

TSUNAMI MENTAWAI 25 OKTOBER 2010 DAN DAMPAKNYA KINI TERHADAP PANTAI BARAT MENTAWAI

TSUNAMI OF MENTAWAI ON 25 OCTOBER 2010 AND ITS TODAY IMPACT ON THE WEST COAST OF MENTAWAI

Herdiana Mutmainah^{1,*}, Dominika Wara Christiana², Gunardi Kusumah¹

¹Loka Penelitian Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir, KKP, Komp. PPS Bungus, Jl. Raya Padang Painan KM 16, Padang, Sumatera Barat 25245

²Program Studi Oseanografi, Institut Teknologi Bandung

*Corresponding author e-mail: herdianam@yahoo.com

Submitted: 29 Oktober 2016 / Revised: 29 Oktober 2016 / Accepted: 31 Oktober 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.21107/jk.v9i2.1917>

ABSTRACT

Tsunami that occurred on October 25, 2010 in Mentawai caused by the subduction of Indo-Australian plate and the Eurasian. An earthquake with a magnitude of 7.7 MW occurred at 14:42:22 UTC, or 21:42:22 pm with the epicenter at 3.484 °LS and 100.114 °BT, at a depth of 20.6 kilometers in the Indian Ocean and is 280 kilometers from Padang or 110 kilometers of North Pagai. This earthquake was classified as a tsunami earthquake seaquake that generate big enough tsunami waves. Tsunami simulation was performed using 1.7 COMCOT with cesarean parameter strike 325°, dip 11,62°, and slip 101.4625°. The simulation results show that the tsunami height at six points ranging from 3.4 to 4.3 meters. This model calculates wave propagation up to the shoreline using linear equations. 2010 Tsunami impact on the West coast of the Mentawai include changes in the coastline that is severe abrasion on a small island and the loss of the region as well as several species of mangrove.

Keywords: *Tsunami earthquake, the fault parameters, Mentawai Tsunami*

ABSTRAK

Tsunami yang terjadi pada 25 Oktober 2010 di Mentawai disebabkan oleh subduksi lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Gempa dengan magnitude 7.7 MW ini terjadi pada pukul 14:42:22 UTC atau 21:42:22 WIB dengan lokasi episenter di 3.484 °LS dan 100.114 °BT, pada kedalaman 20.6 kilometer di Samudera Hindia dan berjarak 280 kilometer dari Padang atau 110 kilometer dari Pagai Utara. Gempa ini tergolong tsunami earthquake karena merupakan gempa dasar laut yang menghasilkan gelombang tsunami cukup besar. Simulasi tsunami dilakukan menggunakan COMCOT 1.7 dengan parameter sesar strike 325°, dip 11,62°, dan slip 101.4625°. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tinggi tsunami di enam titik berkisar 3.4 hingga 4.3 meter. Model ini menghitung penjalaran gelombang sampai ke garis pantai menggunakan persamaan linear. Dampak Tsunami tahun 2010 terhadap pantai Barat Mentawai berupa perubahan garis pantai yaitu abrasi parah pada pulau kecil dan hilangnya kawasan serta beberapa jenis mangrove.

Kata Kunci: *Tsunami earthquake, parameter sesar, dampak Tsunami Mentawai*

PENDAHULUAN

Tsunami adalah bencana alam di kawasan pesisir yang disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya adalah gempa besar di dasar laut. Data statistik menunjukkan sejak tahun

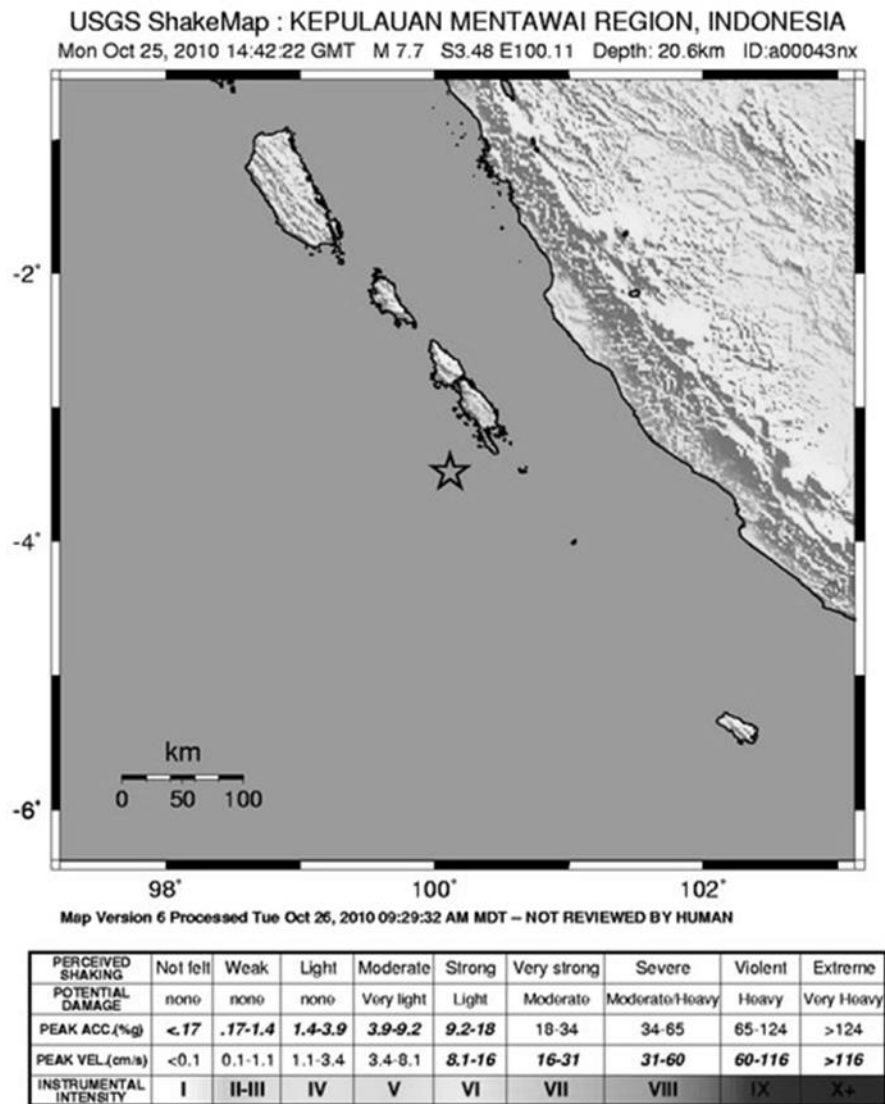
1612 hingga 2000 sebanyak 118 kejadian Tsunami di Indonesia yang berdampak kerusakan fatal, 90% disebabkan oleh gempa di bawah laut, 9% vulkanik dan 1% tanah longsor (Latief *et al.*, 2000). Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang

