

## BAB II TINJAUAN TEORI

### 2.1 Resiko Bencana

Resiko bencana merupakan potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu yang berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta dan gangguan kegiatan masyarakat (BNPb, 2008). Resiko bencana merupakan interaksi antara tingkat kerentanan (*vulnerability*), ancaman (*hazard*) dan kapasitas (*capacity*) pada suatu daerah (BNPb, 2008).

$$R = H \times \frac{V}{C} \quad (2 - 1)$$

Keterangan :

- R : Resiko Bencana  
 H : Bahaya (*Hazard*)  
 V : Kerentanan (*Vulnerability*)  
 C : Kapasitas (*Capacity*)

Berdasarkan **Persamaan 2-1** dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai bahaya dan nilai kerentanan maka resiko bencana menjadi semakin tinggi. Sehingga untuk mengurangi resiko bencana diperlukan adanya peningkatan nilai kapasitas masyarakat dalam mengelola lingkungan, mengenal bahaya, mengetahui dampak yang dapat ditimbulkan oleh faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya bencana.

#### 2.1.1 Bahaya

Bahaya merupakan suatu kejadian atau peristiwa yang mempunyai potensi dapat menimbulkan kerusakan, kehilangan jiwa manusia atau kerusakan lingkungan (BNPb, 2011). Dampak letusan gunungapi terbagi menjadi dua yaitu bahaya utama atau primer dan bahaya ikutan atau sekunder (BNPb, 2008). Bahaya letusan gunungapi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

##### A. Bahaya utama (primer)

1. Awan panas merupakan campuran material letusan antara gas dan bebatuan yang terdorong akibat densitas tinggi dan jatuh secara turbulensi seperti gulungan yang

mengikuti lereng. Suhu awan panas antara 300-7000C, kecepatan luncuran > 70 km per jam.

2. Lontaran material (pijar) terjadi saat letusan magmatic yang berlangsung. Radius lontaran material tergantung dari besar energi letusan hingga mencapai ratusan meter. Selain suhu yang tinggi yaitu 2000C ukuran lontaran material cukup besar dengan diameter > 10 cm sehingga dapat membakar sekaligus melukai makhluk hidup. Lontaran material lazim disebut dengan bom vulkanik.
3. Hujan abu lebat, terjadi saat letusan berlangsung. Material berukuran halus seperti abu dan pasir yang diterbangkan oleh angin dan jatuh sebagai hujan abu, arah dari hujan abu tergantung dengan arah angin. Karena ukuran yang berupa abu sangat berbahaya bagi pernafasan, mata dan dapat mencemari air tanah.
4. Lava, merupakan magma yang mencapai permukaan dan bersifat liquid (cairan kental) dan bersuhu antara 700-12000C. Karena bersifat cair maka lava umumnya mengalir mengikuti lereng atau lembah dan membakar makhluk hidup yang berada di area aliran lava. Jika sudah dingin maka akan berubah menjadi batu.
5. Gas racun yang muncul dari gunungapi namun tidak selalu didahului oleh letusan tetapi dapat keluar melalui celah bebatuan. Kandungan gas racun salah satunya CO<sub>2</sub> yang sering menjadi penyebab kematian, sifat gas lebih berat dari udara sehingga cenderung berada di dasar lembah atau cekungan.
6. Tsunami atau gelombang pasang akibat letusan gunungapi bisa terjadi, pada umumnya pada gunungapi pulau. Ketika terjadi letusan material masuk ke dalam laut dan mendorong air laut ke arah pantai dan menimbulkan gelombang pasang. Makin besar volume material letusan makin besar pula gelombang yang terangkat ke darat.

Dalam penelitian ini yang menjadi dasar penyusunan resiko adalah bahaya primer. Bahaya utama atau primer yang terjadi saat letusan Gunung Kelud ialah hujan abu lebat yang menutupi seluruh permukiman yang ada di Kecamatan Ngantang. Ukuran abu yang sangat kecil sehingga berbahaya bagi pernapasan, mata dan dapat mencemari tanah di daerah tersebut.

#### B. Bahaya ikutan (sekunder)

1. Bahaya ikutan letusan gunungapi berlangsung setelah terjadi proses letusan. Jika material mengalami penumpukan di puncak dan lereng bagian atas, maka pada saat musim hujan sebagian material tersebut akan terbawa oleh air hujan dan



terbentuknya lumpur yang turun ke lembah sebagai banjir bebatuan yang pada umumnya disebut lahar.

