



# Reka Ulang Waktu Tiba Dan Tinggi Gelombang Tsunami : Studi Kasus Pusat Gempa Di Pantai Utara Bolaang Mongondow

Nismawati Mangiri<sup>a\*</sup>, Gerald Tamuntuan<sup>a</sup>, Guntur Pasau<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Unsrat, Manado

## KATA KUNCI

Tsunami, gempa bumi, Bolaang Mongondow

## ABSTRAK

Telah dilakukan prakiraan waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami guna dalam rangka memperoleh informasi tentang potensi bahaya tsunami di daerah pantai utara Bolaang Mongondow. Data yang digunakan adalah data dari katalog gempabumi USGS periode 1890-2016. Data diolah untuk mendapatkan informasi karakteristik patahan dan dilakukan simulasi gempabumi menggunakan Software WinITDB. Dari hasil simulasi gempabumi, diketahui bahwa daerah pesisir pantai utara Bolaang Mongondow termasuk dalam klasifikasi tsunami yang cukup berbahaya karena tinggi gelombang tsunami yang menerjang adalah  $H > 0,5$  m serta energi yang terbangkitkan adalah  $2,98 \times 10^{13}$  joule.

## KEYWORDS

Tsunami, earthquake, Bolaang Mongondow

## ABSTRACT

Prediction of arrival time and wave height of tsunami in northern coast of Bolaang Mongondow has been conducted in order to obtain information about potential tsunami hazards in the area. The data used are obtained from the USGS earthquake catalog in the period 1890-2016. The data is then processed using WinITDB Software to obtain information on fault characteristics and tsunami simulation. The results show that tsunami wave heights that can occur was  $H > 0.5$  m and the generated energy was  $2.98 \times 10^{13}$  joules. It was mean that the northern coast area of Bolaang Mongondow was classified as a fairly dangerous tsunami.

## TERSEDIA ONLINE

01 Agustus 2017

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau lebih dari 17.000 buah dan garis pantai sepanjang 95.181 km. Kondisi ini menyebabkan wilayah Indonesia unggul akan kondisi geografis sehingga menjadi potensi yang besar untuk berbagai kegiatan manusia (Triatmodjo, 1999). Daerah pantai dapat dimanfaatkan sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan, pariwisata dan sebagainya. Hal ini membuat daerah pantai menjadi daerah yang sangat vital dan bernilai strategis.

Selain memberikan keuntungan bagi masyarakat, keberadaan daerah pantai juga menghadirkan beberapa ancaman, antara lain :

angin, erosi, gelombang, arus laut, banjir pasang hingga bencana tsunami. Ditinjau dari segi geologis, Indonesia sangat rentan terhadap gempa dan tsunami karena merupakan daerah pertemuan Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Laut Filipina (Diposaptono, 2006). Berdasarkan catatan Latief dkk (2000), kejadian tsunami yang pernah terjadi di Indonesia sampai pada tahun 1999 sebanyak 105 kali kejadian tsunami, dimana 90 % terjadi karena gempa tektonik, 9 % oleh letusan gunung berapi, dan 1 % karena tanah longsor.

Wilayah lengan utara Sulawesi merupakan wilayah yang mempunyai tingkat seismisitas yang sangat tinggi (Kertapati, 2006). Penunjaman seperti subduksi Sulawesi Utara (*Minahasa Trench*),

\*Corresponding author: Jurusan Fisika FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: [mangirinismawati@gmail.com](mailto:mangirinismawati@gmail.com); [gtamuntuan@gmail.com](mailto:gtamuntuan@gmail.com)

tumbukan ganda laut Maluku, penunjaman lempeng laut Filipina, dan beberapa sesar aktif mengakibatkan wilayah ini rawan terhadap gempa-gempa tektonik (Harmsen, 2007). Gempa terbesar terakhir di lengan utara terjadi pada tahun 1996 dengan magnitudo 7,9 SR (Kertapati, 2006). Gempa ini tergolong berpotensi tsunami yang bisa menimbulkan ancaman serius bagi manusia.

Tsunami merupakan salah satu bencana yang paling ditakuti oleh manusia, karena banyak mengakibatkan kerugian materi dan bahkan menelan ribuan korban jiwa. Pada tahun 2004 tsunami melanda Aceh dan Nias hingga menelan korban jiwa ±200.000 orang, tahun 2006 tsunami terjadi di Pangandaran dan menelan 653 korban jiwa serta tahun 2010 tsunami melanda Kepulauan Mentawai dan menelan korban jiwa 456 orang (Syamsidik, 2013).

Bolaang Mongondow merupakan salah satu kabupaten yang ada di provinsi Sulawesi Utara dengan jumlah penduduk 213.484 jiwa dan kepadatan 39,55 jiwa/km<sup>2</sup>. Pesisir pantai utara Bolaang Mongondow berbatasan dengan Laut Sulawesi. Kondisi topografi pantai utara Bolaang Mongondow adalah landai.

