

TINJAUAN MITIGASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN WISATA PESISIR TELUK KUPANG

Priska Gardeni Nahak^{1*}, Mathelda Christiana Mauta² Deasi D.A.A Daud³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang

E-mail: priska.nahak@pnk.ac.id

² Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang

E-mail: mathelda_mauta@pnk.ac.id

³ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang

E-mail: desy.daud@pnk.ac.id

Abstrak

Pantai Oesapa merupakan salah pantai tujuan wisata yang terletak di Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. Letak Pantai Oesapa adalah di pesisir teluk Kupang yang cukup dekat dengan Pantai Selatan (Samudra Hindia). Oleh karena itu Pantai Oesapa juga sangat rentan terhadap bahaya Tsunami, maka perlu adanya upaya penanggulangan terhadap bahaya tsunami sejak dini terhadap Pantai Oesapa, sehingga wisatawan yang datang ke Pantai Oesapa tetap merasa aman dan nyaman.

Penelitian ini menggunakan metode deskripsi dengan melakukan observasi dan kajian secara langsung di lapangan terhadap berbagai kondisi guna mengetahui seberapa besar dampak dan kerusakan yang mungkin terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk: a) Menghitung waktu yang diperlukan oleh gelombang tsunami dari pusat patahannya ke Pantai Oesapa. b) Memperkirakan lokasi atau jarak penempatan alat detector peringatan dini. c) Mengkaji situasi yang ada di lapangan terhadap dampak yang akan ditimbulkan oleh gelombang tsunami.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa: waktu datang gelombang tsunami adalah 20,52 menit setelah terjadi dislokasi.; Lokasi pemasangan alat detector peringatan dini pada jarak 67,6 km dari garis pantai, sehingga memberikan waktu sekitar 15 menit bagi wisatawan untuk menyelamatkan diri.; Daerah yang terkena gelombang tsunami secara langsung adalah seluruh daerah pesisir Teluk Kupang, yang memiliki elevasi kurang dari 45,3 m.; Pantai wisata Oesapa juga berpotensi terkena gelombang tsunami secara langsung, karena memiliki elevasi kurang dari 45,3 m.

Kata kunci: Gempa, Tsunami, & early warning system

PENDAHULUAN

Gempa bumi dan gelombang tsunami tanggal 26 Desember 2005 silam telah mengakibatkan kehancuran dan penderitaan yang luar biasa bagi masyarakat, terutama di Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam Nias dan Sumatera Utara. Tidak kurang dari 120.000 orang tewas dalam dan bencana tersebut dan lebih dari 400.000 orang kehilangan tempat tinggal.

sanitasi, jalan dan jembatan, rumah sakit dan sekolah), telekomunikasi dan aliran listrik rusak parah.

Pulau Timor dalam SNI-1726-2002 Tentang Bangunan Tahan Gempa, dimasukkan dalam wilayah gempa 5 (urutan terbesar ke dua) yang berarti Pulau Timor merupakan daerah yang sangat rawan terhadap gempa bumi (gempa tektonik). Hal ini disebabkan karena pada bagian Selatan dari Pulau Timor yaitu di Samudra Hindia merupakan lokasi pertemuan antar Lempeng

Australia dan Lempeng Eurasia, (http://id.wikipedia.org/wiki/Tectonic_plates).

Akibatnya jika suatu saat terjadi patahan pada lokasi pertemuan tersebut, maka selain gempa bumi, juga akan mungkin terjadi Tsunami karena lokasi patahan berada di dalam Laut. Daerah terparah yang akan terkena dampak tsunami, adalah seluruh pantai selatan dari Pulau Timor.

Pesisir Teluk Kupang merupakan salah

yang terletak di dalam pusat Kota Kupang. Di Pesisir Teluk Kupang, terdapat beberapa lokasi tujuan wisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan baik mancanegara maupun domestik. lokasi-lokasi wisata itu antara lain, Pantai Namosain, Pantai Pasir Panjang, Pantai Batu Nona, Pantai Lasiana dan lain-lain. salah satu Pantai di kawasan Pesisir Teluk Kupang yang paling sering dikunjungi adalah pantai di kelurahan Oesapa yaitu Pantai Nunsui dan Pantai Batu Nona. Lokasi pantai ini berada dalam wilayah Kota Kupang. Pantai ini terkenal karena

pemandangan pantainya yang sangat indah.