2. Banjir bandang terjadi akibat longsoran material vulkanik pada lereng gunungapi karena jenuh air dan curah hujan yang tinggi. Aliran lumpur tidak begitu pekat seperti lahar namun membahayakan penduduk di sekitar sungai.

Menurut Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunungapi (2007), tipologi kawasan rawan letusan gunungapi terbagi menjadi tiga tipologi antara lain:

A. Tipe A

1. Kawasan berpotensi terlanda banjir lahar dan tidak menutup kemungkinan dapat terkena perluasan awan panas dan aliran lava. Selama letusan membesar, kawasan ini berpotensi tertimpa material jatuhnya berupa hujan abu lebat dan lontaran batu pijar.
2. Kawasan memiliki tingkat resiko rendah (berjarak cukup jauh dari sumber letusan) melanda kawasan sepanjang aliran sungai yang dilaluinya untuk menyelamatkan sehingga resiko terlanda bencana masih dapat dihindari.

B. Tipe B

1. Kawasan berpotensi terlanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu pijar, hujan abu lebat, hujan lumpur (panas) atau aliran panas dan gas beracun.
2. Kawasan memiliki tingkat resiko sedang (berjarak cukup dekat dengan sumber letusan, resiko manusia untuk menyelamatkan diri saat letusan cukup sulit, kemungkinan untuk terlanda bencana sangat besar).

C. Tipe C

1. Kawasan sering terlanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu (pijar), hujan abu lebat, hujan lumpur panas, aliran panas dan gas beracun.
2. Kawasan memiliki tingkat resiko tinggi (sangat dekat dengan sumber letusan). Pada saat terjadi aktivitas magmatis, kawasan ini akan dengan cepat terlanda bencana, makhluk hidup yang ada di sekitarnya tidak mungkin untuk menyelamatkan diri.

Indeks ancaman bencana disusun berdasarkan dua komponen yaitu kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi (BNPB, 2012). Untuk mengetahui tingkat kerawanan suatu daerah menggunakan peta KRB dari PVMBG. Berikut merupakan kelas dalam penentuan nilai KRB (**Tabel 2.1**).

Tabel 2. 1 Komponen Indeks Ancaman/Bahaya Bencana

Bencana	Komponen/ Indikator	Kelas Indeks				Bobot (%)		
		Rendah	Nilai	Sedang	Nilai		Tinggi	Nilai
Letusan Gunung Api	Peta KRB (divalidasi dengan data kejadian)	KRB I	1	KRB II	2	KRB III	3	100%

Sumber: BNPB, 2012

### 2.1.2 Kerentanan

Kerentanan (*vulnerability*) adalah keadaan, sifat atau perilaku manusia atau masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan menghadapi bahaya atau ancaman (BNPB, 2008). Kerentanan merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya (BAKORNAS PB, 2007: 11). Kerentanan terbagi menjadi 4 antara lain (BNPB, 2008):

1. Kerentanan fisik yaitu kerentanan yang dimiliki masyarakat berupa daya tahan menghadapi bahaya tertentu seperti kekuatan bangunan rumah bagi masyarakat di daerah rawan gempa.
2. Kerentanan ekonomi yaitu kemampuan ekonomi suatu individu atau masyarakat. Pada umumnya masyarakat atau daerah yang miskin lebih rentan terhadap bahaya.
3. Kerentanan sosial, dari segi pendidikan kekurangan pengetahuan tentang resiko bahaya dan bencana akan mempertinggi tingkat kerentanan, demikian pula dengan tingkat kesehatan masyarakat yang rendah juga mengakibatkan masyarakat rentan terhadap bahaya.
4. Kerentanan lingkungan dapat didasarkan pada kondisi lingkungan hidup suatu masyarakat yang rentan terhadap bencana.

Semakin tinggi kerentanan masyarakat terhadap bencana maka semakin besar pula kerugian yang di dapat saat bencana terjadi. Menurut BNPB (2012) kerentanan dapat diklasifikasikan menjadi 4 antara lain: (**Tabel 2.2**)

Tabel 2. 2 Indikator kerentanan masyarakat terhadap bencana

Kerentanan	Indikator
Sosial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan penduduk</li> <li>• Rasio jenis kelamin</li> <li>• Rasio kemiskinan</li> <li>• Rasio orang cacat</li> <li>• Rasio kelompok umur</li> </ul>
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas produktif</li> <li>• PDRB</li> </ul>
Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan bangunan</li> <li>• Ketersediaan bangunan/ fasilitas umum</li> <li>• Ketersediaan fasilitas kritis</li> </ul>
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hutan lindung</li> </ul>



