

## Comcot 1.7 Modeling To Estimate The Maximum Height And Arrival Time Of The Tsunami In Tombariri Sub-District

(Pemodelan Comcot 1.7 Untuk Mengestimasi Tinggi Maksimum Dan Waktu Tiba Tsunami Di Kecamatan Tombariri)

Abu Bakri<sup>\*12</sup>, Ping Astony Angmalisang<sup>2</sup>, Kurniati Kemer<sup>2</sup>, Wilhelmina Patty<sup>2</sup>, Revols Dolfi CH Pamikiran<sup>2</sup>, Nurmeilita Taher<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Manado Geophysical Station, BMKG, Manado 95161, Indonesia

<sup>2</sup>Master of Water Science Program, FPIK, Sam Ratulangi University, Manado 95115, Indonesia

\*Corresponding author: [abu.bakri@bmgk.go.id](mailto:abu.bakri@bmgk.go.id)

Manuscript received: 19 Dec. 2024. Revision accepted: 25 Jan. 2025

### Abstract

Tombariri Sub-District is located on the North Coast of the Minahasa Peninsula, directly opposite the North Sulawesi Subduction. North Sulawesi subduction has the potential for earthquakes with a targeted magnitude of M8.5 that can generate tsunamis. In addition, Tombariri Sub-District has a fairly large population density and is located on the coast. This causes the Tombariri Sub-District to be highly vulnerable to tsunami hazards. This study aims to determine the tsunami's estimated maximum height and arrival time. The modeling method in this study is through the Comcot 1.7 application with the worst-case scenario of North Sulawesi Subduction M8.5. The results of this study showed that the maximum height of the tsunami reached 6.17 m. The estimated time of tsunami arrival in Tombariri District ranges from 5-10 minutes. The results of this study can be used as a means of mitigating tsunami disasters.

Keywords: Comcot, Tsunami Modeling, Inundation, Numeric Simulation

### Abstrak

Kecamatan Tombariri terletak di wilayah Pesisir Utara Semenanjung Minahasa yang berhadapan langsung dengan Subduksi Sulawesi Utara. Subduksi Sulawesi Utara memiliki potensi gempabumi dengan magnitudo tertarget M8.5 yang dapat membangkitkan tsunami. Selain itu, Kecamatan Tombariri memiliki kepadatan penduduk yang cukup besar dan berada di wilayah pesisir. Hal ini menyebabkan Kecamatan Tombariri memiliki tingkat kerawanan terhadap bahaya tsunami yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi ketinggian maksimum dan waktu tiba tsunami. Metode pemodelan dalam penelitian ini melalui aplikasi Comcot 1.7 dengan skenario terburuk Subduksi Sulawesi Utara M8,5. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tinggi maksimum tsunami mencapai 6,17 m. Estimasi waktu tiba tsunami di Kecamatan tombariri berkisar antara 5 - 10 menit. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai sarana mitigasi bencana tsunami.

Kata Kunci : Comcot, Pemodelan tsunami, Simulasi Numerik.

### PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Utara terletak diantara pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Filipina (PUSGEN, 2017). Lempeng Sangihe yang merupakan bagian dari Lempeng Eurasia bergerak menunjam ke bawah semenanjung Minahasa dan membentuk Subduksi Sulawesi Utara. Subduksi Sulawesi Utara bergerak ke dengan kecepatan 42-50 mm/tahun dan memiliki potensi terjadinya gempabumi dengan magnitudo maksimum M8,5 yang

dapat membangkitkan tsunami (Socquet, et al., 2006).

Kecamatan Tombariri merupakan salah satu Kecamatan yang ada di Kabupaten Minahasa yang terletak di pesisir utara dari Semenanjung Minahasa. Kecamatan Tombariri memiliki sepuluh Desa dengan delapan diantaranya memiliki batas langsung dengan pantai. Pada tahun 2021 jumlah penduduk tertinggi berada di Desa Ranowangko, yaitu sebanyak 3186 jiwa (BPS, 2022). Selain itu Kecamatan Tombariri masih masuk dalam kawasan Taman Laut

Bunaken yang memiliki potensi wisata yang sangat menarik berupa terumbu karang dan hutan mangrove.

Tsunami dengan sumber Subduksi Sulawesi Utara dapat mencapai ketinggian 18 m dan waktu tiba 17 menit di Kota Manado (Wahyu, 2018). Kecamatan Tombariri berada dekat dengan Kota Manado yaitu di Semenanjung Minahasa. Hal ini menyebabkan Kecamatan Tombariri memiliki ancaman yang sangat tinggi terhadap bahaya tsunami.

Pemodelan tsunami perlu dilakukan sebagai upaya mitigasi terhadap bahaya tsunami di Kecamatan Tombariri. Sehingga pengelolaan daerah pesisir akan terbantu dalam pembangunan pada zona aman dari tsunami. Pemodelan tsunami pernah dilakukan di sekitar Sulawesi Utara yaitu di Manado (Wahyu, 2018) dan Amurang (Fatimah, 2023). Dalam penelitian ini pemodelan tsunami akan dilakukan melalui aplikasi Comcot 1.7 dengan skenario terburuk dari Subduksi Sulawesi Utara dengan magnitudo M8,5. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketinggian maksimum dan waktu tiba tsunami di Kecamatan Tombariri akibat

gempabumi Subduksi Sulawesi Utara M8,5.

