

## ANALISIS PEMETAAN KAPASITAS ADAPTASI MASYARAKAT KELURAHAN KINILOW SATU DAN KAKASKASEN SATU TERHADAP ANCAMAN BENCANA VULKANIK GUNUNG LOKON

Daniel Walandouw<sup>1</sup>, Sonny Tilaar<sup>2</sup> & Raymond Ch. Tarore<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi  
<sup>2 & 3</sup> Staf Pengajar Prodi S1 Perencanaan Wilayah & Kota, Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi

E-mail:danielwalandouw1996@gmail.com

### Abstrak

Salah satu gunung berapi yang aktif di provinsi Sulawesi Utara adalah Gunung api Lokon yang terletak di Kota Tomohon dengan tinggi 1.580 meter di atas permukaan laut. Bahaya primer atau bahaya langsung akibat letusan, adalah seperti luncuran awan panas, lontaran piroklastik dan aliran lava. Sedangkan bahaya sekunder atau bahaya tidak langsung adalah lahar hujan yang terjadi setelah erupsi apabila turun hujan lebat di sekitar puncak gunung Lokon. Dampak dari letusan gunung Lokon adalah bahaya primer dan bahaya sekunder. Kondisi ini menggambarkan bahwa bila terjadi erupsi letusan gunung api Lokon, di kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu berpotensi mengalami kerusakan secara fisik, bahkan mengancam keselamatan jiwa. Kapasitas adaptasi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu sistem untuk mengubah wataknya untuk dapat lebih baik mengatasi tekanan yang sudah ada maupun yang akan terjadi (*Adger et al. 2004*). Adanya penelitian ini diharapkan dapat menganalisis dan memetakan tingkat kapasitas adaptasi masyarakat di kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu terhadap bencana vulkanik Gunung Lokon. Dengan demikian penelitian ini berguna dalam memberikan rekomendasi untuk memperbaiki, merencanakan kembali dan mengembangkan kapasitas daerah Kota Tomohon. Penelitian ini menggunakan metode analisis Deskriptif kuantitatif dengan melakukan analisis spasial. Berdasarkan hasil analisis, lingkungan yang teridentifikasi memiliki tingkat kapasitas adaptasi yang tinggi di kedua kelurahan berjumlah 5 (lima) lingkungan sedangkan tingkat kapasitas adaptasi sedang berjumlah 9 (sembilan) lingkungan, dan tingkat kapasitas adaptasi yang rendah berjumlah 7 (tujuh) lingkungan.

**Kata Kunci** : *Kapasitas Adaptasi, Gunung Lokon.*

### PENDAHULUAN

Salah satu gunung berapi yang masih aktif di provinsi Sulawesi Utara adalah Gunung api Lokon yang terletak di Kota Tomohon dengan tinggi 1.580 meter di atas permukaan laut. Secara geografis gunung api Lokon terletak pada titik koordinat 1°21,5' LU dan 124°4,5' BT. Tipe gunung api lokon adalah tipe stratovulkan atau gunung api yang berbentuk kerucut yang terdiri atas lava dan abu vulkanik yang mengeras. Adanya aktivitas erupsi Gunung api Lokon pada tahun 2014 dengan status siaga (level 3) dengan ketinggian erupsi letusan 1500 meter. Dampak dari letusan gunung Lokon adalah bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer atau bahaya langsung akibat letusan, adalah

seperti luncuran awan panas, lontaran piroklastik dan aliran lava. Sedangkan bahaya sekunder atau bahaya tidak langsung adalah lahar hujan yang terjadi setelah erupsi apabila turun hujan lebat di sekitar puncak. Kondisi ini menggambarkan bahwa dampak erupsi bila terjadi letusan gunung api Lokon, maka masyarakat pada zonasi wilayah rawan bencana berpotensi mengalami tingkat kerusakan secara fisik, bahkan mengancam keselamatan jiwa. Pusat erupsi tersebut dikenal sebagai Kawah Tompaluan. Kapasitas adaptasi didefinisikan sebagai kemampuan atau kapasitas dari suatu sistem untuk memodifikasi atau mengubah wataknya untuk dapat lebih baik mengatasi tekanan yang sudah ada maupun yang akan terjadi

(Adger et al. 2004). Analisis terhadap tingkat kapasitas diperoleh dari hasil wawancara langsung terhadap masyarakat di kawasan paling terdampak letusan Gunung api Lokon dan juga melakukan pembagian kuesioner terhadap instansi – instansi yang terkait terhadap perencanaan dan penanggulangan bencana yang memiliki pengaruh dalam tingkat kapasitas suatu daerah sesuai Peraturan Kepala BNPB No.3 Tahun 2012 tentang Panduan Penilaian Kapasitas Daerah dalam Penanggulangan Bencana. Pemetaan terhadap kapasitas adaptasi melalui analisis spasial berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis).