Kerentanan	Indikator
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hutan alam</li> <li>• Hutan bakau</li> <li>• Semak belukar</li> </ul>

Sumber: BNPB, 2012

Tabel 2. 3 Indikator kerentanan masyarakat terhadap bencana

Kerentanan	Indikator
Sosial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan penduduk</li> <li>• Laju pertumbuhan penduduk</li> <li>• Persentase penduduk usia tua-balita</li> <li>• Persentase penduduk wanita</li> </ul>
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan (sektor jasa dan distribusi)</li> <li>• Persentase rumah tangga miskin</li> </ul>
Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase kawasan terbangun</li> <li>• Kepadatan bangunan</li> <li>• Persentase bangunan konstruksi darurat</li> <li>• Jaringan listrik</li> <li>• Rasio panjang jalan</li> <li>• Jaringan telekomunikasi</li> <li>• Jaringan PDAM</li> <li>• Jaringan KA</li> </ul>
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi geografis</li> <li>• Geologis</li> <li>• Data statistika kebencanaan</li> </ul>

Sumber: Sumekto, 2011

Peneliti menggunakan aspek kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan. Kerentanan sosial yang digunakan meliputi kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia tua-balita dan persentase penduduk wanita. Kerentanan ekonomi meliputi persentase penduduk atau rumah tangga miskin. Kerentanan fisik meliputi persentase kawasan terbangun dan kepadatan bangunan (**Tabel 2.3**)

Tabel 2. 4 Indikator kerentanan masyarakat terhadap bencana

Kerentanan	Indikator
Sosial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan penduduk</li> <li>• Laju pertumbuhan penduduk</li> <li>• Persentase usia tua-balita</li> <li>• Tingkat pendidikan</li> </ul>
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase penduduk miskin</li> <li>• Jumlah luas area pertanian</li> <li>• Jumlah luas area perkebunan</li> </ul>
Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan terbangun</li> <li>• Kepadatan bangunan</li> <li>• Persentase kerusakan jalan</li> </ul>
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan hutan</li> <li>• Semak belukar</li> </ul>

Sumber: Syiko, 2014

Berdasarkan **Tabel 2.4** indikator yang digunakan pada kerentanan sosial yaitu kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia tua-balita dan tingkat pendidikan. Kemudian, untuk kerentanan ekonomi indikator yang digunakan meliputi persentase penduduk miskin, jumlah area pertanian dan jumlah luas area perkebunan. Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik yaitu kawasan terbangun, kepadatan bangunan dan persentase kerusakan jalan. Indikator yang digunakan untuk kerentanan lingkungan yaitu kawasan hutan dan semak belukar (**Tabel 2.5**). Pemilihan indikator-indikator tersebut disesuaikan dengan kondisi wilayah studi dan membandingkan dengan studi terdahulu terkait dengan analisis resiko bencana. Berikut merupakan rumus untuk menghitung keseluruhan kerentanan bencana letusan Gunung Api (BNPB, 2012).

$$\text{Kerentanan Gunung Api} = (0,4 \times \text{skor kerentanan sosial}) + (0,25 \times \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0,25 \times \text{skor kerentanan fisik}) + (0,1 \times \text{skor kerentanan lingkungan}) \quad (2 - 2)$$

Tabel 2. 5 Indikator kerentanan masyarakat terhadap bencana

Kerentanan	BNPB, 2012	Sumekto, 2011	Syiko, 2014
Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan Bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase kawasan terbangun</li> <li>• Kepadatan bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan terbangun</li> <li>• Kepadatan bangunan</li> <li>• Persentase kerusakan jalan</li> </ul>
Ekonomi	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase rumah tangga miskin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase penduduk miskin</li> <li>• Jumlah luas area pertanian</li> <li>• Jumlah luas area perkebunan -</li> </ul>
Sosial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan penduduk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan penduduk</li> <li>• Laju pertumbuhan penduduk</li> <li>• Persentase penduduk usia tua-balita</li> <li>• Persentase penduduk wanita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepadatan penduduk</li> <li>• Laju pertumbuhan penduduk</li> <li>• Persentase usia tua-balita</li> <li>• Tingkat pendidikan</li> </ul>
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semak belukar</li> <li>• Kawasan hutan</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan hutan</li> <li>• Semak belukar</li> </ul>