Pantai Oesapa terletak dalam gugusan Pesisir Teluk Kupang. Walaupun lokasi pantai ini sedikit terlindung oleh pulau Semau, namun dampak tsunami akan tetap berpengaruh terhadap pantai-pantai di Pesisir Teluk Kupang, karena letaknya yang sangat dekat dengan Laut Selatan (Samudra Hindia). Oleh sebab itu Pesisir Teluk Kupang juga sangat rentan terhadap bahaya Tsunami. Sehingga perlu adanya upaya penanggulangan sejak dini terhadap Pesisir Teluk Kupang sebagai daerah Pariwisata sehingga wisatawan yang datang ke Pesisir Teluk Kupang tetap merasa aman dan nyaman.

Upaya penanggulangan yang dilakukan dapat melalui kajian-kajian dengan berbagai kondisi, guna mengetahui seberapa besar kerusakan yang mungkin terjadi, dengan beberapa variasi ketinggian gelombang tsunami, sehingga dapat ditentukan konsep mitigasi apa yang dapat diterapkan.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Data
 Data yang dikumpulkan berupa data Primer dan data Sekunder. Data Primer diperoleh melalui hasil survey dan kajian di lapangan berupa data situasi lapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait, meliputi : Peta rupa bumi digital Indonesia, Data titik-titik pusat gempa di sekitar Samudra Hindia diperoleh dari *web site* BMKG
2. Pengolahan Data
 - a. Menghitung secara kuantitatif dari data/peta yang diberikan
 - 1) Menentukan titik pusat gempa yang paling berpengaruh yang pernah terjadi. Penentuan lokasi dilakukan berdasarkan Peta seismitas dari BMKG. Lokasi ini kemudian akan digunakan sebagai titik pusat patahan/sumber gelombang tsunami
 - 2) Untuk menghitung waktu tiba dari gelombang tsunami ke Pantai Oesapa.
 - 3) Untuk menghitung perkiraan lokasi/jarak penempatan detector dini yang dapat memberikan waktu tertentu bagi warga/wisatawan untuk menyelamatkan diri dari gelombang tsunami.

- 4) Menghitung kemungkinan *run-up* yang terjadi di Pantai Oesapa.
- 5) Melihat daerah mana saja yang akan terkena gelombang tsunami (dari perhitungan sebelumnya).

- b. Melakukan kajian kualitatif
 Kajian kualitatif dilakukan dengan membaca situasi di lapangan, hasil survey ke Pantai Oesapa, dan melakukan kajian terhadap kondisi lapangan dan dampak yang mungkin terjadi, kemudian membuat Peta Kerawanan bahaya Tsunami.

3. Analisa

Analisa dan pembahasan dilakukan berdasarkan sifat-sifat gelombang tsunami. Gelombang tsunami merupakan gelombang panjang yang tidak *dispersif*, mengalami *refraksi*, *defraksi* dan *shoaling*.

a. Tidak *Dispersif*

Energi gelombang di bawah oleh gelombang dengan kecepatan sama dengan gelombangnya sehingga energi gelombang hampir tidak berkurang selama perjalanannya.

Persamaan-persamaan Energi:

- 1) *Kontinuitas Fluks:Kontinuitas Fluks* energi

$$F_1 = F_2 \quad (1)$$

$$(E.n.C.b)_1 = (E.n.C.b)_2 \quad (2)$$

- 2) Energi gelombang berjalan dengan kecepatan

$$C = \sqrt{gh} \quad (3)$$

dengan,

g = percepatan gravitasi bumi = 9,81 m/dt²

h = kedalaman laut (m)

- 3) Besarnya energi gelombang sinus

$$E = \frac{\rho g L H^2}{8} \quad (4)$$

dengan,

ρ = berat massa air = 1

L = panjang gelombang (m)