Informasi gempabumi yang berpotensi tsunami masih kurang bagi masyarakat yang ada di sekitar pesisir pantai utara Bolaang Mongondow. Untuk itu diperlukan informasi yang lebih serta upaya mitigasi bencana tsunami guna mengurangi kerugian dan korban jiwa. Salah satu langkah mitigasi adalah dengan melakukan studi tentang tingkat resiko tsunami seperti waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami yang menerjang lengan utara pulau Sulawesi khususnya di pesisir pantai utara Bolaang Mongondow. Kajian serupa di pesisir pantai utara Bolaang Mongondow sudah pernah dilakukan oleh Pandey (2015), namun hanya menggunakan sumber pembangkit yang jauh, padahal di dekat pesisir pantai utara Bolaang Mongondow terdapat patahan yang berpotensi menghasilkan gempa seperti patahan darat Bolaang Mongondow (patahan naik/turun). Oleh karena itu, dalam penelitian ini telah dilakukan studi tentang potensi tsunami dengan sumber pembangkit adalah patahan yang jaraknya relatif dekat dengan pesisir pantai utara Bolaang Mongondow.

Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan *software* WinITDB untuk melakukan simulasi. Dari simulasi tersebut telah diketahui waktu tiba tsunami menerjang pantai serta ketinggian gelombang tsunami. Selain itu telah dilakukan juga perhitungan tentang besar energi tsunami.

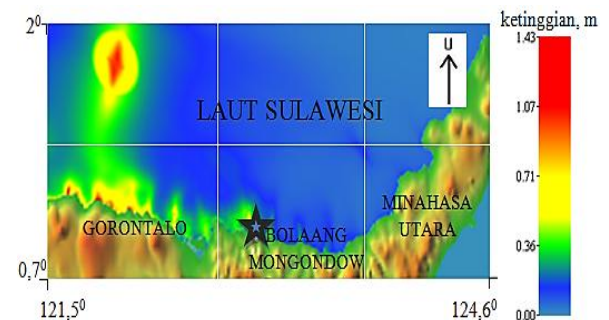
**2. Material dan Metode**

Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan *software* WinITDB. Sumber data gempabumi yang digunakan adalah dari USGS periode 1890-2016. Batas wilayah yang diteliti adalah wilayah yang berada dipesisir pantai utara Bolaang Mongondow (0° LU - 1° LU) dan (123° BT - 124° BT).

Penelitian diawali dengan memilih lokasi yang padat penduduk, kemudian diplot sebagai titik yang akan diterjang tsunami. Selanjutnya menginput data historis dari USGS. Kemudian melakukan perhitungan manual panjang patahan, lebar patahan, dan deformasi dasar laut. Menginput posisi lintang sumber tsunami, posisi bujur sumber tsunami, posisi lintang daerah yang akan diterjang tsunami, posisi bujur daerah yang akan diterjang tsunami, panjang patahan, lebar patahan, deformasi dasar laut, dan waktu maksimum penjalaran gelombang tsunami untuk melakukan simulasi dengan *software* guna mendapatkan waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami.

**3. Hasil dan Pembahasan**

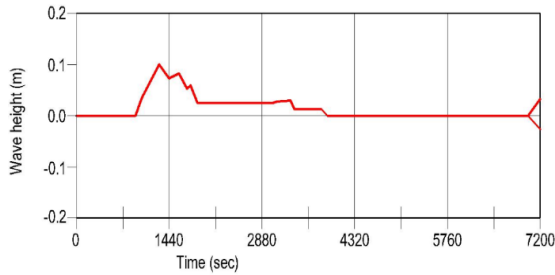
Kasus tsunami I terjadi pada tanggal 05 Januari 1941 yang disebabkan oleh gempabumi dengan magnitudo 6,7 Mw terletak pada koordinat 0,7° - 2° LU dan 121,5° - 124,6° BT (Gambar 3.1). Ketika terjadi gempabumi dengan magnitudo 6,7 Mw, maka panjang patahan yaitu 21,88 km, lebar patahan yaitu 16,03 km, dan deformasi dasar laut yaitu 0,59 meter. Jarak dari sumber tsunami ke lokasi reka ulang yaitu 32,82 km. Besar energi yang terbangkitkan akibat gelombang tsunami pada kasus pertama adalah 6,15 × 10<sup>11</sup> joule dengan kategori yang tidak membahayakan serta tinggi maksimum gelombang tsunami yang terjadi 1,43 meter di desa Bolontio. Gambar 3.2 menunjukkan bahwa tinggi gelombang tsunami yang menerjang lokasi reka ulang adalah 0,1 meter pada menit ke-22, dan masih tergolong dalam klasifikasi tsunami yang tidak berbahaya.



Gambar 3.1 Hasil simulasi penjalaran tsunami dari pusat gempabumi dengan magnitudo 6,7 Mw.