Sumber: Hasil Rangkuman berdasarkan Teori, 2015

### 2.1.3 Kapasitas

Kapasitas merupakan kekuatan dan potensi yang dimiliki oleh perorangan, keluarga dan masyarakat yang membuat masyarakat mampu mencegah, mengurangi, siap-siaga, menanggapi dengan cepat atau segera pulih dari suatu kedaruratan dari bencana (Oxfam, 2012). Berdasarkan **Tabel 2.6** terdapat lima kategori dalam menilai aspek kapasitas yang



dikenal dengan *Pentagon assets* yang terdiri dari *assets* manusia, lingkungan, ekonomi, sosial-budaya, dan infrastruktur (Oxfam, 2012). *Natural capital* yang digunakan dalam penelitian yaitu luas kepemilikan lahan (**Tabel 2.7**). *Financial capital* meliputi kepemilikan ternak, kepemilikan tabungan dan pendapatan perkapita. *Human capital* yaitu tingkat pendidikan. *Infrastructure capital* meliputi kualitas jalan dan jumlah sarana kesehatan (**Tabel 2.8**). Berikut merupakan rumus untuk menghitung keseluruhan kapasitas bencana letusan Gunung Api (BNPB, 2012).

$$\text{Kapasitas Gunung Api} = (1 \times \text{skor } \textit{natural capital}) + (1 \times \text{skor } \textit{financial capital}) + (1 \times \text{skor } \textit{infrastrucuture capital}) + (1 \times \text{skor } \textit{human capital}) + (1 \times \text{skor } \textit{social capital}) \quad (2 - 3)$$

Tabel 2. 6 Indikator pada masing-masing aset

Aset	Kapasitas
Manusia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alat bantu</li> <li>• Perawatan khusus</li> <li>• Kearifan lokal</li> <li>• Kemampuan ekonomi yang baik</li> <li>• Tingkat pendidikan</li> </ul>
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modal lingkungan alami</li> <li>• Pembuatan perlindungan alami</li> <li>• Proses-proses pemulihan lingkungan alam</li> <li>• Keanekaragaman hayati</li> <li>• Manajemen sumber daya alam yang bertanggung jawab</li> </ul>
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modal ekonomi</li> <li>• Penghidupan terjamin</li> <li>• Simpanan keuangan</li> <li>• Pertanian dan ekonomi yang beragam</li> <li>• Kepemilikan ternak</li> </ul>
Sosial - budaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modal sosial</li> <li>• Mekanisme bertahan</li> <li>• Strategi menyesuaikan</li> <li>• Ingatan tentang bencana yang lalu</li> <li>• Tata kelola pemerintahan yang baik</li> <li>• Standar-standar etis</li> <li>• Organisasi non pemerintahan lokal</li> <li>• Akuntabilitas</li> <li>• Perencanaan dan kesiapsiagaan bencana yang baik</li> </ul>
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modal fisik (kualitas jalan)</li> <li>• Bangunan dan infrastruktur yang tangguh yang mampu bertahan dan menolak tekanan bahaya yang luar biasa</li> </ul>

Sumber: Oxfam, 2012

Tabel 2. 7 Indikator yang digunakan dalam penilaian *pentagon assets*

Klasifikasi capital	Indikator
<i>Natural capital</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas kepemilikan lahan</li> <li>• Kepemilikan tanaman berumur panjang</li> <li>• Akses terhadap air</li> </ul>
<i>Financial capital</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil panen</li> <li>• Kepemilikan motor</li> <li>• Kepemilikan ternak</li> <li>• Pendapatan perkapita</li> <li>• Tabungan</li> </ul>
<i>Human capital</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingkat pendidikan</li> <li>• Jarak ke fasilitas kesehatan</li> </ul>
<i>Fisik/ Infrastruktur capital</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kualitas jalan</li> <li>• Komunikasi</li> <li>• Sarana kesehatan</li> <li>• Perumahan</li> </ul>
<i>Social capital</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adat</li> <li>• Agama</li> </ul>

Sumber: Seragih *et al*, 2007

Tabel 2. 8 Indikator kapasitas masyarakat terhadap bencana

Kapasitas	Oxfam	Seragih
Natural capital	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas kepemilikan lahan</li> </ul>
Financial capital	Kepemilikan ternak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepemilikan ternak</li> <li>• Pendapatan perkapita</li> <li>• Tabungan</li> </ul>
<i>Human capital</i>	Tingkat pendidikan	Tingkat pendidikan
<i>Infrastruktur capital</i>	Kualitas jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kualitas jalan</li> <li>• Sarana kesehatan</li> </ul>
<i>Social capital</i>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepercayaan terhadap <i>key person</i></li> </ul>