sering mengalami gempa baik di darat maupun di laut karena lokasinya berada pada patahan Sumatera atau lempeng subduksi busur Sunda dan diantara 2 (dua) lempeng tektonik yaitu Eurasia dan Hindia-Australia. Kondisi batimetri laut dalam (Samudera Hindia) dan morfologi, serta topografi pantai atau kawasan pesisir memperbesar peluang terjadinya Tsunami. Shuto (1993), menyebutkan bahwa jarak jangkauan Tsunami ke daratan sangat ditentukan oleh tingkat kecuraman atau kelandaian pantai. Beberapa indikator yang mempengaruhi tingkat bahaya Tsunami diantaranya adalah landaan, kelerengan pantai, kekasaran pantai dan intensitas gempa bumi (Diposaptono dan Budiman, 2006). Tercatat bahwa Tsunami besar yang pernah terjadi di Padang yaitu pada tahun 1797 dan 1833 dengan ketinggian lebih dari 6 meter (McCloskey *et al.*, 2008). Kepulauan Mentawai, merupakan salah satu kabupaten di Sumatera Barat yang sangat rawan terhadap gempa dasar laut. Pada Senin, 25 Oktober 2010 terjadi gempa dengan magnitudo 7.7 MW di Samudera Hindia yang berdampak pada pantai barat Kepulauan Mentawai. Gempa terjadi akibat tumbukan lempeng Hindia-Australia dengan lempeng Eurasia sehingga menimbulkan patahan sepanjang 200 km di zona Megathrust Sunda (<http://inatews.bmkg.go.id/>). Menurut USGS, gempa terjadi pada pukul 14:42:22 UTC atau 21:42:22 waktu setempat dengan episenter di 3.484° LS dan 100.114° BT pada kedalaman 20.6 kilometer yang berjarak 110 km dari Pagai Utara, Kepulauan Mentawai. Tsunami pada tahun 2010 menyebabkan korban jiwa 428 orang meninggal, 74 orang hilang dan 498 orang luka-luka. Kerugian ditaksir sekitar Rp 6,8 M. 517 bangunan rusak berat dan 204 rumah rusak ringan (<http://www.puailiggoubat.com>). Penelitian oleh LIPI dan EOS tahun 2010 memperkirakan bahwa perairan Kepulauan Mentawai masih menyimpan potensi gempa dan Tsunami susulan sebesar 8,8 MW

terutama daerah sekitar perairan Barat dan Timur Pulau Siberut hingga Pagai Utara (Natawidjaja, 2011). Hasil pemetaan indikator tingkat rawan gempa menggunakan AHP terhadap morfologi, topografi dan demografi di Pulau Pagai Utara menunjukkan pesisir barat tergolong rawan sedangkan pesisir timur sangat rawan (Setya, 2011). Namun pada kenyataannya, Tsunami Mentawai lebih berdampak pada kerusakan di pesisir Barat dibanding pesisir Timur. Hal ini disebabkan pesisir Timur cukup terlindung karena diapit oleh daratan Kepulauan Mentawai dan Pulau Sumatera, serta dibatasi oleh Selat Mentawai yang tidak terlalu lebar atau dalam dibanding Samudera Hindia di pesisir Barat.

Gempa Mentawai 2010 merupakan gempa berskala besar. Gempa tersebut terjadi akibat lempeng Hindia-Australia menabrak bagian barat Sumatra dengan kemiringan 12° ke arah timur dengan kecepatan 50-60 mm/tahun (Natawidjaja, 2003; Prawirodirdjo, 2000) atau disebut zona subduksi dan menimbulkan dua arah tekanan yaitu tegak lurus dan sejajar palung ke arah barat laut sehingga menimbulkan patahan Sumatra di sepanjang Bukit Barisan (Sieh dan Natawidjaja, 2000). Pergerakan tersebut menyebabkan sesar naik di permukaan pada batas lempeng subduksi Hindia-Australia dan subduksi Megathrust Sunda. Pergerakan lempeng Hindia-Australia adalah ke arah timur laut terhadap Megathrust Sunda (Yudhicara *et al.*, 2010).

Penelitian ini merupakan simulasi pemodelan Tsunami menggunakan COMCOT 1.7 dengan persamaan numerik linear koordinat bola untuk mengetahui penjalaran gelombang akibat sesar antara batas lempeng subduksi Hindia-Australia dan Eurasia yang dibandingkan dengan hasil penelitian Satake (2013) serta perubahan kondisi pantai barat Mentawai terkini yang rusak akibat Tsunami pada tahun 2010.