Oleh karena itu, adanya penelitian ini diharapkan dapat menganalisis dan memetakan tingkat kapasitas adaptasi masyarakat terhadap bencana vulkanik Gunung Lokon sebagai salah satu langkah mitigasi bencana yang berpengaruh dalam penilaian risiko, sehingga nantinya penelitian ini berguna dalam memberikan rekomendasi untuk memperbaiki, merencanakan kembali dan mengembangkan kapasitas daerah Kota Tomohon, khususnya di kawasan paling terdampak dalam menanggulangi dampak negatif yang mungkin timbul akibat adanya letusan.

Dari uraian diatas muncul beberapa pertanyaan yang menjadi tujuan dalam penelitian ini :

1. Mengetahui kapasitas adaptasi masyarakat kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu terhadap bencana vulkanik gunung Lokon.
2. Mengetahui hasil pemetaan kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu berdasarkan tingkat kapasitas adaptasinya terhadap bencana vulkanik gunung Lokon.

#### TINJAUAN PUSTAKA

##### *Penilaian Risiko Bencana*

Menurut Bakornas PB dalam Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana di Daerah, Risiko (*Risk*) adalah kemungkinan timbulnya kerugian pada

suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang timbul karena suatu bahaya menjadi bencana. Risiko dapat berupa kematian, luka, sakit, hilang, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta dan gangguan kegiatan masyarakat. Risiko bencana adalah interaksi antar kerentanan daerah dengan ancaman bahaya (*hazard*) yang ada. Ancaman bahaya, khususnya bahaya alam bersifat tetap karena bagian dari dinamika proses alami pembangunan atau pembentukan roman muka bumi baik dari tenaga internal maupun eksternal, sedangkan tingkatkerentanan daerah dapat dikurangi, sehingga kemampuan dalam menghadapi ancaman tersebut semakin meningkat. Menurut Perka BNPB No.2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, Kajian Risiko Bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis Tingkat Ancaman, Tingkat Kerugian dan Kapasitas Daerah. Kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

$$R = \frac{H \times V}{C}$$

Keterangan:

H : *Hazard* (Bahaya)  
V : *Vulnerability* (Kerentanan)  
C : *Capacity* (Kapasitas)

##### **Kapasitas Adaptasi**

Kapasitas adaptasi dapat didefinisikan sebagai kemampuan atau kapasitas dari suatu sistem untuk memodifikasi atau mengubah wataknya untuk dapat lebih baik mengatasi tekanan yang sudah ada maupun yang akan terjadi (Adger et al. 2004). Kapasitas adaptasi merupakan kemampuan sistem untuk menyesuaikan dengan perubahan iklim dengan mengurangi potensi kerusakan dengan memanfaatkan sumber daya sosial dan ekonomi, teknologi, akses informasi terkait dengan perubahan

iklim dan kemampuan institusi dalam beradaptasi (Kumalasari, 2014). Clarvis dan Allan (2013) mengungkapkan bahwa kapasitas adaptasi menunjukkan upaya reaktif pemerintah dalam merespon perubahan iklim melalui jaringan, kerjasama, dan informasi.