Sumber: Hasil Rangkuman berdasarkan Teori, 2016

## 2.2 Jalur Evakuasi

Perencanaan jalur evakuasi berfungsi dalam mencari jalan tersingkat menuju daerah aman bagi masyarakat yang tinggal di daerah bencana (*Sea Defence Consultants*, 2007). Penataan jalur evakuasi disesuaikan dengan jumlah penduduk serta perkiraan kapasitas tempat pengungsian di wilayah tersebut (*Sea Defence Consultants*, 2007). Pengurangan resiko bencana melalui jalur evakuasi dapat direncanakan sesuai dengan kelas jalan yaitu kolektor dan arteri. Berdasarkan fungsi kelas jalan terdapat beberapa pengaturan minimal lebar jalan yang digunakan dalam jalur evakuasi (**Tabel 2.9**)

Tabel 2. 9 Lebar minimum kelas jalan untuk jalur evakuasi

Kelas jalan	Lebar minimum
Jalan arteri primer	10 meter
Jalan arteri sekunder	8 meter
Jalan kolektor sekunder	8 meter
Jalan lokal sekunder	4 meter
Jalan lingkungan	4 meter

Sumber : *Sea Defence Consultants*, 2007



Kriteria yang digunakan dalam menentukan jalur evakuasi tercantum dalam *Sea Defence Consultants*. Ketentuan dalam perencanaan jalur evakuasi yaitu sebagai berikut (*Sea Defence Consultants*, 2007:35):

- a. Standar lebar jalan 6m sesuai dengan peraturan bangunan, tetapi lebar jalan yang lebih kecil juga diperkenankan pada situasi yang memerlukan kapasitas lebih kecil (4m)
- b. Maksimum jarak jalur evakuasi 2 km sehingga dapat meminimalkan waktu perjalanan
- c. Wilayah yang melingkupi jalur evakuasi disesuaikan dengan kapasitas pengungsian
- d. Terdapat pemisahan jalur lalu lintas antara sepeda motor, mobil dan pejalan kaki sehingga dapat mengurangi kapasitas
- e. Rute pelarian yang mengarah pada daerah evakuasi lain harus dihindari
- f. Rute pelarian harus selurus mungkin sehingga arah jalan jelas
- g. Rute pelarian tidak melintasi jalan sibuk
- h. Titik kemacetan sebaiknya dihindari agar jauh dari penyeberangan dan rintangan
- i. Rute pelarian sebaiknya ditandai dengan jelas oleh petunjuk yang mengarah ke tempat aman

Peta jalur evakuasi diperlukan sebagai panduan bagi masyarakat saat evakuasi darurat dan digunakan untuk menunjang distribusi logistik bagi para pengungsi di wilayah bencana (Samudro, Arung et al., 2010). Salah satu faktor kunci keberhasilan dalam menjangkau titik evakuasi sementara dan fasilitas evakuasi (*evacuation point*) ialah kecepatan pergerakan pengungsi. Kondisi berjalan kaki pengungsi dan rata-kecepatan berjalan kaki saat evakuasi bencana (**Tabel 2.10**).

Tabel 2. 10 Kecepatan berjalan kaki

No	Kondisi berjalan kaki	Rata-rata kecepatan berjalan kaki
1	Satu orang berjalan	1.07 m/detik
2	Satu orang bersama anak	1.02 m/detik
3	Orang tua yang berjalan kaki sendiri	0.95 m/detik
4	Grup orang tua yang berjalan kaki	0.75 m/detik

Sumber : Sugimoto et al., 2003

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan jalur evakuasi adalah sebagai berikut (Bambang Trisakti P et al, 2007).

1. Keberadaan aliran sungai. Apabila terjadi gempa maka jembatan mempunyai kemungkinan untuk rusak, sehingga jalur evakuasi disarankan tidak melewati aliran sungai atau jembatan
2. Identifikasi jaringan jalan yang dapat digunakan berdasarkan hasil observasi lapangan sehingga diketahui jalan yang dapat digunakan untuk evakuasi dan cukup lebar untuk dilalui kendaraan dan masyarakat yang melintas
3. Pembuatan jalur terpendek atau terdekat menuju tempat perlindungan atau daerah evakuasi yang aman. Kemampuan setiap orang yang berbeda-beda (kecil, tua dan muda) serta lamanya jarak tempuh menuju ke daerah aman.