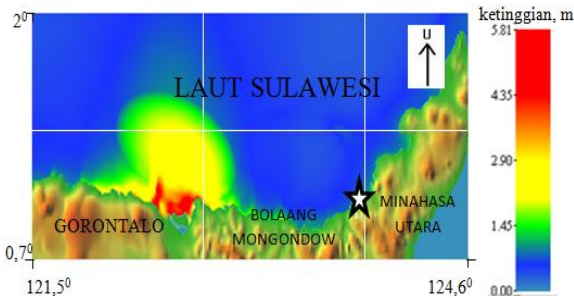
Keterangan:

- ★ : Lokasi reka ulang (Desa Wakat)
- : Episenter



Gambar 3.2 Grafik waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami dari pusat gempa bumi dengan magnitudo 6,7 Mw.

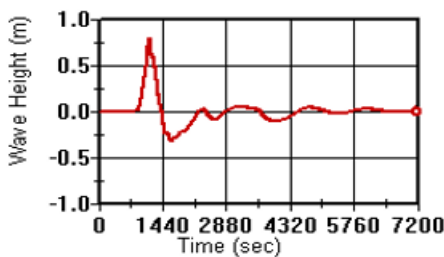
Kasus tsunami II pada tanggal 20 Juni 1991 yang disebabkan oleh gempa bumi dengan magnitudo 7,5 Mw terletak pada koordinat 0,7° - 2° LU dan 121,5° - 124,6° BT (Gambar 3.3). Pada saat terjadi gempa bumi dengan magnitudo 7,5 Mw, maka panjang patahan yaitu 54,95 km, lebar patahan yaitu 30,55 km, dan deformasi dasar laut yaitu 1,88 meter. Jarak dari sumber tsunami ke lokasi reka ulang yaitu 82,43 km. Besar energi yang terbangkitkan akibat gelombang tsunami pada kasus kedua yaitu  $2,98 \times 10^{13}$  joule dengan kategori cukup berbahaya serta tinggi maksimum gelombang tsunami yang terjadi adalah 5,81 meter di desa Monano. Tinggi gelombang tsunami yang menerjang lokasi reka ulang (Desa Ambang) adalah 0,8 meter pada menit ke-17 (Gambar 3.4). Hal ini menunjukkan bahwa potensi tsunami di daerah tersebut tergolong dalam kategori tsunami yang cukup membahayakan. Adapun data waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami pada dua daerah dapat dilihat pada Tabel 1.1.



Gambar 3.3 Hasil simulasi penjalaran tsunami dari pusat gempa bumi dengan magnitudo 7,5 Mw.

Keterangan:

- ★ : Lokasi reka ulang (Desa Ambang)
- : Episenter



Gambar 3.4 Grafik waktu tiba dan tinggi gelombang tsunami dari pusat gempa bumi dengan magnitudo 7,5 Mw.

Tabel 1.1 Data waktu tiba dan tinggi maksimum gelombang tsunami yang disebabkan oleh kasus tsunami II

No	Sumber Gempabumi	Magnitudo (Mw)	Wilayah Pesisir	Waktu Tiba Tsunami (menit)	Tinggi Gelombang Maksimum (meter)
1	1,63 LU 122,22 BT	6,7	Ambang	24	0,06
2			Wakat	22	0,1
3	1,20 LU 122,79 BT	7,5	Ambang	17	0,8
4			Wakat	19	0,51

**4. Kesimpulan**

1. Besar energi yang terbangkitkan akibat gelombang tsunami dengan episenter di laut dari tahun 1890 - 2016 pada kedalaman <100 km dan magnitudo >6,5 Mw di daerah pesisir pantai utara Bolaang Mongondow adalah  $2,98 \times 10^{13}$  joule.
2. Waktu tiba minimum gelombang tsunami di pesisir pantai utara Bolaang Mongondow adalah 17 menit di desa Ambang. Sedangkan waktu tiba maksimum 24 menit setelah kejadian gempa.
3. Tinggi maksimum gelombang tsunami adalah 0,8 meter.

**Daftar Pustaka**

Diposaptono, S., dan Budiman. 2006. Tsunami. Buku Ilmiah Populer. Bogor.

Kertapati, E.K. 2006. *Aktivitas Gempabumi di Indonesia*. Pusat Survei Geologi, Bandung. 64-67.

Latief, H., Puspito, N.T. dan F. Imamura. 2000. Tsunami catalog and zones in Indonesia. *Journal of Natural Disaster Science*. **22(1)**: 25-43.

Pandey, F. 2015. Simulasi Penjalaran Tsunami di Beberapa Pantai di Sulawesi Utara sebagai Upaya Mitigasi Bencana.[Skripsi]. FMIPA UNSRAT, Manado.

S. Harmsen. 2007. *USGS Software For Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)*, United States of Geological Surveys (USGS).

Syamsidik., Hassanuddin., M. Dirhamsyah., K. Munadi. 2013. Analisis Pendahuluan Penanggulangan Bencana Tsunami Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Riset Kebencanaan; Mataram 8-10 Oktober 2013.

Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset