



Pemodelan Tsunami Berdasarkan Historis Kejadian Tsunami Di Utara Pulau Buru, Maluku

Modelling Tsunami Based on History in North of Buru Island, Molluccas

Yunita A. Noya^a, Eva S. Ratuluhain^{a*}, Nadia Sampe^b

^aJurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Ambon, Indonesia

^bMahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Ambon, Indonesia

Article Info:

Received: 20 April 2023

in revised form: 22 April 2023

Accepted: 22 Mei 2023

Available Online: 31 Mei 2023

Keywords:

Wave, molluccas, Buru Island, Tsunami, SitProS

Corresponding Author:

Eva S. Ratuluhain

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Ambon, Indonesia

*Email:

evasusanratuluhain@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.30598/jlpvol2i15-19>

Abstrak: Keberadaan pulau-pulau di Maluku sangat rentan terhadap bahaya gempa bumi pembangkit tsunami, karena keberadaannya yang dekat dengan bidang patahan atau sesar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tinggi dan waktu penjarangan gelombang tsunami pada daerah pesisir di Maluku seperti Pulau Buru, Pulau Ambelau, Pulau Manipa, Pulau Kelang. Salah satu historis kejadian tsunami di Maluku pada tanggal 28 Januari 2004 silam dengan gempa berkekuatan 6.6 SR dengan kedalaman 16.8 km, merupakan parameter studi kasus pembuatan model penjarangan gelombang tsunami untuk keperluan mitigasi bencana tsunami pada daerah-daerah pesisir yang terdampak. Model penjarangan tsunami dalam penelitian ini menggunakan pemodelan SitProS untuk menganalisis tinggi dan waktu penjarangan gelombang tsunami di pesisir pulau-pulau di Maluku. Data batimetri yang digunakan diperoleh dari situs ETOPO, sedangkan parameter patahan diperoleh dari situs BMKG dimana besar sudut-sudut strike, dip dan slip masing-masing 194°, 84° dan -136°. Tinggi tsunami hasil model berkisar 0.09 – 0.3 meter dengan waktu penjarangan mencapai 13 meter pada Pulau Ambon. Pulau Buru merupakan daerah yang dekat dengan episenter gempa sehingga gelombang tiba pada menit ke-3 dengan tinggi maksimum yang teramati adalah 0.3 meter.

Abstract: The existence of the islands in Maluku is very vulnerable to the danger of a tsunami-generating earthquake, because of their location to faults or faults. The purpose of this study was to analyze the height and propagation time of the tsunami waves in coastal areas in Maluku such as Buru Island, Ambelau Island, Manipa Island, Kelang Island. One of the historical tsunami events in Maluku on January 28, 2004, with a magnitude 6.6 earthquake with a depth of 16.8 km, is a case study parameter for create a tsunami wave propagation model for the purposes of tsunami disaster mitigation in affected coastal areas. The tsunami propagation model in this study uses SitProS modeling to analyze the height and propagation of tsunami waves on the coasts of the islands in Maluku. The bathymetry data used was obtained from the ETOPO site, while the fault parameters were obtained from the BMKG site where the sizes of the strike, dip and slip angles were 194°, 84° and -136° respectively. The result of modeled tsunami height ranges from 0.09 – 0.3 meters with a propagation time up to 13 meters on Ambon Island. Buru Island is an area which close to the epicenter of the earthquake, so the waves arrived in the 3rd minute with the maximum height until 0.3 meters.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi karena tatanan tektonik Indonesia yang terbentuk akibat pertemuan tiga lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang bergerak secara konvergen dan divergen, karena aktivitas seismik yang cukup tinggi

sehingga menimbulkan kekhawatiran penduduk Indonesia akan bencana alam yang dapat terjadi di Indonesia, salah satunya kemungkinan tsunami akibat gempa bumi khususnya gempabumi dengan titik gempa di laut.

Maluku merupakan salah satu daerah di timur Indonesia yang juga memiliki potensi tsunami yang cukup tinggi. Hal ini dibuktikan dengan lebih dari 25 kejadian tsunami yang terekam di daerah Maluku dari tahun 1629 – 2006 (katalog database tsunami online Gusiakov (2005), Puspito (2007) dan Katalog Gempa Merusak dan Tsunami BMKG).