Sumber: USGS, 2015

Gambar 1. Lokasi gempa di Kepulauan Mentawai 25 Oktober 2010

MATERI DAN METODE

Metode yang digunakan adalah survey primer berupa wawancara, dokumentasi, pengambilan substrat dasar perairan menggunakan *sediment grab* dan ground truthing menggunakan GPS serta survey sekunder berupa peta bathimetri Dishidros, RBI, peta google earth, dan GEBCO. Penelitian ini dilakukan pada 4 hingga 8 April

2016 di pantai barat Pulau Pagai Utara, Kabupaten Kepulauan Mentawai dan pulau-pulau kecil disekitarnya. Adapun persamaan pembangun yang digunakan dalam COMCOT 1.7 pada kasus ini adalah persamaan linear untuk fungsi ketinggian run up dan waktu penjalaran Tsunami untuk koordinat bola. Persamaan-persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

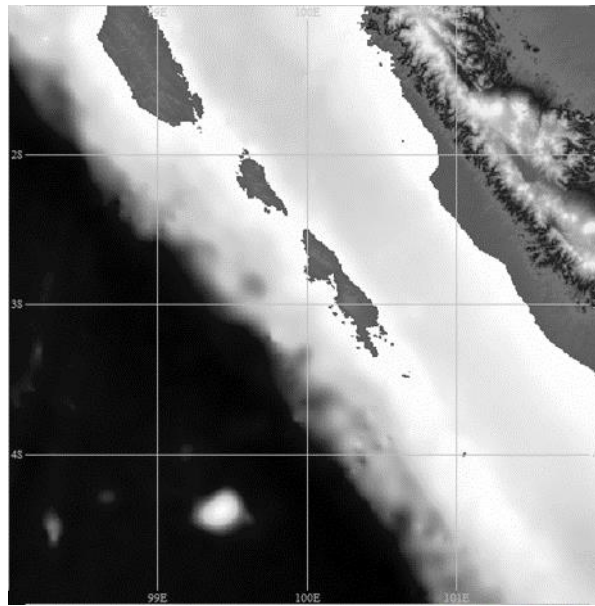
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \varphi} \left\{ \frac{\partial P}{\partial \psi} + \frac{\partial}{\partial \varphi} (\cos \varphi Q) \right\} = -\frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{gh}{R \cos \varphi} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} - fQ = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{gh}{R} \frac{\partial \eta}{\partial \varphi} + fP = 0 \quad (3)$$

η adalah elevasi permukaan air, (P,Q) fluks volume pada arah X dan Y, (φ, ψ) lintang dan bujur Bumi, R adalah jari-jari Bumi, g adalah percepatan gravitasi dan h adalah kedalaman air. f merepresentasikan koefisien gaya Coriolis akibat rotasi Bumi.

Daerah Kajian yang digunakan pada pemodelan ini adalah mencakup kawasan 1-5°LS dan 98-102° BT. Data batimetri daerah kajian pada gambar 2 ditampilkan menggunakan Gebco 30 detik.



Sumber: Gebco

Gambar 2. Daerah kajian model

Skenario yang digunakan untuk simulasi tsunami adalah seperti dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Parameter sesar sebagai skenario simulasi

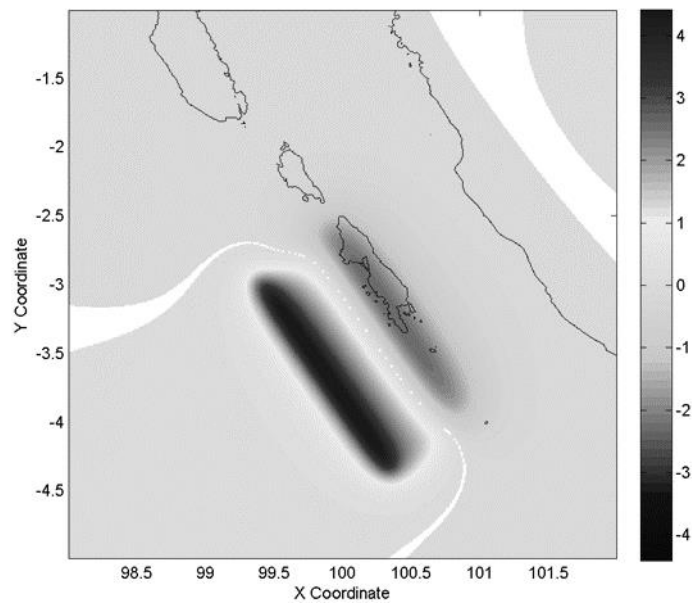
Epicenter		Focal depth (km)	Length (km)	Width (km)	Dislocation (m)	Strike (°)	Dip (°)	Slip (°)	Total runtime (s)	Dt (s)	Dx (menit)
Lat. (° S)	Lon (° E)										
3.46 4	100.1 1	20.6	190	70	12.088	325	11.62°	101.4625°	1800	1	0.5

(Sumber: USGS, 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gempa Mentawai 2010 merupakan *tsunami earthquake* atau *slow earthquake* karena meskipun getaran yang sampai di darat terasa lemah dan periode gempa cukup lama (lebih dari 1 menit), namun menimbulkan gelombang tsunami sangat besar terutama di

Pulau Sibigi, sebelah selatan Pagai Utara yang mencapai ketinggian hingga 17 meter (Natawidaja, 2011) dan mengakibatkan hilangnya Pulau Sibigi tersebut. Berikut ini adalah hasil dari pemodelan yang telah dilakukan menggunakan COMCOT1.7 (Gambar 3) dan letak Pulau Sibigi (Gambar 4).



