



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Pemodelan Perambatan Gelombang Tsunami di Laut Banda Berdasarkan Skenario Gempa 8.0 dan 9.0 Mw

Cynthia Wuwungan^{a*}, Guntur Pasau^{a*}, Seni Herlina Juita Tongkukut^{a*},

^aJurusan Fisika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi, Manado

KATA KUNCI

Tsunami
Kota Ambon
ComMIT

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan waktu tiba perambatan gelombang dan tinggi gelombang tsunami di Kota Ambon dan sekitarnya dengan melakukan simulasi tsunami menggunakan *software* ComMIT. Simulasi dijalankan menggunakan skenario yang mengasumsikan kekuatan gempa 8.0 Mw dan 9.0 Mw. Titik koordinat gempa 4.31° LU dan 128.61° BT. 10 detektor dalam bentuk virtual (*tide gauge*) dibuat untuk mendapatkan nilai waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami. Hasilnya menunjukkan bahwa tsunami tercepat dengan ketinggian 2.17 m tiba pada detik ke-566 dengan mengasumsikan gempa 8.0 Mw dan gempa 9.0 Mw membuat gelombang tsunami dengan tinggi 62.4 m dan tiba pada detik ke-599 di Kota Ambon

KEYWORDS

Tsunami
Ambon City
ComMIT

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the arrival time and the height of the tsunami waves in Ambon and its surroundings by conducting a tsunami simulation using ComMIT. The simulation is run using scenario by assuming the earthquake with magnitude 8.0 Mw and 9.0 Mw. The Earthquake epicenter scenario 44.31° N and 128.61° E. 10 detectors in virtual form (*tide gauge*) were placed to determine the arrival time and height of the tsunami waves. The results showed that the fastest tsunami with a height of 2.17 m arrived in 566 seconds after the 8.0 Mw earthquake, and the 9.0 Mw earthquake generate a 62.4 m tsunami with 599 second arrival time in Ambon

TERSEDIA ONLINE

01 Agustus 2021

Pendahuluan

Indonesia memiliki populasi terpapar tsunami tertinggi ketiga di dunia, dengan perkiraan 5.5 juta orang berisiko terkena tsunami sekali dalam 500 tahun (UNISDR, 2013; Lovholt *et al.*, 2014). Pergerakan empat lempeng besar menghasilkan tekanan dahsyat yang memecah interior lempeng bumi dari Kepulauan Indonesia menjadi bagian-bagian kecil kerak bumi. Kerak bumi kecil tersebut bergerak antara satu dengan lainnya dibatasi oleh patahan-patahan aktif, membuat Kepulauan Indonesia mempunyai aktivitas gempa yang cukup tinggi dan mengakibatkan bencana alam akibat gempa bumi seperti tsunami sering terjadi (Pasau G, 2011). Laut Banda dan sekitarnya merupakan daerah aktif gempa bumi. Tingkat seismisitas yang tinggi ini disebabkan oleh keadaan tatanan tektonik yang sangat kompleks di daerah ini. Gempa 1629 menghantahhm Laut Banda, pada 1

Agustus dengan kekuatan 8.2 M. Gempa dahsyat mengguncang Ambon dan pulau-pulau sekitarnya pada tanggal 17 Februari 1674 Lovholt *et al.*, (2012) Harris dan Major (2017) berspekulasi bahwa hal itu dipicu oleh gempa bumi dari selatan Ambon dan tanah longsor yang masing-masing dipicu oleh gempa bumi dari dalam Teluk Ambon. Menurut Latief (2016) gempa tahun 1965 terjadi di Pulau Sulabes dan di Sanana Maluku. Gempa dengan magnitudo 7.4 merusak di Pulau Sulabes dengan kedalaman 6 km menyebabkan 3.000 rumah dan 14 jembatan hancur sedangkan yang tewas berjumlah 71 orang. Sedangkan tsunami di Sanana setinggi 2 – 5.9 meter yang dibangkitkan oleh gempa bumi berkekuatan 6.3 Mw bersumber dari Laut Seram pada kedalaman 33 km menelan korban jiwa sebanyak 26 orang dan luka-luka sebanyak 54 orang. Busur Banda berbentuk sepatu kuda yang menghadap ke barat di Indonesia timur, mendefinisikan lokus dari tiga lempeng utama yang