Upaya mitigasi terhadap bencana tsunami adalah dengan cara melakukan prediksi dengan menggunakan metode pemodelan numerik. Hasil pemodelan dapat diterapkan untuk daerah pesisir Pulau-Pulau di Maluku. Hasil penelitian berupa tinggi run up serta waktu gelombang tsunami tersebut sampai ke pesisir pulau-pulau yang bersangkutan dan pada akhirnya akan memudahkan respon proses pencegahan bencana tsunami yang akan datang di daerah tersebut.

Salah satu kejadian tsunami yang terjadi di daerah Maluku yaitu pada 28 Januari 2004, gempa bumi yang terjadi di Pulau Buru bagian Utara tersebut berkekuatan 6.6 SR pada kedalaman 16.8 km ini akan menjadi studi kasus untuk meneliti penjalaran gelombang tsunaminya, sehingga dapat dibuat model mitigasi bencana tsunami di pulau-pulau yang terkena tsunami. Mengacu pada permasalahan tersebut, maka perlu untuk dilakukan pemodelan gelombang Tsunami khususnya pada pesisir pulau-pulau di Maluku. Pemodelan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan software SiTProS untuk menganalisis tinggi dan waktu tiba tsunami di lokasi pengamatan.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Titik episenter gempa berada pada koordinat -3.11°LS 127.30°BT (Gambar 1) dengan kedalaman 16.8 km. Titik pengamatan terdapat pada 7 pulau yakni Pulau Buru, Pulau Ambelau, Pulau Manipa, Pulau Kelang, Pulau Boano, Pulau Seram, dan Pulau Ambon.

Metode Pengumpulan Data

Data yang dipakai untuk mensimulasikan penjalaran gelombang tsunami Maluku adalah data batimetri yang diperoleh dari dataset topografi ETOPO2 dan data parameter gempa bumi menggunakan historis kejadian gempa bumi Maluku pada tanggal 28 Januari 2004 yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Parameter Gempa Bumi Maluku 28 Januari 2004

Tanggal	Time (WIT)	Long	Lat	Depth (km)	Mw	Width Fault	Wave Speed	Strike	Dip	Slip
28/01/2004	07.15.34	127.30	-3.11	16.8	6.6	24	900	194	84	-136

Metode Analisis Data

Simulasi penjalaran tsunami dalam penelitian ini menggunakan software Sitprosver 1.2. Sitprosver ini dirancang untuk melakukan komputasi cepat dalam simulasi dan visualisasi real-time dalam domain 2D. dalam komputasi grid, Sitprosver memiliki grid persegi Panjang (grid 2D) serta sistem koordinat. Dari perilaku tsunami, persamaan air dangkal dengan menentukan kecepatan rambat gelombang, dimana persamaan gelombang dapat ditulis sebagai berikut (Sompron dan Kanbua, 2007) :

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right)$$

Dimana Di mana U adalah tinggi gelombang, x adalah grid spasial dalam arah x (Timur-Barat), y adalah grid spasial dalam arah y (Utara-Selatan), a adalah kecepatan rambat gelombang, d adalah kedalaman air. Persamaan air dangkal dapat ditulis sebagai berikut (Sompron dan Kanbua, 2007):

$$a = \sqrt{g x d}$$

Dengan menggunakan data parameter gempa bumi yaitu Magnituda momen (M_w) dapat dilakukan analisis perhitungan untuk mengetahui besar deformasi dari gempa bumi tersebut yang dapat direpresentasikan sebagai besar slip (m) yang dapat dihitung dari momen seismik. Momen seismik adalah besaran yang dapat menggambarkan besar energi yang dilepaskan dari suatu gempabumi (Wells and Coppersmith, 1994).

$$M_w = 2/3 \text{ Log } M_o - 6,07 \dots\dots\dots \text{Pers}(13)$$

dimana :