H = kedalaman laut (m)

g = percepatan gravitasi = 9,81m/dt²

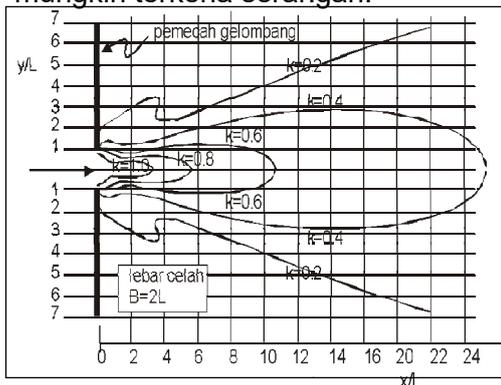
b. *Refraksi*

Refraksi terjadi karena

gelombang berbelok akibat berjalan pada kedalaman yang tidak rata, sehingga terjadi perubahan tinggi gelombang dan menyebabkan energi gelombang dapat menyebar atau berkumpul.

c. *Defraksi*

Gelombang menyebar ke daerah yang lebih luas karena tertahan, hal ini menyebabkan daerah yang terlindung masih mungkin terkena serangan.



Gambar 2.5 Refraksi gelombang tsunami

d. *Shoaling*

Jika energi gelombang tidak berkurang terhadap gesekan dengan dasar laut maka pada kedalaman kecil kecepatan (C) juga kecil sehingga panjang gelombang (L) pun mengecil. Pada kedalaman kecil, gelombang lebih pendek, sehingga jika energi konstan gelombang harus lebih tinggi.

$$L = CT \tag{5}$$

dengan;

C = kecepatan gelombang

T = perioda gelombang

Persamaan shoaling:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{\sqrt{b_1} \sqrt{C_1 n_1}}{\sqrt{b} \sqrt{C_2 n_2}} \tag{6}$$

Dengan:

H = tinggi gelombang

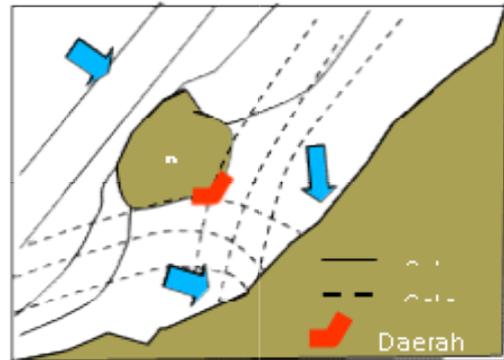
b = lebar gelombang

C = kecepatan (jalar) gelombang

n = 1 (untuk gelombang tsunami)

e. Refleksi

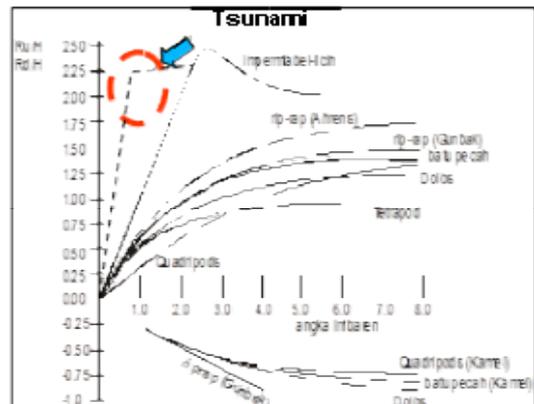
Gelombang tsunami dapat memantulkan energinya jika membentur sesuatu bidang yang keras sehingga dapat mengenai bidang didepannya



Gambar 2.6 Refleksi gelombang tsunami

f. *Run Up*

Gelombang tsunami dapat mengalami run up, sehingga daerah yang tinggi masih mungkin terkena tsunami. Untuk menghitung run up dari gelombang tsunami dapat dilakukan dengan melihat grafik hubungan antara Ru/H atau Rd/H terhadap angka irrabaren berikut ini :