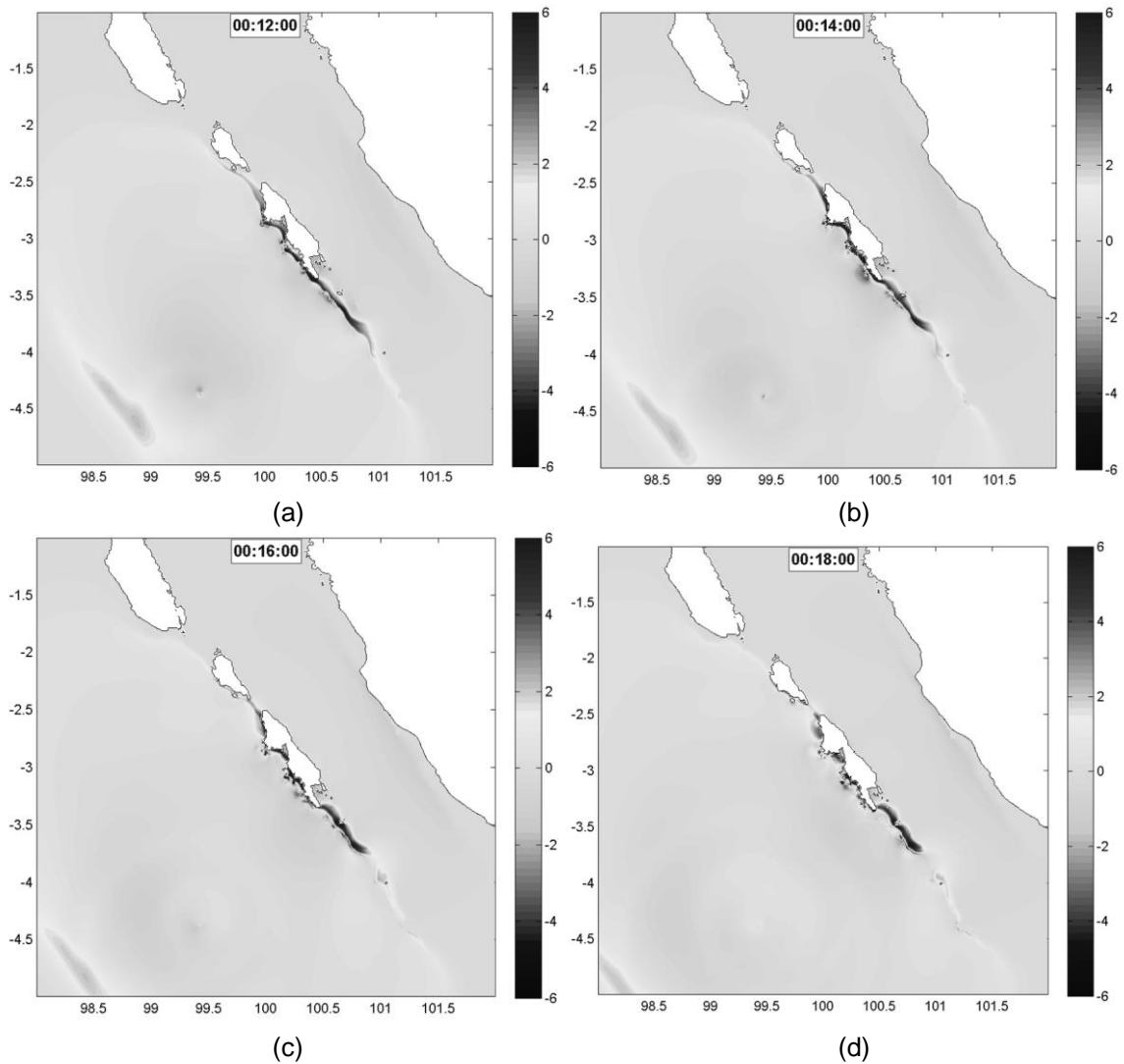
Gambar 3. Kondisi awal pergerakan dasar laut akibat tumbukan lempeng subduksi



Gambar 4. Letak Pulau Sibigue

Gambar 3 menunjukkan kondisi awal pada saat terjadi gempa Mentawai pada 25 Oktober 2010 pukul 14:42:22 UTC dengan skala magnitudo 7.7 MW. Gambar kondisi awal menunjukkan kondisi *land subsidence*. Kondisi *land subsidence* dipengaruhi oleh berbagai parameter *fault* atau retakan seperti dislokasi, *rake*, *dip*, dan *strike*. Berdasar simulasi yang dilakukan, semakin besar dislokasi, maka semakin besar *land subsidence*. Adanya proses *land subsidence* menyebabkan gangguan vertikal pada kolom air di atasnya. Gangguan inilah yang kemudian mengawali terjadinya tsunami. Nilai z_{max} atau tinggi maksimum yang terbentuk pada kondisi awal adalah 4.6 meter di sepanjang bidang *fault*.

Hasil simulasi menunjukkan adanya perpindahan massa air yang cukup besar sehingga bertransformasi menjadi tsunami yang besar. Simulasi dilakukan untuk total waktu 30 menit. Rentang waktu ini ditentukan dengan alasan bahwa berdasarkan penelitian sebelumnya (Ibad dan Santosa, 2014), tsunami dilaporkan mencapai pesisir Pulau Pagai Utara dalam waktu 16 menit 40 detik setelah gempa terjadi. Konfirmasi berdasarkan penelitian lapangan dibutuhkan untuk mengetahui kejadian sebenarnya berkaitan dengan waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami.



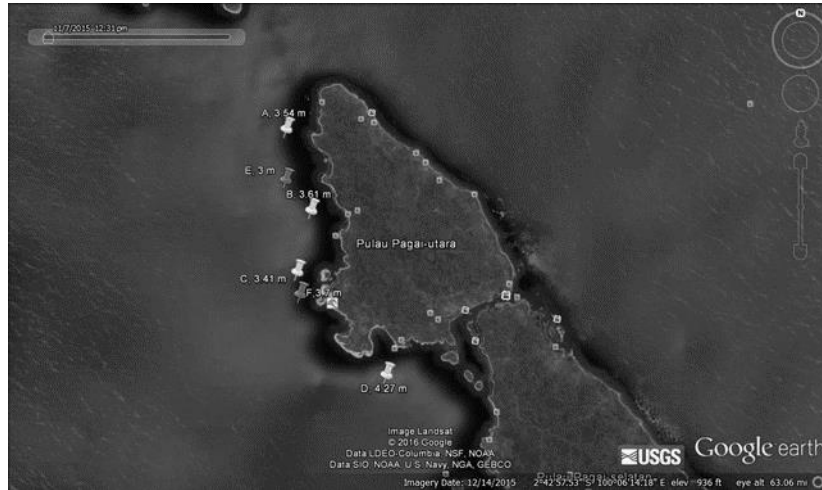
Gambar 5. Penjalaran Tsunami pada menit ke- (a) 12, (b) 14, (c) 16 dan (d) 18 setelah gempa
 Gambar 5 menunjukkan penjalaran tsunami *nearfield* ke arah pesisir barat Pulau Pagai Utara. Berdasar hasil simulasi, tsunami mencapai pesisir Pulau Pagai Utara dan Selatan pada menit ke 14. Untuk melihat tinggi gelombang di dekat pantai, digunakan plot *time series* elevasi di enam titik.