*Corresponding author:

Email address: wuwungancynthia@gmail.com

Published by FMIPA UNSRAT (2021)

saling bertabrakan, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia. Cardwell dan Isacks (1978) menggunakan data seismologi untuk menentukan geometri subduksi Banda dan menyarankan bahwa kelengkungan 180° busur Banda muncul dari dua lempeng subduksi yang saling bersebelahan dan mencelupkan berlawanan. Salah satunya adalah lempeng Australia yang menunjam ke utara di bawah Eurasia di sepanjang palung Timor yang mengikuti pulau-pulau Flores, Timor dan Tanimbar (FTT), melalui Kai, Timor dan Tanimbar (FTT), melalui Kai. Di bagian paling timur, busur dan lempengan yang terkait berbelok ke utara, diyakini sebagai hasil tumbukan lempeng Australia dengan Eurasia. Lempeng kedua, dari Aru ke Buru, adalah lempeng barat-barat daya (WSW) yang mensubduksi lempeng Pasifik di bawah Eurasia, di sepanjang palung Seram yang berarah timur-barat (Cardwell dan Isacks, 1978; Hamilton, 1979). Busur Berkenaan dengan pengaturan tektonik di sekitar Ambon, ada lima kandidat sesar yang dapat menyebabkan gempa bumi besar: Sesar Megathrust bagian utara, Sesar Kawa, Sesar intraslab, Sesar Dorong Seram Selatan dan Sesar Lokal di Ambon.

Tsunami adalah serangkaian gelombang air laut yang disebabkan adanya gangguan di dasar laut yang menyebabkan perpindahan massa air laut yang sangat besar, misalnya akibat letusan gunung api di dasar laut, longsoran dasar laut, meteor yang jatuh ke laut, ledakan bom atom di laut, dan gempa bumi di dasar laut (Hamzah, 2000). Tsunami mempunyai panjang gelombang antara 2 puncaknya lebih dari 100 km di laut lepas dan selisih waktu antara kedua puncak tersebut diperkirakan antara 10 menit hingga 1 jam. Pada saat mencapai pantai yang dangkal, teluk, atau muara sungai, gelombang ini akan menurun kecepatannya, namun tinggi gelombang akan meningkat sehingga sangat bisa merusak benda-benda yang berada di sekitar pantai (Titov, 2011). Gempa bumi di dasar laut tidak semua dapat menyebabkan tsunami, tergantung pada jenis patahan dan mekanisme hiposenternya. Pada umumnya tsunami disebabkan oleh gempa bumi didasar laut dengan patahan normal (gravity) atau reverse dan magnitudo ≥ 7.0 Mw serta hiposenter pada kedalaman dangkal antara 0 s/d 80 km (Raharjo, 2013).

Tidak semua gempa menghasilkan tsunami, hal ini tergantung beberapa faktor utama seperti tipe sesaran (*fault type*), kemiringan sudut antar lempeng (*dip angle*), dan kedalaman pusat gempa (*hypocenter*). Gempa dengan karakteristik tertentu akan menghasilkan tsunami yang sangat berbahaya dan mematikan, yaitu:

- 1) Tipe sesaran naik (*thrust/ reverse fault*). Tipe ini sangat efektif memindahkan volume air yang berada diatas lempeng untuk bergerak sebagai awal lahirnya tsunami.
- 2) Kemiringan sudut tegak antar lempeng yang bertemu. Makin besar sudut yang dihasilkan (mendekati 90°), makin efektif tsunami yang terbentuk.