Gambar 2.7 Grafik Run up / Run down

HASIL DAN PEMBAHASAN

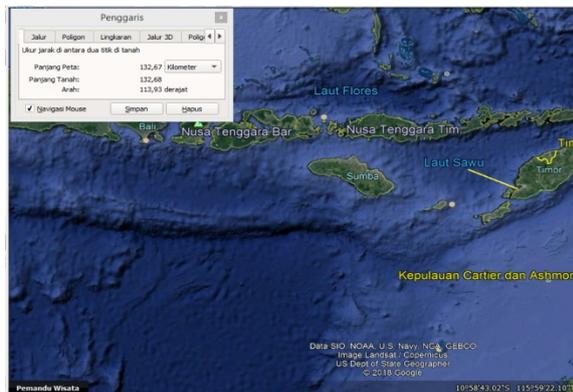
A. Lokasi Patahan di Laut

Dari Data yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika, maka dipilih lokasi patahan yang berada di Laut Timor (selatan Pulau Timor) yang diperkirakan dapat memicu terjadinya tsunami di Pantai Oesapa. Lokasi ini dipilih berdasarkan lokasi pusat gempa

yang pernah terjadi di sekitar daerah patahan, tanpa memperhatikan kekuatan gempanya. Lokasi yang dipilih dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini



Gambar 1 Lokasi titik pusat gempa yang dipakai



Gambar 2 Jarak lokasi titik pusat gempa yang dipakai

B. Waktu Datang Gelombang Tsunami

Menghitung waktu yang dibutuhkan oleh tsunami dari lokasi patahan yang ditunjukkan dalam peta hingga ke Oesapa

- Jarak lokasi patahan dengan Pantai Oesapa = 132,67Km
- Total waktu yang dibutuhkan oleh gelombang tsunami dari lokasi pusat gempa untuk sampai ke pantai Oesapa adalah:
 $t_1 + t_2 = 9,54 + 10,97 = 20,51$ menit.

Jadi waktu yang dibutuhkan oleh gelombang tsunami dari lokasi pusat gempa untuk sampai ke pantai Oesapa adalah 20,51 menit

C. Letak Penempatan Detektor

Agar masyarakat menjadi waspada terhadap ancaman bahaya tsunami perlu dilakukan pemasangan suatu alat early warning system yang sederhana berupa

detector peringatan dini.

Waktu deteksi = 15 menit (sebelum mencapai pantai)

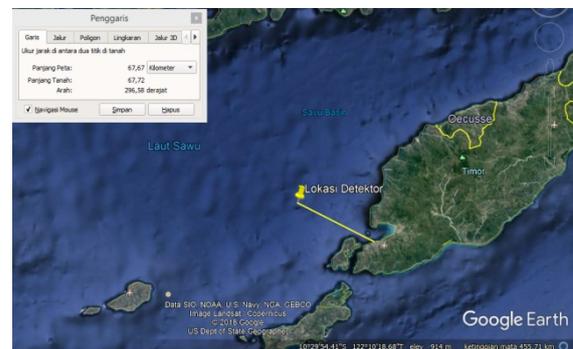
Dimana letak penempatan detector agar gelombang Tsunami dapat dideteksi 15 menit sebelum mencapai pantai Oesapa?

Pada perhitungan sebelumnya diketahui bahwa selama di dalam batas cakupan garis pantai ($S_1=19,308$ km) maka waktu yang diperlukan gelombang tsunami mencapai pantai adalah 10,97 menit, sehingga tersisa waktu sebanyak $(15-10,97)=4,03$ menit, yaitu pada kedalaman laut yang dianggap sama (sekitar 4000 m), sehingga jaraknya yang tersisa untuk waktu (4,03 menit) adalah :

- Pada perhitungan sebelumnya diketahui kecepatan pada kedalaman 4000 m adalah 198,1 m/dt.
- Sehingga, Jarak (S) = $4,03 * 60 * 198,1$
 $S_2 = 47900,58$ m

Jadi jarak ideal diletakkannya detector peringatan dini agar tsunami dapat terdeteksi 15 menit sebelum mencapai pantai adalah :

$$S_1 + S_2 = 19308 \text{ m} + 47900,58 \text{ m} = 67208,58 \text{ m} = 67,6 \text{ Km dari garis pantai.}$$



Gambar 3 Perkiraan penempatan detektor

D. Tinggi Run Up Gelombang Tsunami

Bila diasumsikan tinggi gelombang tsunami saat terjadi dislokasi adalah 5 meter dengan panjang gelombang tsunami sebesar 20 km, maka kemungkinan tinggi run-up pada pantai Oesapa dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung tinggi gelombang tsunami ketika sampai ke pantai dengan menggunakan persamaan shoaling dengan asumsi bahwa nilai b-nya konstant. Yaitu sebagai berikut :