### **Metode Penghitung Indeks Kapasitas**

Indeks Kapasitas diperoleh berdasarkan tingkat ketahanan daerah pada suatu waktu. Tingkat Ketahanan Daerah bernilai sama untuk seluruh kawasan pada suatu kabupaten/kota yang merupakan lingkup kawasan terendah kajian kapasitas ini. Oleh karenanya penghitungan Tingkat Ketahanan Daerah dapat dilakukan bersamaan dengan penyusunan Peta Ancaman Bencana pada daerah yang sama. Indeks Kapasitas diperoleh dengan melaksanakan diskusi terfokus kepada beberapa pelaku penanggulangan bencana pada suatu daerah. Indikator penghitung indeks kapasitas yaitu:

1. Aturan dan Kelembagaan Penanggulangan Bencana
2. Peringatan Dini dan Kajian Risiko Bencana
3. Pendidikan Kebencanaan
4. Pengurangan Faktor Risiko Dasar
5. Pembangunan Kesiapsiagaan pada seluruh lini

### **Kapasitas Adaptasi Masyarakat**

Smith dan Pilifosova dalam Dolan dan Walker (2003) menunjukkan bahwa penilaian kapasitas adaptasi bergantung pada Sumberdaya ekonomi (financial), ketersediaan teknologi, kemampuan individu/pelaku adaptasi, pengelolaan, dan kinerja. Kapasitas adaptasi tersebut dapat dilakukan pada tingkat individu maupun kelompok sosial untuk merespon, mengatasi, memulihkan, dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan yang terjadi (Kelly dan Adger, dalam Engle, 2011). Untuk adaptasi kelompok diwujudkan melalui tindakan kolektif dalam lingkungan masyarakat (Adger dalam Smit dan Wandel, 2006). Pernyataan tersebut didukung dengan pendapat Clarvis dan

Allan (2013) bahwa dalam mekanisme kapasitas adaptasi merupakan respon pemerintah maupun institusi pada level nasional maupun regional yang menyediakan panduan untuk merespon perubahan lingkungan., 2003). Pada penelitian ini kapasitas adaptasi dilakukan dengan cara pemberian skor pada aspek fisik, sosial dan ekonomi. Selain itu, penilaian juga dilakukan pada level individu/household. Penentuan skor pada masing-masing aspek tiap level dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh variabel yang kemudian dibagi dengan jumlah responden.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian ini bersifat kuantitatif. Metode. Penelitian Kuantitatif, sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2012: 8) yaitu, “Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui metode primer dan sekunder.

Metode yang digunakan dalam melakukan analisis data adalah metode pendekatan kuantitatif. Teknik analisis yang digunakan dalam pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan analisis spasial. Analisis spasial dalam penelitian ini akan digunakan untuk (1) menggambarkan kawasan rawan bencana gunung api Lokon kota Tomohon, (2) menggambarkan tingkat kapasitas daerah kota Tomohon, (3) menggambarkan tingkat kapasitas adaptasi masyarakat dalam aspek fisik (4) menggambarkan tingkat kapasitas adaptasi masyarakat dalam sosial, (5) menggambarkan tingkat kapasitas adaptasi masyarakat dalam aspek ekonomi. Fungsi spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi digitasi, pengolahan citra. Analisis spasial dilakukan dengan menggunakan GIS (*Geographic Information System*). Tahapan analisis dalam mencapai tujuan penelitian terdiri

dari mengidentifikasi tingkat kapasitas adaptasi di kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu dan memetakan kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu berdasarkan tingkat kapasitas adaptasi masyarakatnya.

## HASIL PENELITIAN

### Tingkat Kapasitas Daerah Kota Tomohon

Analisis tingkat kapasitas daerah dilakukan untuk mengetahui kemampuan kota Tomohon dalam menyesuaikan diri untuk menghadapi bencana letusan gunung api Lokon. Pada penelitian ini kapasitas daerah dilakukan dengan cara pemberian skor pada 5 (lima) prioritas dengan masing-masing indikator dan di jumlahkan. Ke-5 prioritas yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Aturan dan Kelembagaan Penanggulangan Bencana.
2. Peringatan Dini dan Kajian Risiko Bencana.
3. Pendidikan Kebencanaan.
4. Pengurangan Faktor Risiko Dasar.
5. Pembangunan Kesiapsiagaan pada Seluruh Lini.