3) Kedalaman pusat gempa yang dangkal (<70 km). (Sutowijoyo, 2005)

Latief et al., (2006) menerangkan bahwa berdasarkan tinggi gelombang tsunami di pantai dapat diketahui tingkat bahaya tsunami. Menurut Rahmawan (2012), berdasarkan tinggi gelombangnya terdapat lima macam klasifikasi tsunami, seperti terlihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Klasifikasi bahaya gelombang tsunami berdasarkan tinggi gelombang

Tinggi Tsunami	Klasifikasi
$H \geq 3$ m	Sangat Bahaya
$1,5 \text{ m} \leq H < 3$ m	Bahaya
$0,5 \text{ m} \leq H < 1,5$ m	Cukup Bahaya
$H < 0,5$ m	Tidak Bahaya

Material dan Metode

Penelitian ini menggunakan data gempa bumi, topografi dan batimetri Laut Banda yang diperoleh dari NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) dan parameter tsunami (*length, width, depth, dip, slip, rake, strike*) diperoleh dari referensi. Daerah yang diteliti adalah Kota Ambon dan sekitarnya pada koordinat $3^\circ 48'53,64'' - 3^\circ 26'53,88''$ LS dan $127^\circ 51'14,40'' - 128^\circ 22'5,52''$ BT. Pemodelan perambatan gelombang tsunami di Laut Banda dilakukan dengan membuat skenario gempa bumi berdasarkan lokasi sumber gempa bumi di zona *South Seram Thrust*, dengan mengasumsi kekuatan gempa 8.0 Mw yang dilambangkan dengan (a) dan 9.0 Mw (b) kemudian diolah menggunakan *Software ComMIT*.



Gambar 1. Letak Skenario Gempa

Simulasi dilakukan dalam 3 kawasan perambatan tsunami dalam bentuk grid seperti pada Gambar 2 grid A meliputi kawasan paling luas, grid B kawasan lebih kecil, dan grid C lokasi disekitar pantai.



Gambar 2. Lokasi Penelitian dan letak tiap grid

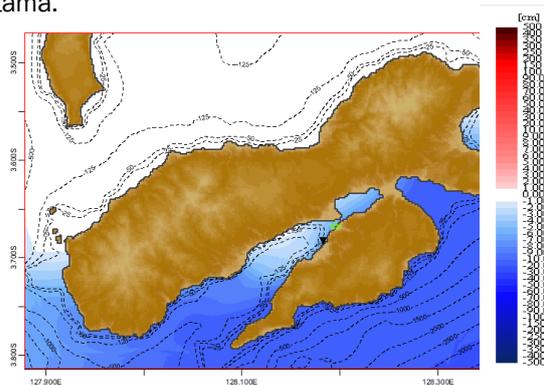
Nilai ketinggian dan waktu tiba gelombang tsunami di Kota Ambon dan sekitarnya dapat diperoleh dari *tide gauge* atau titik pengamatan gelombang tsunami.



Gambar 3. Tide Gauge di 10 titik di Pulau Ambon

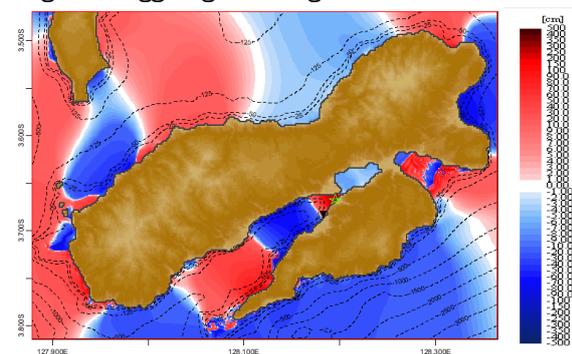
Hasil dan Pembahasan

Perambatan gelombang tsunami pada gempa berkekuatan 8.0 Mw membangkitkan tsunami seperti yang ditunjukkan pada gambar 4, dapat dilihat posisi gelombang tsunami pada menit pertama.