Tabel 2. Ketinggian Tsunami hasil simulasi COMCOT 1.7

Titik	Koordinat		Elevasi maksimum (m)	Waktu (menit:detik)
	Lintang (° LS)	Bujur (° BT)		
A	2.5747	99.9247	3.5	13:49
B	2.6814	99.9592	3.6	18:06
C	2.7607	99.9430	3.4	9:41
D	2.8896	100.0582	4.3	11:48
E	2.6419	99.9257	3.0	18:44
F	2.7891	99.9474	3.7	9:33

Pada keenam titik tinjauan, elevasi maksimum dicapai pada waktu yang berbeda. Titik A mencapai elevasi maksimum 3.5 meter pada 13 menit 49 detik, titik B 3.6 meter pada 18 menit 6 detik, titik C 3.4 meter

pada 9 menit 41 detik, titik D 3 meter pada 18 menit 44 detik dan titik F pada 9 menit 33 detik. Gambar 6 berikut ini menunjukkan lokasi keenam titik tinjauan di barat pantai Pulau Pagai Utara, Mentawai.



Gambar 6. Keenam titik tinjauan simulasi di Pulau Pagai Utara

Gambar 7 berikut menunjukkan ketiga titik simulasi yaitu D, E, F yang dipilih karena letaknya paling dekat dengan lokasi pengamatan di garis pantai tempat

dilakukannya pengukuran oleh penelitian sebelumnya yaitu Satake pada tahun 2013.

Adapun hasil simulasi seperti tercantum dalam Tabel 3.



Keterangan : Google earth modifikasi

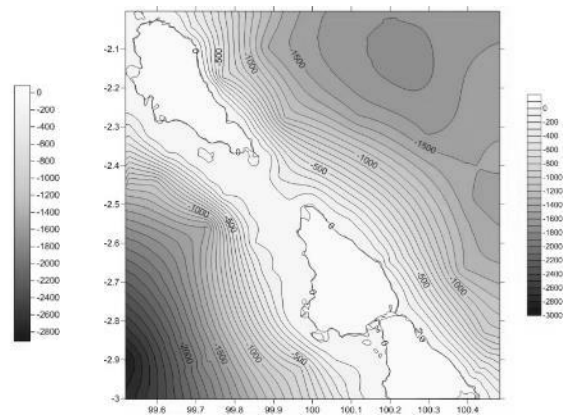
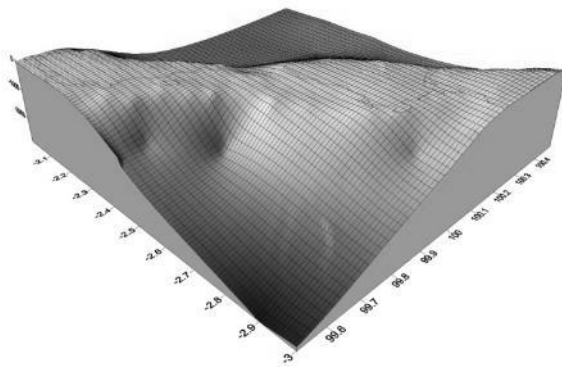
Gambar 7. Titik Simulasi (D, E, F) dan titik pengukuran Satake, 2013 (tanda panah putih) di Pantai Barat Pagai Utara, Mentawai

Tabel 3. Ketinggian Tsunami hasil simulasi COMCOT 1.7 dan pengamatan Satake (2013).

Hasil Model			Survei Lapangan (rata-rata) Satake		
Lokasi	Koordinat (° LS dan ° BT)	Tinggi tsunami (m)	Lokasi di garis pantai	Koordinat (° LS dan ° BT)	Tinggi tsunami (m)
Titik E	2.8896 ° LS, 100.0582 ° BT	3.0	Pantai Tumelei (E')	2.62417 ° LS, 99.97917 ° BT	5.1
Titik F	2.6419 ° LS, 99.9257 ° BT	3.7	Pantai Macaroni (F')	2.77806 ° LS, 99.98278 ° BT	4.0
Titik D	2.7891 ° LS, 99.9474 ° BT	4.3	Pantai Sabeu Gunggung (D ₁ ')	2.81639 ° LS, 100.05806 ° BT	5.5
			Pantai Muntei (D ₂ ')	2.83222 ° LS, 100.09167 ° BT	5.6

Berdasarkan hasil simulasi, tinggi tsunami di titik E, F, dan D lebih rendah dibandingkan dengan tinggi tsunami di pantai terdekat (E', F', D₁' D₂') hasil penelitian Satake (2013). Bertambahnya tinggi gelombang yang mendekati garis pantai dapat mencapai selisih 1 hingga lebih dari 2 meter dipengaruhi oleh kontur batimetri yang dangkal. Tingkat keparahan terjadi di daerah selatan kemudian semakin berkurang ke arah utara. Daerah selatan yaitu Muntei dan Sabeugunggung merupakan daerah yang

cukup parah terkena Tsunami, disusul Macaronis dengan pantai yang sangat landai kemudian Tumelei, tidak terlalu parah karena terlindung oleh Macaronis. Tumelei juga memiliki jarak jangkau Tsunami yang lebih jauh sehingga menyebabkan energi Tsunami berkurang dan memperkecil hantaman Tsunami dibanding ketiga lokasi lainnya. Gambar 8 berikut adalah peta kontur kedalaman atau batimetri perairan Pagai Utara.