Diketahui data asumsi:

- $H_1 = 5$ m
- $h_1 = 4000$ m
- $h_2 = 2$ m
- $L = 20$ km

Tinggi Gelombang dihitung dengan persamaan *shoaling*:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{\sqrt{b_1} \sqrt{C_1}}{\sqrt{b_2} \sqrt{C_2}} = \frac{\sqrt{b_1} \sqrt{\sqrt{gh_1}}}{\sqrt{b_2} \sqrt{\sqrt{gh_2}}}$$

Tinggi gelombang harus memenuhi persamaan: $\frac{H}{d} = 0.78$

Dari hasil perhitungan (lihat lampiran) didapat **tinggi gelombang (H) = 18,1 m**

Dengan tinggi gelombang ketika mencapai pantai adalah 18,1 m, maka tinggi *Run Up* dari gelombang tsunami ini dengan nilai Ru/H sebesar 2,25 (Gambar 2.7) adalah $Ru = 2,25 * H_2$

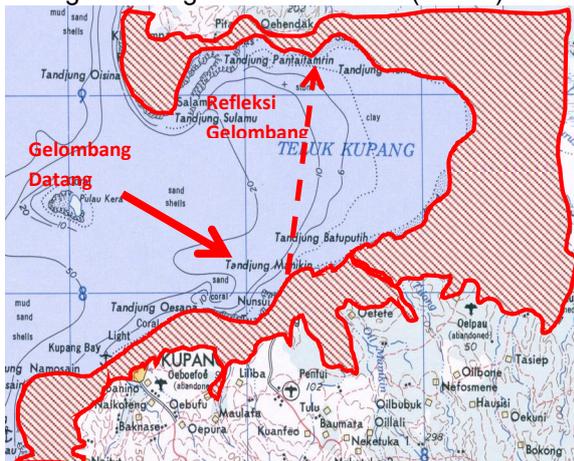
$$Ru = 2,25 * 18.12$$

$$\mathbf{Ru = 45,3 m.}$$

E. Daerah yang Berpotensi Terkena Dampak Tsunami

Dengan tinggi run-up yang mencapai 42,3 m, dan panjang gelombang 20 m maka diperkirakan daerah yang akan terkena tsunami adalah:

- Daerah yang terkena gelombang tsunami secara langsung adalah daerah-daerah yang langsung berhadapan dengan gelombang tsunami yaitu di sepanjang Pesisir Teluk Kupang pantai Oesapa dan pantai-pantai lainnya dalam kawasan Teluk Kupang, yang memiliki elevasi yang lebih rendah dari pada tinggi run-up gelombang tsunami tersebut (27.2m).



Gambar 4.4 Peta daerah yang berpotensi terkena gelombang tsunami secara langsung pada Daerah Pesisir Teluk Kupang

- Berdasarkan hasil analisa, diketahui bahwa hampir seluruh daerah pesisir di Teluk Kupang berpotensi terkena gelombang Tsunami, terutama daerah

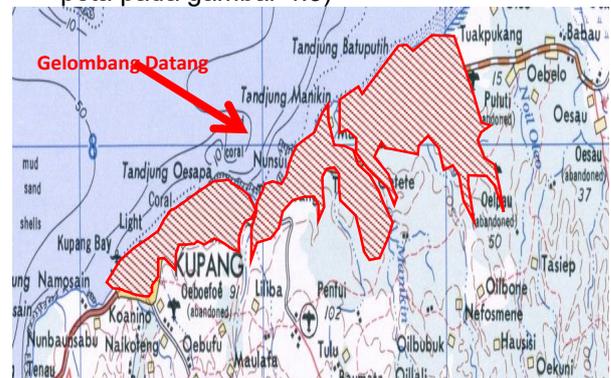
yang elevasinya kurang dari 45.3. Pantai Oesapa yang juga merupakan bagian dari gugusan pantai di daerah pesisir Teluk Kupang, sangat berpotensi terkena gelombang tsunami secara langsung. (Lihat pada gambar 4.4)