### 2.3 Titik Evakuasi Sementara (TES)

Titik evakuasi sementara atau yang biasa disebut dengan TES menyediakan tempat istirahat sementara untuk pengungsi. TES merupakan penampungan sementara atau tempat kumpul bagi korban bencana alam untuk selanjutnya dipindahkan ke tempat yang lebih aman seperti titik evakuasi akhir dengan menggunakan prinsip-prinsip penanggulangan bencana (Samudro, Arung et al., 2010). Untuk menentukan lokasi dan bangunan yang akan dijadikan sebagai titik evakuasi sementara, maka yang harus diperhatikan adalah (Nasrudin dan Ridha M, 2013):

- a. Menentukan jalur evakuasi yang cepat dan aman bagi pengungsi untuk menuju ke tempat pengungsian
- b. Menentukan jalur alternatif selain jalur utama
- c. Memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tempat pengungsian
- d. Melakukan survei akan ketersediaan kendaraan yang dapat digunakan dalam proses evakuasi
- e. Membuat peta evakuasi berdasarkan hasil survei
- f. Sosialisasi kepada masyarakat tentang jalur evakuasi, lokasi dan titik evakuasi sementara korban bencana

Bangunan yang dapat digunakan sebagai TES seperti rumah dengan dua lantai tingkat, gedung pemerintah, masjid tetapi bangunan yang harus diperhatikan dalam kekuatan bangunan untuk menerima beban sebagai titik evakuasi. Spesifikasi bangunan pengungsian berdasarkan pada bagian fungsional (*Sea Defence Consultants, 2007 : 38*) yaitu berhubungan dengan jenis/fungsi bangunan (sekolah, pusat komersial, masjid) ketinggian pengungsian dan kapasitas pengungsian. Kriteria untuk pemilihan Titik evakuasi sementara (TES) adalah sebagai berikut (*Sea Defence Consultants, 2007 : 33*) :



- a. Kapabilitas kepemilikan
- b. Disediakan atau dekat fasilitas publik (persediaan air, sanitasi, pembuangan sampah)
- c. Dekat dengan atau mudah dapat dicapai dari pusat penyimpanan makanan
- d. Terletak pada zona aman
- e. Kapasitas atau daya tampung

#### 2.4 Jalur dan Titik evakuasi Ternak

Jalur evakuasi ternak ditentukan melalui beberapa kriteria yaitu jarak, kondisi jalan, ketersediaan sarana transportasi evakuasi, jumlah pengunjung serta jumlah hewan ternak. Penentuan titik evakuasi ternak mempertimbangkan empat aspek, yaitu (BPBD Kabupaten Sleman, 2013):

- a. Lokasi pengungsian penduduk
- b. Ketersediaan tanah lapang
- c. Ketersediaan air
- d. Ketersediaan pakan

Perbedaan evakuasi manusia dan ternak terletak pada waktu evakuasi. Evakuasi ternak dilakukan terlebih dahulu sebelum evakuasi manusia, yaitu saat status gunung siaga. Hal ini bertujuan untuk melindungi asset agar masyarakat bersedia untuk dievakuasi dan tidak mengkhawatirkan ternak masyarakat.

#### 2.5 Studi Terdahulu

Studi terdahulu merupakan perbandingan studi yang serupa sebagai acuan atau referensi dalam penelitian (**Tabel 2.11**). Studi terdahulu membantu dalam pemilihan variabel maupun analisis yang akan digunakan dalam penelitian. Studi terdahulu juga digunakan sebagai acuan atau referensi agar penelitian yang dilakukan memiliki perbedaan sehingga tetap memiliki nilai originalitas. Studi terdahulu pada penelitian penentuan jalur evakuasi dan dampak banjir lahar dingin Gunung Merapi menggunakan teknik analisa *least cost path analysis*. Jalur evakuasi mempertimbangkan 8 parameter yakni kemiringan lereng, panjang jalan, lebar jalan, kondisi jalan, bahan jalan dan ada tidaknya jembatan. Kedelapan parameter tersebut diproses dengan menggunakan teknik analisa *least cost path analysis* sehingga didapatkan jalur evakuasi yang sesuai.