Gambar 8. Peta Kontur Batimetri Pagai Utara

Perubahan Mangrove

Gambar 9 menunjukkan dampak Tsunami terhadap hilangnya kawasan mangrove yang cukup luas di salah satu pantai yaitu Macaronis. Kawasan mangrove tersebut yaitu A seluas 1.633 m², B seluas 6.457 m², C seluas 2.375 m², dan D seluas 1.565 m² dengan total luas 12.030 m² atau 1,2 Hektar. Berdasarkan keterangan warga setempat, dulunya tempat ini merupakan kawasan

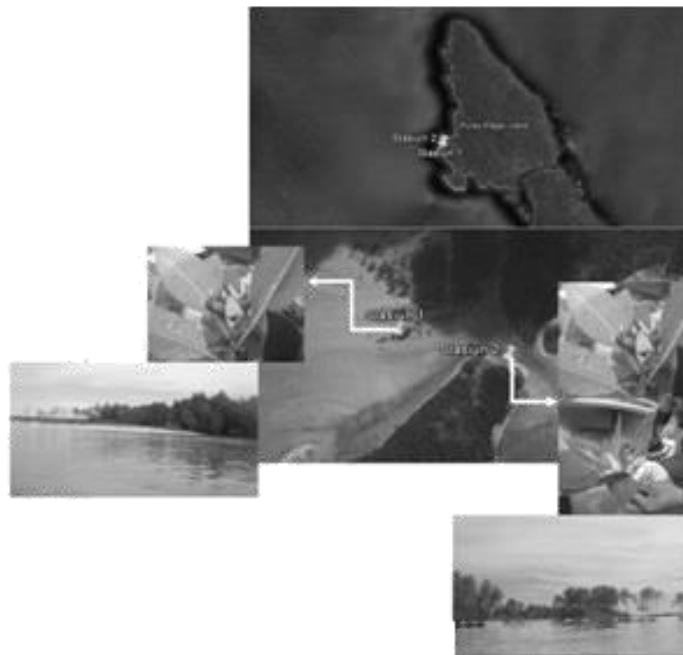
surfing yang cukup terkenal dengan resort dan berbagai jenis mangrove disekitarnya. Namun setelah Tsunami 2010, kawasan ini menjadi sepi pengunjung dan mangrove juga lebih sedikit. Hanya tinggal 2 (dua) jenis mangrove di kawasan ini yaitu Rhizophora Apiculata (Stasiun 1 dan Stasiun 2) dan Bruguiera Gymnorrhiza (Stasiun 2) dengan tingkat kerapatan 50% hingga 75% dan tutupan sedang (Gambar 10).



(a) Macaronis Tahun 2009 (b) Macaronis Tahun 2015
Gambar 9. Kawasan mangrove yang hilang di kawasan Macaronis (A, B, C dan D):
(a) sebelum Tsunami, (b) setelah Tsunami

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa jenis *Rhizopora Apiculata* yang tumbuh di perairan dengan substrat pasir memiliki daya tahan cukup baik

terhadap Tsunami yang memiliki tinggi gelombang sekitar 3 hingga 4 meter pada tahun 2010.