Untuk mendapat hasil skor setiap kuesioner, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{Total nilai}}{\text{Nilai maksimal}} \times 100$$

Hasil perhitungan kapasitas daerah adalah sebagai berikut:

Tabel I Tabel hasil perhitungan kapasitas daerah kota Tomohon

Instansi	Nilai	Skor Nilai Nilai max
BAPELITBANGDA Kota Tomohon	59	0,67
Dinas Sosial Kota Tomohon	55	0,62
Dinas Kesehatan Kota Tomohon	54	0,61
BLH Kota Tomohon	59	0,67
Dinas Perindustrian Kota Tomohon	53	0,60
BPBD Kota Tomohon	54	0,60
Skor rata-rata		0,63

Sumber: Analisis Penulis (2018)

Untuk menentukan rentang skor penulis menggunakan rumus sebagai berikut:

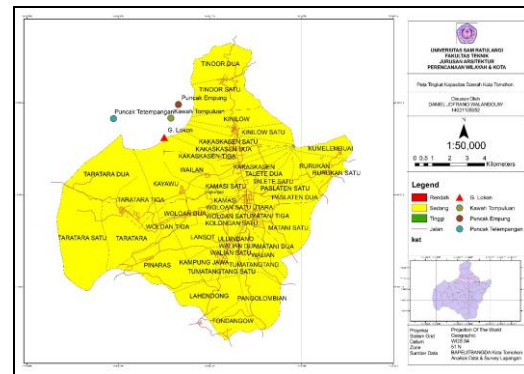
$$\begin{aligned} \text{Rentang skor} &= \frac{\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}}{\text{jumlah klasifikasi skor}} \times 10 \\ &= \frac{0,067 - 0,060}{3} \times 10 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

Tabel II Klasifikasi skor kapasitas daerah

Kelas	Klasifikasi
Rendah	0,60 – 0,62
Sedang	0,63 – 0,65
Tinggi	0,66 – 0,68

Sumber: Analisis Penulis (2018)

Dari tabel di atas dapat diketahui kapasitas daerah kota Tomohon dengan skor rata-rata 0,63 masuk di kelas kapasitas daerah sedang.



Gambar 01 Peta kapasitas daerah kota Tomohon

Sumber: Analisis Penulis (2018)

### Indeks Kapasitas Adaptasi Masyarakat

Analisis indeks kapasitas adaptasi masyarakat merupakan hasil keseluruhan analisis dari aspek fisik, sosial dan ekonomi di Kel. Kakaskasen Satu dan Kel. Kinilow Satu sebagai 2 (dua) kelurahan yang paling terdampak terhadap bencana vulkanik Gunung Lokon. Berikut merupakan indeks kapasitas masyarakat per-kelurahan:

Tabel III Indeks kapasitas adaptasi masyarakat Kel. Kinilow Satu

Kelurahan	Lingkungan	Indeks Kapasitas Adaptasi Masyarakat (IKAM) = (0,4*skor fisik) + (0,3*skor sosial) + (0,3*skor ekonomi)	Kelas
Kinilow Satu	Satu	0,560	Rendah
	Dua	0,557	Rendah
	Tiga	0,530	Rendah
	Empat	0,592	Sedang
	Lima	0,593	Tinggi
	Enam	0,585	Sedang

	Tujuh	0,625	Tinggi
	Delapan	0,608	Tinggi
	Sembilan	0,575	Sedang
	Sepuluh	0,583	Sedang
	Sebelas	0,566	Sedang

Sumber: Analisis Penulis (2018)

Dari tabel di atas dapat diketahui indeks kapasitas adaptasi masyarakat paling tinggi di Kelurahan Kinilow Satu terdapat di lingkungan 7. Sedangkan yang memiliki indeks kapasitas adaptasi masyarakat paling rendah adalah di lingkungan 3.

Tabel IV Indeks kapasitas adaptasi masyarakat Kel. Kakaskasen Satu

Kelurahan	Lingkungan	Indeks Kapasitas Adaptasi Masyarakat (IKAM) = (0,4*skor fisik) + (0,3*skor sosial) + (0,3*skor ekonomi)	Kelas
Kakaskasen Satu	Satu	0,567	Rendah
	Dua	0,580	Rendah
	Tiga	0,601	Sedang
	Empat	0,605	Sedang
	Lima	0,630	Tinggi
	Enam	0,594	Sedang
	Tujuh	0,611	Tinggi
	Delapan	0,593	Sedang
	Sembilan	0,575	Rendah
	Sepuluh	0,571	Rendah

Sumber: Analisis Penulis (2018)

Dari tabel di atas dapat diketahui indeks kapasitas adaptasi masyarakat di Kelurahan Kakaskasen Satu terdapat di lingkungan 5. Sedangkan yang memiliki indeks kapasitas adaptasi masyarakat paling rendah adalah di lingkungan 1.