Penjelasan studi terdahulu pada penelitian penemuan rute terpendek pada aplikasi berbasis peta menggunakan *network analysis*. *Network analysis* digunakan untuk

menemukan jalan terbaik dari satu lokasi ke lokasi lain atau menemukan jalan terbaik untuk mengunjungi beberapa lokasi. Variabel yang digunakan dalam penelitian penemuan rute terpendek pada aplikasi berbasis peta yaitu jarak dari jalan, waktu tempuh dan jaringan jalan. Kekurangan yang ada pada penelitian tersebut yaitu pada pengambilan keputusan seperti kesulitan dalam mencari alternatif jalur transportasi karena solusi yang ditawarkan *network analysis* bervariasi. Penjelasan studi terdahulu pada penelitian simulasi jalur evakuasi untuk bencana tsunami berbasis data penginderaan jauh (studi kasus: Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat) menggunakan teknik analisis geospasial menggunakan SIG. Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa faktor yang dipertimbangkan dalam simulasi jalur evakuasi yaitu keberadaan aliran sungai, penentuan *shelter*, jaringan jalan dan jarak terpendek menuju tempat perlindungan.

Studi terdahulu pada penelitian perencanaan peningkatan *flood shelter* di daerah aliran sungai beringin Semarang menggunakan teknik analisa evaluasi kelayakan kapasitas ruangan maupun kualitas dari shelter. Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan adanya kebutuhan mengenai peningkatan *shelter* seperti akses jalan, kondisi air bersih serta bantuan penerangan saat banjir kemudian *flood shelter* yang digunakan bervariasi dari rumah penduduk, sarana umum seperti sekolah dan masjid yang bebas banjir. Perbedaan yang digunakan dalam penelitian jalur dan titik evakuasi terletak pada variabel yang digunakan. Variabel yang digunakan untuk jalur evakuasi yaitu kondisi jalan, estimasi waktu evakuasi, jarak dan keberadaan sungai. Sedangkan, variabel yang digunakan untuk titik evakuasi yaitu kondisi titik evakuasi, kapasitas daya tampung, aksesibilitas.