Gambar 10. Lokasi survey mangrove di Macaronis

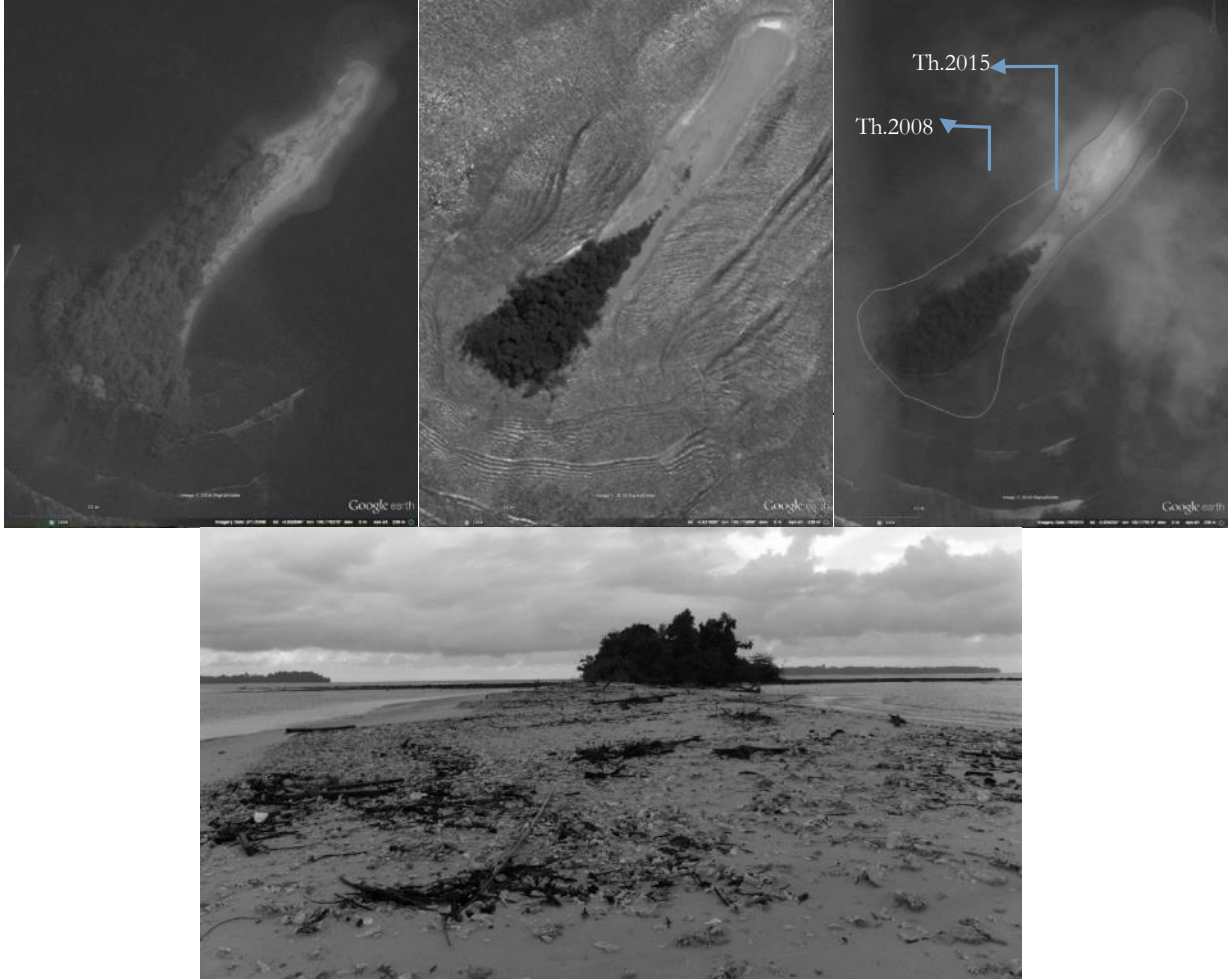
Abrasi Pulau Ragi

Berdasarkan gambar 11 terjadi perubahan luasan di Pulau Ragi akibat abrasi selama 7 tahun yaitu sejak tahun 2008 hingga 2015 dengan laju perubahan $1.075 \text{ m}^2/\text{tahun}$ atau $0,11 \text{ Ha}/\text{tahun}$. Berdasarkan wawancara

dengan penduduk, Pulau Ragi merupakan salah satu pulau kecil yang terkena Tsunami cukup parah pada tahun 2010. Tampak dalam gambar di atas, pecahan-pecahan kerang di atas hamparan pasir berbutir sangat halus. Pasir di Pulau Ragi adalah

sama dengan jenis pasir yang ada di Pantai Macaronis. Pulau Ragi merupakan pulau dengan topografi yang cukup flat (<50 meter dpl), kedalaman perairan berkisar antara 5 hingga 7 meter dan vegetasi berupa mangrove. Perubahan arah garis pantai di ujung pulau (tanpa vegetasi) mengikuti

kedalaman kontur bathimetri (mengarah pada kedalaman 11 meter) ke arah arus dominan yaitu timur laut. Gambar 12 (a) dan (b) menunjukkan letak Pulau Ragi terhadap Pulau Pagai Utara dan (c) topografi dan batimetri di Pulau Ragi.



Gambar 11. Abrasi cukup parah di Pulau Ragi akibat Tsunami tahun 2010

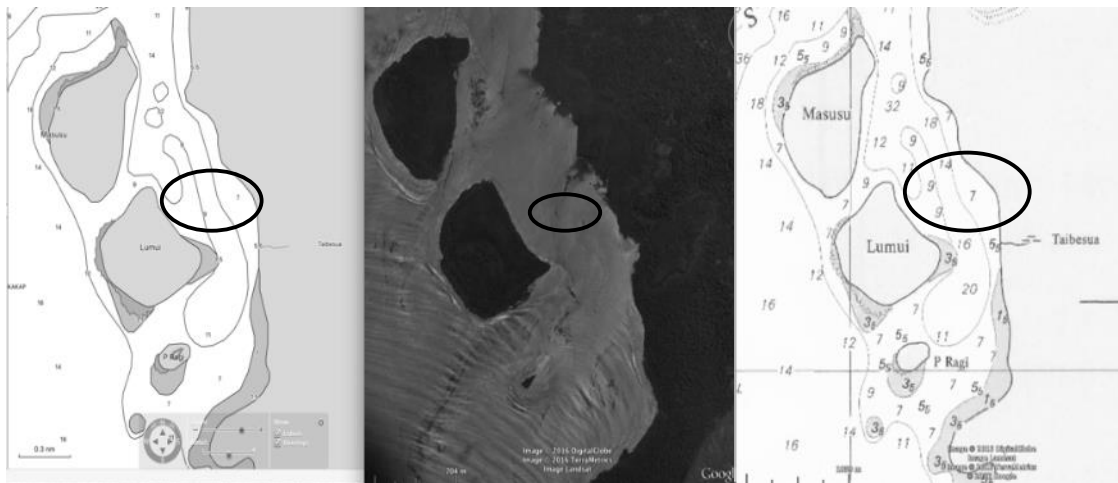
Tsunami menjadi ancaman terbesar bagi pulau-pulau kecil. Tsunami dengan kekuatan 7,7 MW dan tinggi gelombang lebih dari 5 meter di Mentawai terbukti tidak hanya menimbulkan abrasi yang parah tetapi juga hilangnya kawasan dan jenis mangrove. Relokasi dan perubahan mata pencaharian

penduduk menjadi dampak ikutan untuk kawasan yang terkena Tsunami sehingga menjadi pekerjaan rumah bagi pemerintah daerah setempat yang harus segera ditangani. Selama enam tahun sejak terjadinya Tsunami di Mentawai, kawasan ini belum dapat pulih sepenuhnya secara alami.



