) Peta Kawasan Risiko Bencana



Gambar 6. Peta Kawasan Risiko Bencana Gunung Lokon

Kawasan risiko bencana adalah hasil perpaduan dari tingkat kerawanan dan tingkat kerentanan. Tingkat kerawanan merupakan tipologi kerawanan kawasan yang bersumber dari rekomendasi peta Kawasan Rawan Bencana dari Kementerian ESDM sedangkan tingkat kerentanan merupakan perpaduan dari kerentanan fisik-ekonomi dengan sosial. Kedua variabel ini dipadukan lalu diberi bobot dengan pertimbangan KRB II akan memiliki nilai tinggi, KRB II bernilai sedang dan Non-KRB bernilai rendah. Berikut ini hasil pembobotan atas analisis risiko bencana [2].

Tabel 4. Pembobotan Analisis Risiko Bencana

BOBOT	KERENTANAN FISIK-EKONOMI		
	RENDAH (1)	SEDANG (2)	TINGGI (3)
KERENTANAN SOSIAL			
RENDAH (1)	2	3	4
SEDANG (2)	3	4	5
TINGGI (3)	4	5	6

Keterangan Tabel 4:

2 – 3.333 : rendah; 3.334 – 4.666 : sedang; 4.667 – 6 : tinggi

Tabel 5. Pembobotan Analisis Rawan Bencana

BOBOT	KERENTANAN FISIK-EKO & SOSIAL		
	KERAWANAN	RENDAH (1)	SEDANG (2)
Non KRB (RENDAH) (1)	2	3	4
KRB I (SEDANG) (2)	3	4	5
KRB II (TINGGI) (3)	4	5	6

Keterangan Tabel 5:

2 – 3.333 : rendah; 3.334 – 4.666 : sedang ; 4.667 – 6 : tinggi

4. ANALISIS

Dalam penelitian ini analisis dilakukan dalam tiga bagian yaitu analisis data, analisis proses, dan analisis hasil.

4.1 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini merupakan uraian analisis tentang data yang digunakan pada penelitian ini meliputi kendala-kendala yang dihadapi yang berkaitan dengan pengadaan data. Kendala-kendala tersebut antara lain:

- 1) Data citra yang digunakan adalah data citra dengan resolusi spasial rendah sehingga peta yang dihasilkan adalah peta-peta dengan skala sedang yakni skala 1:150.000 dan 1:100.000.
- 2) Peta yang tersedia tidak dalam satu sistem proyeksi sehingga harus dilakukan transformasi koordinat. Seluruh data atau peta dibuat dalam satu sistem proyeksi UTM zona 51N dengan datum proyeksi yang digunakan adalah WGS 1984.

4.2 Analisis Proses

Analisis proses merupakan uraian tentang segala kegiatan dalam pengolahan data-data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kemudahan dan kendala-kendala yang dihadapi dalam melakukan kegiatan pengolahan data. Adapun analisis yang dapat diuraikan dalam kaitannya dengan pengolahan data antara lain proses analisis spasial yang dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS 10, dimana perangkat lunak ini mampu melakukan analisis spasial yang diperlukan sekaligus sebagai pembangunan basis data spasial. Adapun analisis spasial yang dilakukan antara lain adalah *buffering*, *intersect*, *overlay*, dan penyusunan atribut pada masing-masing data. Dari segi perangkat lunak yang digunakan, yaitu ArcGIS 10, perangkat lunak ini dapat langsung mengintegrasikan data spasial dengan data atributnya tanpa harus membangun sistem basis data terlebih dahulu. Di samping itu pada perangkat lunak ini dapat dilakukan pembaharuan atau *updating* dan editing secara langsung dan mudah. Kelemahannya, pengguna harus menginstal perangkat lunak ArcGIS untuk dapat mengaplikasikan informasi ini.

4.3 Analisis Hasil

Hasil dari penelitian ini adalah peta rencana kontijensi bencana Gunung Lokon yang terdiri dari peta kerentanan fisik dan ekonomi, peta kerentanan sosial, peta kawasan rawan bencana, dan peta kawasan risiko bencana. Dengan adanya peta-peta ini, diharapkan dapat membantu para pengambil kebijakan dalam merencanakan, memprediksi, dan melakukan kegiatan penganggulangan bencana gunungapi, khususnya Gunung Lokon. Keunggulan dari peta rencana kontijensi bencana gunungapi Gunung Lokon yaitu dapat memberikan informasi untuk kesiapan menghadapi bencana dan memprediksi dampak dari bencana letusan Gunung Lokon.

5. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dikembangkan peta rencana kontijensi bencana gunungapi dengan studi kasus Gunung Lokon. Peta-peta rencana kontijensi yang dihasilkan terdiri atas peta kerentanan fisik dan ekonomi, peta kerentanan sosial, peta kawasan rawan bencana, dan peta kawasan risiko bencana. Peta rencana kontijensi yang dikembangkan dapat memberikan informasi yang diperlukan dalam proses pengambilan kebijakan yang berkaitan dengan bencana gunungapi, khususnya untuk Gunung Lokon. Peta kerentanan fisik-ekonomi menghasilkan informasi kerentanan fisik-ekonomi kawasan Gunung Lokon yang diklasifikasikan ke dalam 3 tingkatan kerentanan, yakni tinggi, sedang, dan rendah. Peta kerentanan sosial menginformasikan tingkat kerentanan yang merupakan hasil analisis berdasarkan variabel kepadatan penduduk per desa, di mana kawasan Gunung Lokon diklasifikasikan ke dalam 3 tingkat kerentanan sosial, yakni tinggi, sedang, dan rendah. Peta kawasan rawan bencana Gunung Lokon menggambarkan potensi bencana yang dapat terjadi pada masa mendatang, yang membagi kawasan Gunung Lokon menjadi 2, yaitu Kawasan Rawan Bencana I dan Kawasan Rawan Bencana II. Kawasan Rawan Bencana I adalah kawasan yang berpotensi terlanda lahar atau banjir. Selama letusan membesar, kawasan ini berpotensi tertimpa material jatuhnya berupa hujan abu dan lontaran batu (pijar). Kawasan Rawan Bencana II adalah kawasan yang berpotensi terlanda awan panas, lontaran batu (pijar), hujan abu lebat, dan lahar. Kawasan risiko bencana adalah hasil perpaduan dari tingkat kerawanan dan tingkat kerentanan. Peta kawasan risiko bencana diturunkan dari 2 variabel yakni tingkat kerawanan dan tingkat kerentanan. Berdasarkan hasil analisis kedua variabel tersebut, kawasan Gunung Lokon diklasifikasikan menjadi 3 tingkat risiko bencana, yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] -----, (2006). Modul Pelatihan Manajemen Kedaruratan dan Perencanaan Kontijensi, Bakornas PB.
- [2] -----, (2009). Modul Workshop Perencanaan Kontijensi, BNPB.