Tabel V Klasifikasi skor kapasitas adaptasi masyarakat Kel. Kinilow Satu

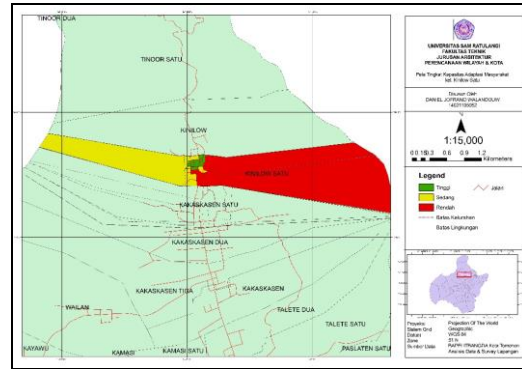
Kelas	Klasifikasi
Rendah	0.530 – 0.561
Sedang	0.562 – 0.592
Tinggi	0.593 – 0.625

Sumber: Analisis Penulis (2018)

Tabel VI Klasifikasi skor kapasitas adaptasi masyarakat Kel. Kakaskasen Satu

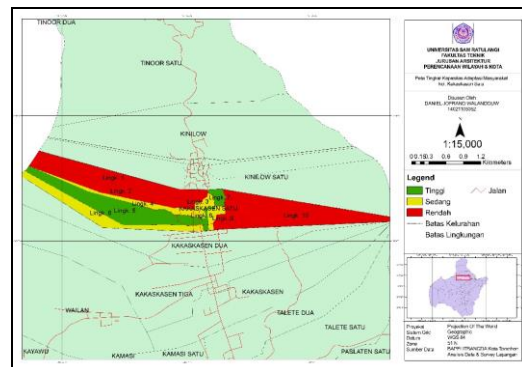
Kelas	Klasifikasi
Rendah	0,567 – 0,588
Sedang	0,589 – 0,609
Tinggi	0,610 - 630

Sumber: Analisis Penulis (2018)



Gambar 02 Peta kapasitas adaptasi masyarakat Kel. Kinilow Satu

Sumber: Analisis Penulis (2018)



Gambar 03 Peta kapasitas adaptasi masyarakat Kel. Kakaskasen Satu

Sumber: Analisis Penulis (2018)

Melalui gambar 03 dapat diketahui perbedaan tingkat kapasitas adaptasi masyarakat antara Kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu. Kelurahan Kinilow Satu memiliki tingkat kapasitas adaptasi yang lebih tinggi dari pada kelurahan Kakaskasen Satu. Hal ini sangat terlihat dari jumlah lingkungan di Kelurahan Kinilow Satu yang hanya memiliki 3 (tiga) dari 11 (sebelas) lingkungan yang bertingkat kapasitas adaptasi masyarakat rendah.

### Rekomendasi – Rekomendasi Penanganan Wilayah dengan Kelas Kapasitas Adaptasi Rendah

Ditinjau dari hasil analisis tingkat kapasitas bencana vulkanik Gunung Lokon, maka diperlukan adanya usulan atau arahan perencanaan dan perbaikan untuk upaya mengurangi risiko bencana. Kegiatan – kegiatan yang mencakup rekomendasi penanggulangan bencana biasa disebut dengan mitigasi bencana. Tujuan dari

mitigasi bencana adalah upaya untuk meminimalkan dampak bencana yang mencakup baik perencanaan dan pelaksanaan tindakan-tindakan untuk mengurangi dampak dari suatu bencana yang dilakukan sebelum, saat dan setelah terjadinya bencana.

Berikut merupakan beberapa rekomendasi – rekomendasi penanganan di lingkungan – lingkungan dengan kelas kapasitas rendah:

Tabel VII Rekomendasi – rekomendasi penanganan

Kelurahan	Lingkungan	Usulan Rekomendasi Penanganan
Kinilow Satu	1	- Membuat sarana evakuasi yang lebih memadai di setiap lingkungan yang belum memiliki sarana evakuasi yang memadai. - Pemerintah mengadakan penyuluhan mengenai kebencanaan per-lingkungan di wilayah rentan terhadap bencana gunung api. Khususnya wilayah dengan tingkat kapasitas rendah.
	2	
	3	
Kakaskasen Satu	1	- Pengadaan dan pengoptimalan kembali bantuan dana dari pemerintah agar tepat sasaran untuk masyarakat yang terkena dampak vulkanik gunung api.
	2	
	9	
	10	