M_w = Magnituda momen

M_o = Momen seismik

Secara empiris untuk luas fault (panjang fault dan lebar fault) dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan berdasarkan persamaan Papazachos, et al. (2004) dengan mengasumsikan bahwa luas fault adalah persegi panjang.

$$\text{Log } L = -2,42 + 0,58 \times M_w \dots\dots\dots \text{Pers}(14)$$

dimana:

L = Panjang fault

M_w = Magnituda momen

$$\text{Log } W = -1,61 + 0,41 \times M_w \dots\dots\dots \text{Pers}(15)$$

dimana :

W = Lebar fault

M_w = Magnituda momen

$$A = L \times W \dots\dots\dots \text{Pers}(16)$$

dimana :

A = Luasan fault

Sedangkan untuk mendapatkan nilai slip (m) menggunakan persamaan Hanks and Kanamori (1979).

$$M_o = \mu \times A \times S \dots\dots\dots \text{Pers}(17)$$

Dimana :

M_o = Momen seismic

μ = rigiditas = 3×10^{10} N/m²

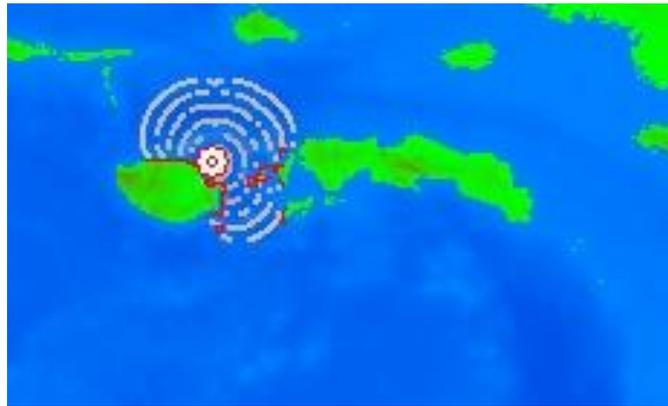
A = Luasan fault

S = Slip (meter)

Desain pemodelan tsunami menggunakan model SitPros perlu untuk memperhatikan beberapa hal, antara lain region setting yaitu dengan membatasi daerah atau Kawasan penjalaran yang terjadi, parameter setting untuk menginput komponen-komponen pembangkit tsunami dan warning info setting yaitu untuk menentukan posisi dari buoy atau pelampung yang dipasang dekat dengan daerah terjangsan tsunami yang ditinjau, guna mengetahui waktu tiba tsunami dan mengukur tinggi gelombang tsunami yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penjalaran tsunami melalui model SitPros dapat dilihat pada Gambar 2. Kekuatan gempa bumi 6.6 M_w dalam kurun waktu 1 jam, mengakibatkan gelombang tsunami dengan rambatan gelombang ke segala arah dan menjalar sampai ke Pulau Buru, Pulau Ambelau, Pulau Manipa, Pulau Kelang, Pulau Boano, Pulau Seram dan Pulau Ambon (Gambar 2).



Gambar 2. Snapshot penjalaran gelombang tsunami pada menit ke-59.54.

Waktu dan tinggi penjalaran tsunami pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Pulau Buru merupakan pulau yang pertama kali terkena gelombang tsunami yakni dalam waktu 3 menit, kemudian Pulau Manipa dengan waktu 5 menit, Pulau Kelang 7 menit, Pulau Boano 9 menit, Pulau Ambelau 12 menit dan Pulau Seram serta Pulau Ambon dengan waktu 13 menit. Tinggi gelombang ketika pertama sampai pada buoy yang telah ditetapkan pada tujuh pulau tersebut memiliki tinggi gelombang 0.1 meter ketika sampai ke Pulau Buru dan Pulau Boano, 0.05 meter ketika sampai ke Pulau Ambelau, Pulau Seram dan Pulau Ambon, 0.2 meter ketika sampai ke Pulau Manipa, dan 0.3 meter ketika sampai ke Pulau Kelang. Pada setiap titik pengamatan atau buoy, waktu dan tinggi tsunami yang diperoleh berbeda-beda pada lokasi pengamatan. Hal ini dikarenakan topografi pada masing-masing lokasi pengamatan berbeda serta jarak antara episenter dan titik pengamatan (Ratuluhain *et al.* 2021; Rahmawati *et al.* 2017; Sumtaki *et al.* 2017). Secara keseluruhan, penjalaran tsunami pada menit ke-13 telah mencapai semua lokasi pengamatan dengan tinggi gelombang maksimum mencapai 0.3 meter di Pulau Buru (Tabel 2).