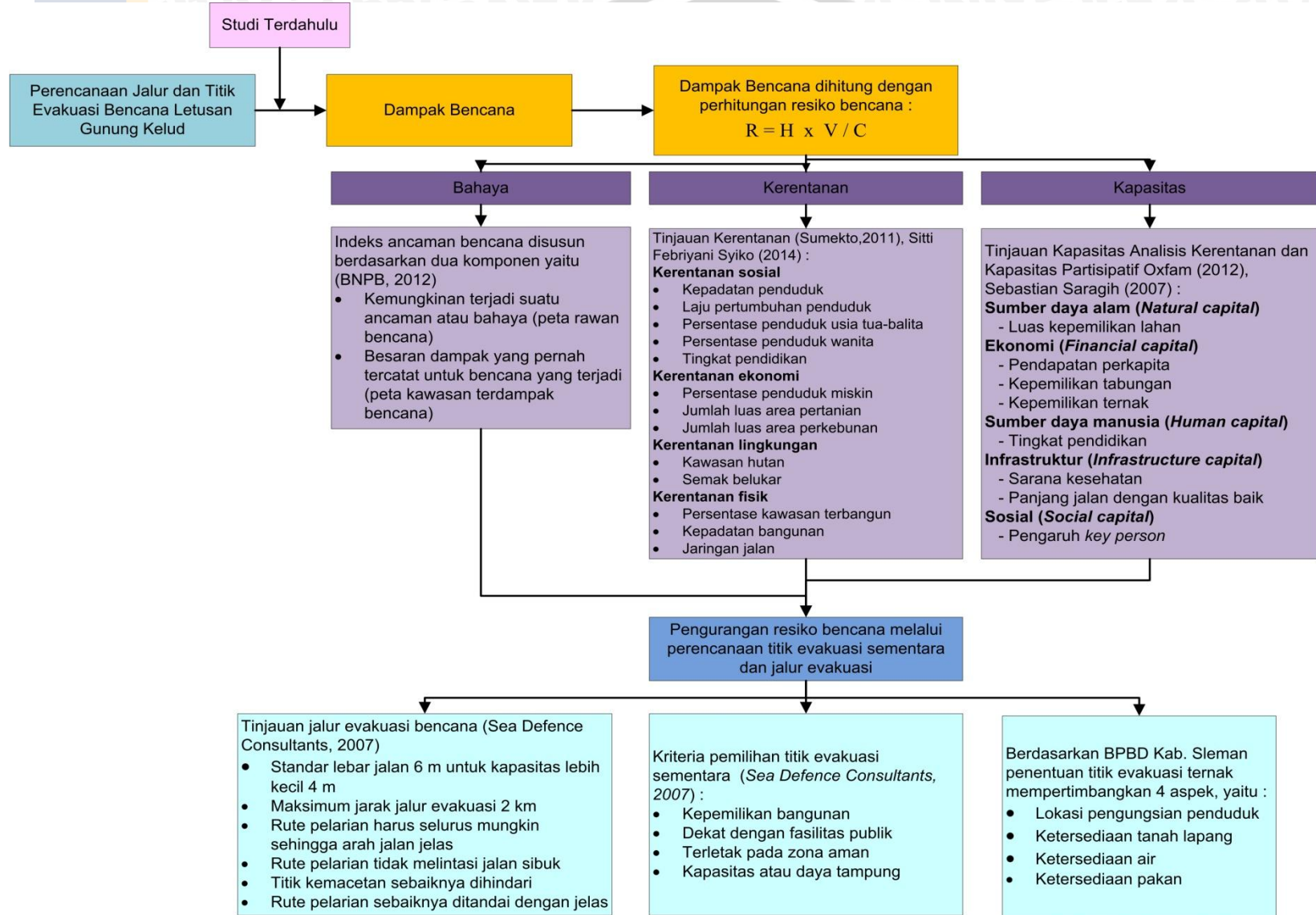


Tabel 2. 11 Studi terdahulu yang terkait dengan penelitian

No	Nama, Tahun, Publikasi	Judul	Masalah	Variabel	Teknik analisa yang digunakan	Hasil
1	Doma Madhan Setia Ardana et al, 2010. 149-154.	Penentuan jalur evakuasi dan dampak banjir lahar dingin Gunung Merapi, Magelang, Jawa Tengah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 parameter yang digunakan dalam menentukan jalur evakuasi kurang akurat karena kurangnya pustaka dalam penentuan bobot dan skor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 parameter kawasan rawan bencana</li> <li>• Pengurangan resiko bencana letusan Gunung Merapi melalui penentuan jalur evakuasi</li> <li>• Dampak banjir lahar dingin Gunung Merapi terhadap keselamatan masyarakat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Least cost path</i></li> <li>• Analisa Sistem Informasi Geografis (SIG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelitian ini menghasilkan 16 jalur yang tersebar di enam kecamatan di Kabupaten Magelang.</li> <li>• Jalur evakuasi tersebut terbagi menjadi tiga bagian yaitu jalur evakuasi bagian 1, jalur evakuasi bagian 3 dan jalur evakuasi bagian 3.</li> <li>• Jalur evakuasi ditentukan di tiap areal permukiman yang letaknya paling dekat dengan zona bahaya</li> </ul>
2	Putu Wira Buana, 2010. Jurnal Lontar Komputer Vol. 1: 1-8	Penemuan rute terpendek pada aplikasi berbasis peta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permasalahan dalam pengambilan keputusan seperti kesulitan dalam mencari alternatif jalur transportasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jaringan jalan</li> <li>• Waktu tempuh</li> <li>• Jarak dari jalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Network Analysis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembuatan beberapa rute pada lokasi penelitian</li> <li>• Urutan rute dan estimasi waktu tempuh</li> </ul>
3	Trisakti P Bambang et al., 2007. Jurnal Penginderaan Jauh. Vol, 4 : 9-17	Simulasi jalur evakuasi untuk bencana tsunami berbasis data penginderaan jauh (Studi kasus : Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulitnya mengatur koordinasi antara pemerintah setempat dan masyarakat dalam merumuskan jalur evakuasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keberadaan aliran sungai</li> <li>• Penentuan shelter</li> <li>• Jaringan jalan</li> <li>• Jarak terpendek menuju tempat perlindungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis geospasial menggunakan SIG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan jalur evakuasi adaah keberadaan aliran sungai, tempat perlindungan, jaringan jalan dan</li> </ul>

No	Nama, Tahun, Publikasi	Judul	Masalah	Variabel	Teknik analisa yang digunakan	Hasil
						jarak terpendek menuju tempat perlindungan
4	Amalia Siti Nuriskha et al., 2014. Jurnal Karya Teknik Sipil. Vol. 3. No. 2 : 465-475	Perencanaan peningkatan <i>flood shelter</i> di daerah aliran sungai beringin Semarang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beberapa <i>shelter</i> belum memenuhi kriteria sebagai shelter yang baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokasi</li> <li>• Sarana Prasarana</li> <li>• Ruang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluasi kelayakan kapasitas ruangan maupun kualitas dari shelter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya kebutuhan mengenai peningkatan shelter seperti akses jalan, kondisi air bersih serta bantuan penerangan saat banjir</li> <li>• Flood shelter yang digunakan bervariasi dari rumah penduduk, sarana umum seperti sekolah dan masjid yang bebas banjir</li> </ul>





Gambar 2. 1 Kerangka Teori