Sumber: Analisis Penulis (2018)

### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan tujuan dari penelitian pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Untuk analisis kapasitas adaptasi masyarakat di Kelurahan Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu terhadap bencana vulkanik Gunung Lokon ditinjau dari hasil pengolahan data pengambilan sampel (kuesioner) dibagi atas 3 (tiga) kelas yaitu kelas kapasitas tinggi meliputi 4 lingkungan (lingk.7 dan 8 di Kel. Kinilow Satu; lingk.5 dan 7 di Kel. Kakaskasen Satu), kelas kapasitas

sedang meliputi 10 lingkungan (lingk.1, 5, 6, 9, 10 dan 11 di Kel. Kinilow Satu; lingk.2, 3, 6 dan 8 di Kel. Kakaskasen Satu) dan kelas kapasitas rendah meliputi 7 lingkungan (lingk. 2 - 4 di Kel. Kinilow Satu; lingk.1, 2, 9 dan 10 di Kel. Kakaskasen Satu). Sehingga 7 dari 21 lingkungan dengan kelas kapasitas rendah memerlukan perencanaan dan perbaikan untuk mengurangi risiko bencana vulkanik gunung api di kawasan paling terdampak.

2. Hasil analisis kapasitas adaptasi masyarakat dengan menggunakan metode analisis spasial untuk Kel. Kinilow Satu dan Kakaskasen Satu, lingkungan – lingkungan yang memiliki jarak terdekat dengan Gunung Lokon memiliki kelas kapasitas rendah diberikan warna merah (tidak baik), seperti yang terdapat di lingk 11 di Kel. Kinilow Satu dan lingk. 1 dan 2 di Kel. Kakaskasen Satu. Sedangkan untuk kelas kapasitas sedang (cukup baik) diberikan warna kuning dan kelas kerentanan tinggi (baik) diberikan warna hijau.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adger Et Al. 2004. *New Indicator Of Vulnerability And Adaptive Capacity*
- Anonim. 2016. *Buku Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- Clarvis, M. H., & Allan, A. 2013. *Adaptive capacity in a Chilean context: A questionable model for Latin America*. Environmental Science & Policy.
- Dolan, A. H., & Walker, I. J. (2004). *Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks*. Journal of Coastal Research.
- Eddy Prahasta, 2001, *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Penerbit Informatika, Bandung
- Engle, N. L. 2011. *Adaptive capacity and its assessment*. Global Environmental Change.

- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. 2005. *Adaptive governance of social-ecological systems*. Annual Review of Environment and Resources.
- Keele, 1997, *An Introduction to GIS using ArcView. Tutorial Issue 1 Spring 1997 based on Arcview release 3*.
- Kelly dan Adger, 2011. *Theory and Practice in Assesing Vulnerability to ClimateChange and Facilitating Adaptation*.
- Kristianto, 1996, *Evaluasi Kegiatan G. Lokon Tahun 1995*, Arsip Direktorat Vulkanologi.
- Kumalasari, N. R. (2014). *Kapasitas adaptasi terhadap kerentanan perubahan iklim di Tambak Lorok, Kelurahan Tanjung Mas Semarang*. Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota
- Kusumadinata, K., 1979. *Data Dasar Gunungapi*, Direktorat Vulkanologi, Bandung, hal. 661 - 665.
- I Wayan Nuarsa, 2005, *Menganalisa Data Spasial dengan ArcView GIS 3.3*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Matahelemual, 1985, *G. Lokon - Empung, Berita Berkala Vulkanologi*, Direktorat Vulkanologi.
- Mulyadi, D., Hendrasto, M., Imam Suradji., 1990, *Laporan Pemetaan Geologi G.Lokon - Empung, Sulawesi Utara*, Arsip Direktorat Vulkanologi.
- Smit and Wandel. 2006. "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability". Global Environmental Change.
- Julian H. Steward 1955, *Theory of Culture Change: The Methodology of Multilinear Evolution*, American Journal of Educational Research.
- Williamson, T., Hesseln, H., & Johnston, M. 2010. *Adaptive capacity deficits and adaptive capacity of economic systems in climate change vulnerability assessment*.