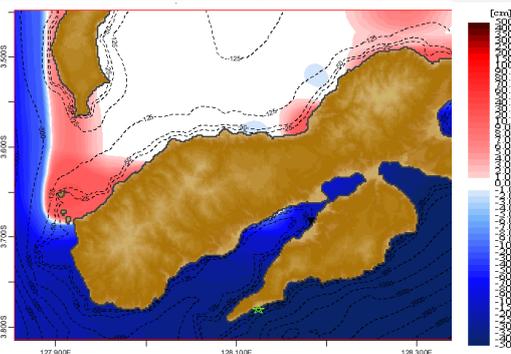
Gambar 4. Perambatan gelombang tsunami pada 1 menit

Gambar 5 dapat dilihat bahwa gelombang tsunami maksimum tercatat pada menit ke 23 pada tide gauge 4 dengan ketinggian gelombang 3.96 meter.



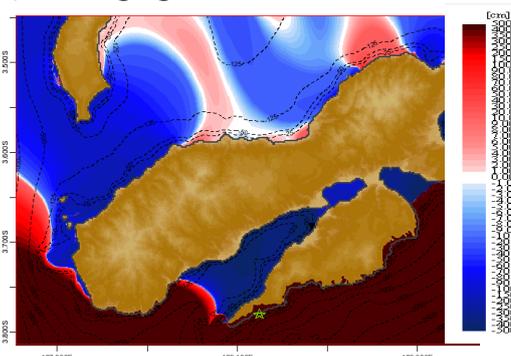
Gambar 5. Perambatan gelombang tsunami maksimum

Perambatan gelombang tsunami gempa berkekuatan 9.0 Mw pada menit pertama seperti pada gambar 6



Gambar 6. Perambatan Gelombang Tsunami pada 1 menit

Pada gempa berkekuatan 9.0 Mw ketinggian gelombang tsunami maksimum tercatat pada menit ke 10 dengan ketinggian gelombang mencapai 62.43 meter pada tide gauge 7.



Gambar 7. Perambatan gelombang Tsunami pada 10 menit

Ketinggian dan waktu tiba gelombang tsunami dari hasil perambatan tsunami di Kota Ambon menunjukkan beberapa variasi. Semakin besar kekuatan gempa maka semakin besar juga gelombang tsunami yang terjadi. Pada skenario (a) ketinggian gelombang tsunami maksimum dan waktu tiba gelombang tercepat terletak pada tide gauge yang berbeda. Disebabkan oleh tide gauge 7 berada di bagian selatan pulau Ambon dan jaraknya lebih dekat dengan pusat gempa sehingga gelombang tsunami tiba lebih dulu, sedangkan pada tide gauge 4 berada di teluk Ambon mengakibatkan gelombang tsunami yang masuk bagian teluk lebih besar karena energi yang dibawa gelombang tsunami terakumulasi. Simulasi tsunami skenario (a) dengan mengasumsikan gempa 8.0 Mw menghasilkan hasil yang mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Pranantyo pada tahun 2019 yang mengasumsikan gempa berkekuatan 8.1 Mw pada titik dan parameter gempa yang sama. Gelombang tsunami pada skenario (b) lebih besar dibandingkan dengan skenario (a), terlihat dari besar magnitudonya. Ketinggian dan waktu tiba tercepat pada skenario (b) terletak pada tide gauge 7 yaitu 62.4 m pada detik ke-599.

Kesimpulan

Waktu tiba tercepat gelombang tsunami dengan kekuatan gempa 8.0 Mw adalah pada

detik ke-566, sedangkan gempa berkekuatan 9.0 Mw waktu tiba tercepat pada detik ke-599. Kemudian tinggi gelombang tsunami maksimum yang melanda Kota Ambon dan sekitarnya gempa berkekuatan 8.0 Mw adalah 3.9 m pada detik ke-1376, sedangkan tinggi gelombang tsunami maksimum 62.4 m pada menit ke-599 untuk gempa berkekuatan 9.0 Mw, ini adalah tsunami tertinggi dan terbahaya.