Tabel 2. Waktu dan Tinggi Gelombang Tsunami di Setiap Lokasi Pengamatan

No	Nama Pulau	t_1 (menit)	H_1 (meter)	t_{max} (menit)	H_{max} (meter)
1.	Pulau Buru	3	0.1	24	0.3
2.	Pulau Ambelau	12	0.05	60	0.07
3.	Pulau Manipa	5	0.2	9	0.2
4.	Pulau Kelang	7	0.3	12	0.3
5.	Pulau Boano	9	0.1	13	0.1
6.	Pulau Seram	13	0.05	57	0.07
7.	Pulau Ambon	13	0.05	27	0.09

Gelombang tsunami jika semakin mendekati ke darat maka tinggi gelombangnya semakin tinggi, hal ini dikarenakan energi gelombang yang dibangkitkan akibat gempa bumi pada sesar atau bidang patahan, ketika memasuki perairan dangkal maka energi gelombang akan terkonsentrasi pada penambahan tinggi gelombang seiring dengan pengurangan kecepatan penjalaran gelombang, sehingga biasanya gelombang tsunami tidak terlihat saat masih di laut dalam dan seiring mendekati pantai, tinggi gelombang akan naik secara dramatis (Ratuluhain *et al.* 2021).

SIMPULAN

Pemodelan tsunami di beberapa wilayah Maluku memprediksikan tinggi tsunami yang terjadi berkisar antara 0.07 – 0.3 meter dengan tinggi maksimum yang teramati yaitu pada Pulau Buru setinggi 0.3 meter. Waktu penjalaran tsunami dari pusat pembangkitan tsunami hingga ke titik pengamatan adalah 13 menit dengan lokasi tercepat tsunami tiba di pantai adalah Pulau Buru. Lokasi pengamatan terjauh dari titik episenter adalah Pulau Ambon dan Seram dengan waktu tiba tsunami di pantai adalah 13 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Kanbua W, Chuai AS. 2005. Understanding the Simple Model of Tsunami Propagation by SiTProS Model. [Internet]. [Waktu dan tempat pertemuan tidak diketahui]. Tersedia pada: <http://Marine.tmd.go.th>Clark D. 2017. *Alibaba : Kerajaan yang Dibangun oleh Jack Ma*. terjemahan oleh Suryo Waskito. Jakarta (31): PT. Elex Media Komputindo.
- Papazachos BC, Scordilis EM, Panagiotopoulos DG, Papazachos CB, Karakaisis GF. 2004. Global Relations between Seismic Fault Parameters and Moment Magnitude of Earthquakes, Bull. Geol. Soc. Greece, Vol. XXXVI. *Proceedings of the 10 International Congress*, Thessaloniki, April 2004th.
- Rahmawati NI, Santosa BJ, Setyonegoro W, Sunardi B. 2017. Pemodelan Tsunami Di Sekitar Laut Banda dan Implikasi Inundasi di Area Terdampak. *Jurnal Sains Dan Seni Its*. 6(2):2337-3520.
- Ratuluhain ES, Nurjaya IW, Natih NMN. 2021. Analisis Potensi Tsunami di Lombok Utara. *Jurnal Imu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 13(1): 113-126.
- Sumtaki MI, Pasau G, Tongkukut SHJ. 2017. Simulasi Penjalaran Gelombang Tsunami di Sofifi–Tidore Kepulauan Maluku Utara sebagai Upaya Mitigasi Bencana. 6(1):83-87.
- Wells DL, Coppersmith KJ. 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, and surface displacements: Bulletin of the Seismological Society of America. 84(4):974–1002.