(a) Pulau Ragi (Google earth)

(b) Topografi Pulau Ragi (Peta RBI)



(c) Batimetri Pulau Ragi (Peta Dishidros)

Gambar 12. Peta Topografi dan Batimetri Pulau Ragi

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Tsunami Mentawai 2010 merupakan *tsunami earthquake*, yaitu gempa dengan getaran lemah namun menghasilkan tsunami besar.
2. Berdasarkan hasil simulasi keenam titik tinjauan di barat Pulau Pagai Utara, tinggi tsunami berkisar antara 3.4-4.3 meter dengan waktu penjalaran selama 9-18 menit.
3. Dampak Tsunami Mentawai 2010 berakibat pada abrasi parah pada Pulau Ragi dan hilangnya kawasan mangrove yang cukup luas serta berkurangnya jenis mangrove di Pantai Macaronis.

4. Saran bagi pemerintah daerah setempat untuk membangun bangunan pelindung pantai dan *greenbelt* untuk mencegah kerusakan pantai yang lebih parah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Loka Penelitian Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir di Bungus, Balitbang Kementerian Kelautan dan Perikanan di Jakarta, Institut Teknologi Bandung, Universitas Gadjah Mada, Pemerintah Daerah Provinsi Sumatera Barat, Pemerintah Daerah Kabupaten Kepulauan Mentawai, Institusi Perguruan Tinggi di Sumatera Barat (Universitas Andalas dan Universitas Bung

Hatta), dan lain-lain yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dominey-Howes, D., Dunbar, P., Varner, J., & Papathoma-Köhle, M. (2010). Estimating probable maximum loss from a Cascadia tsunami. *Natural Hazards*, (53) 43-61. Proceeding of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake. *JAEE*. P: 556-567.
- Diposaptono S., & Budiman (2006). *Tsunami Sarana Komunikasi Utama*. Bogor. <http://inatews.bmkg.go.id/>. Diakses tgl 23 Feb 2016 pkl.10.10 WIB.
- <http://www.puailigoubat.com>. Diakses tgl 23 Feb 2016 pkl.11.00 WIB.
- <http://www.siaga.org/>. Diakses tgl 23 Feb 2016 pkl.10.07 WIB.
- Ibad, M. I., & Santosa, B. J. (2014). Pemodelan Tsunami Berdasarkan Parameter Mekanisme Sumber Gempa Bumi dari Analisis *Waveform* Tiga Komponen Gempa Bumi Mentawai 25 Oktober 2010, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2), 86-91.
- International Workshop on Official Tsunami Hazard Map for Padang. Protocol of Padang, 25th of Augusts 2008 (2008). The Ministry of Marine Affairs and Fisheries (MoMAF) Republic of Indonesia.
- Latief, H., Puspito, N. T., & Imamura, F. (2000), Tsunami Catalog and Zoning in Indonesia, *Journal of Natural Disaster, Japan*.
- Lifen, Z., Wulin, L., Jिंगgang, L., & Qiuliang, W. (2015). Estimation og The 2010 Mentawai Tsunami Earthquake Rupture Process from Joint Inversion of Teleseismic and Strong Ground Motion Data, *Geodesy and Geodynamics 2015*, 6(3), 180-186.
- McCloskey, J., Antonioli, A., Piatanesi, A., Sieh, K., Steacy, S., Nalbant, S., Cocco, M., Giunchi, C., Huang, J. D., & Dunlop, P. (2008). Tsunami threat in the Indian Ocean from a future megathrust earthquake west of Sumatra. *Earth and Planetary Science Letters*, 265(1-2), 61-81.
- Prawirodirdjo, L. (2000). A geodetic study of Sumatra and the Indonesian region: Kinematics and crustal deformation from GPS and triangulation, University of California, San Diego, San Diego.
- Natawidjaja, D. H. (2003). *Neotectonics of the Sumatran Fault and paleogeodesy of the Sumatran subduction zone*. Ph.D Thesis. California Institute of Technology.
- Natawidjaja, D. H. (2011). *Geomagz*. (2011). Vol. I No.4. Desember 2011. ISSN: 2088-7906. Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung. p.30:112.
- Oktariadi, O. (2009). Penentuan Peringkat Bahaya Tsunami dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kabupaten Sukabumi). *Jurnal Geologi Indonesia*, 4(2), 103-116.
- Satake, K., Nishimura, Y., Putra, P. S., Gusman, A. R., Sunendar, H., Fujii, Y., Tanioka, Y., Latief, H., & Yulianto, E. (2013). Tsunami Source of the 2010 Mentawai, Indonesia Earthquake Inferred from Tsunami Field Survey and Waveform Modelling, *Pure Appl. Geophys*, 170, 1567-1582, doi: 10.1007/s00024-012-0536-y.
- Setya, N. (2011). Pemetaan Rawan Bencana Gempa Bumi di Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 19(2), 106 – 112.
- Setyonegoro, W., Sunardi, B., Sulastri, Nugraha, J., & Susilanto, P. (2012). Analisis Sumber Gempabumi Pada Segmen Mentawai (Studi Kasus: Gempabumi 25 Oktober 2010), Puslitbang BMKG, Jakarta.
- Shuto, N. (1993). Tsunami intensity and disasters. Dalam: Tinti, S. dan Dordrecht, S (eds.) *Tsunamis in the World*. Kluwer Academic Publishers, h. 197-216.
- Sieh, K., & Natawidjaja, D. (2000). Neotectonics of the Sumatran fault. Indonesia. *Journal of Geophysical Research*, 105(B12), 295-326.
- USGS. (2015). Magnitude 7.7 - Kepulauan Mentawai Region, Indonesia, (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2010/usa00043nx/#details> diakses 20 Juni 2016).
- Yudichara (2006). Pemodelan Run up Tsunami di wilayah Pesisir Sukabumi. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.
- Yudhicara, Kongko, W., Asvaliantina, V., Suranto, Nugroho, S., Ibrahim, A., Pranowo, W. S., Kerpen, N. B.,

Krämer, K. F., & Kunst, O. (2010).
Jejak Tsunami 25 Oktober 2010 di
Kepulauan Mentawai berdasarkan

Penelitian Kebumian dan Wawancara.
*Jurnal Lingkungan dan Bencana
Geologi*, 1(3), 165-181.