Daftar Pustaka

- Cardwell R. K, and B.L. Isacks. 1978. Geometry of the subducted litho sphere beneath the Banda Sea in eastern Indonesia from seismicity and fault plane solutions. *J. Geophys. Res.* **83**:2825 – 2838
- Darman, H. and Reemst, P. 2012. *Seismic Expression of Geological Features in Seram Sea: Seram Trough, Missol-Onin Ridge and Sedimentary Basins*. Berita Sedimentologi #23
- Hamilton, W. 1979. Tectonics of the Indonesian Region. *USGS Professional Paper* **1078**: 345
- Hamzah, L., N.T. Puspito, dan F. Imamura. 2000. *Tsunami Catalog and Zones in Indonesia*. *Journal of Natural Disaster Science*. **22(1)**: 25-43.
- Harris, R., & Major, J. 2017. Gelombang kehancuran di Hindia Timur: Katalog gempa bumi dan tsunami Wichmann di wilayah Indonesia dari tahun 1538 hingga 1877. *Geological Society*. **441(1)**: 9-46.
- Latief H. 2006. *Pemodelan dan Pemetaan Rendaman Tsunami serta Kajian Resiko Bencana Tsunami Kota Padang*. ITB. Bandung
- Latief, H., Bustamam, B. 2016. Air Turun Naik di Tiga Negeri Mengingat Tsunami Ambon 1950 di Hutumuri, Hative Kecil dan Galala. ITB. Bandung
- Lovholt, F., D. Kuhn, H. Bungum, C.B. Harbitz, dan S. Glimsdal. 2012. Historical Tsunamis and Present Tsunami Hazard in Eastern Indonesia and the Southern Philippines. *Journal of Geophysical Research*. **117**: 1-19.
- Lovholt, F., Glimsdal, S., Habitz, C., Horspool, N., Smebye, H., de Bono, D., and Nadim, F. 2014. Global tsunami hazard and exposure due to large co-seismic slip. *Int. J. Disast. Risk Reduc.* doi:10.1016/j.ijdrr.2014.04.003
- Pasau G., Tanauma A. 2011. Pemodelan Sumber Gempa di Wilayah Sulawesi Utara Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Ilmiah Sains*. **11(2)**: 202-209
- Pranantyo, I. R., Cummins, P R. 2020. The 1674 Ambon Tsunami: Extreme Run-Up Caused by an Earthquake-Triggered Landslide. *Pure and Applied Geophysics*. **177(3)**: 1639-1657
- Raharjo, Slamet. 2013. Mapping of Tsunami Prone Areas in Coastal Region of Kema. *Journal of Aquatic Science & Management*. **1**:40-47
- Rahmawati. N.I., Santosa. B., Setyonegoro. W., Sunardi. B. 2017. Pemodelan Tsunami di Sekitar Laut Banda dan Implikasi Inundasi di Area Terdampak. *JURNAL SAINS DAN SENI POMITS*. **6(2)**:38- 41
- Rahmawan. 2012. *Studi Potensi Bahaya Tsunami di Selatan Jawa*. ITB. Bandung
- Sutowijoyo, A. P. 2005. Tsunami, karakteristiknya dan pencegahannya. *Inovasi* 3/XVII
- Titov, V. V., C. W. Moore, D. J. M. Greenslade, C. Pattiaratchi, R. Badal, C. E. Synolakis, and U. Kânoğlu. 2011. A new tool for inundation modeling: Community Modeling Interface for Tsunamis (ComMIT). *Pure Appl. Geophys.* **168**: 2121–2131
- UNISDR. 2013. *From Shared Risk to Shared Value – The Business Case for Disaster Risk Reduction, Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR)*. Geneva. Switzerland
-