- Tanjung Pantai Tamrin, merupakan daerah terparah, karena selain terkena gelombang tsunami secara langsung, juga akan terkena pengaruh akibat refleksi gelombang tsunami. (Lihat Gambar 4.4)

F. Kajian Dampak Tsunami yang Mungkin Terjadi

Berdasarkan hasil perhitungan *Run Up* gelombang, diketahui bahwa:

- Jika tinggi gelombang tsunami saat terjadi dislokasi adalah 3 meter maka tinggi gelombang saat mencapai pantai adalah 10,9 m dengan *Run Up* gelombangnya adalah 27,2 m. Hal ini berarti bahwa daerah-daerah di Pesisir Teluk Kupang yang memiliki elevasi kurang dari 27,2 m, pasti akan terkena dampak tsunami.
- Jika tinggi gelombang tsunami saat terjadi dislokasi adalah 5 meter maka tinggi gelombang saat mencapai pantai adalah 18,1 m dengan *Run Up* gelombangnya adalah 45,3 m. Hal ini berarti bahwa daerah-daerah di Pesisir Teluk Kupang yang memiliki elevasi kurang dari 45,3 m, pasti akan terkena dampak tsunami. (Lihat peta pada gambar 4.5)



Gambar 4.5 Peta daerah Pesisir Oesapa dan sekitarnya yang berpotensi terkena gelombang tsunami secara langsung

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Waktu datang gelombang tsunami adalah 20,51 menit setelah terjadi dislokasi. Nilai ini dihitung dari pusat lokasi terhadap

- lokasi wisata pantai Oesapa
2. Agar masyarakat menjadi waspada terhadap ancaman bahaya tsunami, maka perlu dilakukan pemasangan suatu alat *early warning system* yang sederhana berupa *detector* peringatan dini pada jarak 67,6 km dari garis pantai, sehingga memberikan waktu sekitar 15 menit bagi wisatawan untuk menyelamatkan diri.
 3. Tinggi gelombang pada saat mencapai pantai adalah 18 m (jika tinggi gelombang saat dislokasi=5m), sehingga tinggi run up gelombang adalah 45.3 m.
 4. Daerah yang terkena gelombang tsunami secara langsung adalah seluruh daerah pesisir Teluk Kupang, yang memiliki elevasi kurang dari 45.3 m.
 5. Pantai wisata Oesapa juga berpotensi terkena gelombang tsunami secara langsung, karena memiliki elevasi kurang dari 45,3 m. oleh sebab itu perlu ada upaya mitigasi sejak dini guna meminimalisir dampak yang mungkin terjadi.

Saran

1. Perlu adanya tanggapan positif dari Pemerintah daerah setempat, terhadap hasil penelitian ini guna minimalisir kerugian yang mungkin terjadi akibat tsunami di pantai Oesapa dan sekitarnya.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk membuat peta kerawanan dan pola rute evakuasi di Pantai Oesapa, sehingga dapat membantu wisatawan dan masyarakat untuk menyelamatkan diri pada saat terjadi tsunami.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada Politeknik Negeri Kupang yang telah mendanai penelitian ini melalui dana DIPA PNK Tahun Anggaran 2017, dengan Kontrak Nomor: 40h /PL23.PPK.PNBP/PL/2017
Tanggal: 21 Agustus 2017

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmodjo, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta

Coburn A.W., Spence R.J.S dan Pomonis A., 1994, Modul Mitigasi Bencana, UNDP

www.wikipedia.org/wiki/Tectonic_plates.

Kodoatie Robert dan Rustam sjarief, 2006, *Pengelolaan Bencana Terpadu (Banjir, longsor, kekeringan dan tsunami)*, Yarsif Watampone, Jakarta

Radiana Triatmadja, 2007, Bahan kuliah Magister Pengelolaan Bencana Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

SNI 03 – 1726-2003, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan untuk Bangunan Gedung*, DPU

Yayasan IDEP, 2005, *Panduan Umum Penanggulangan Bencana berbasis Masyarakat*, Denpasar (www.idepfoundation.org/pbbm)