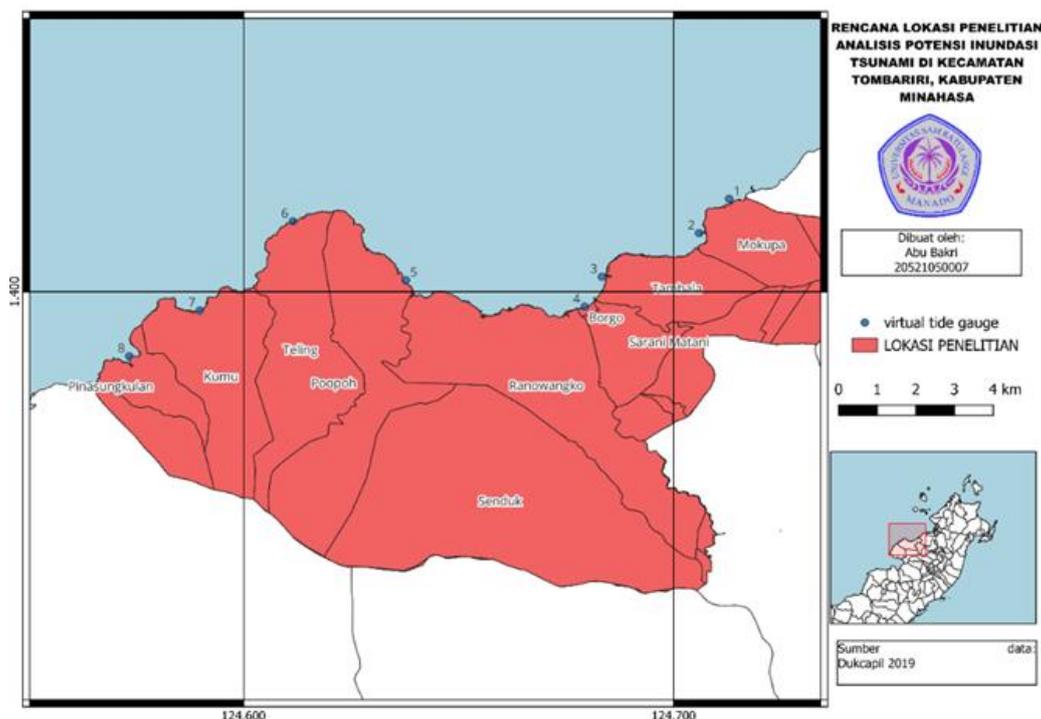
## METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

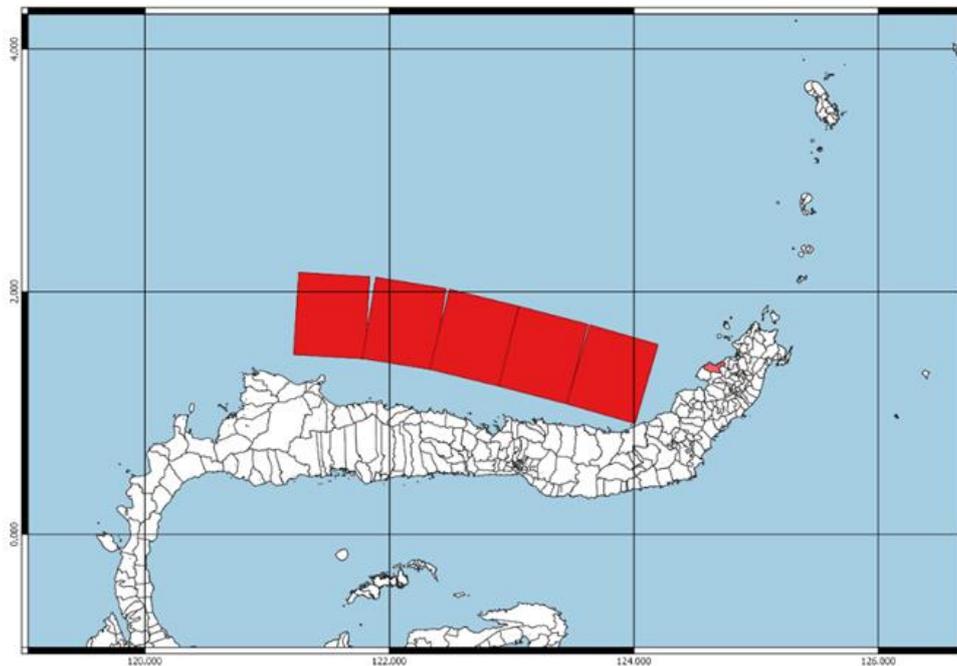
Lokasi Penelitian dilakukan di sepanjang wilayah pesisir Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa. Penelitian ini dilakukan mulai dari Bulan Agustus 2023 hingga Mei 2024. Lokasi penelitian ditampilkan dengan warna merah dan titik pengamatan berupa virtual tide gauge dibagi menjadi 8 titik seperti pada gambar 1.

### Skenario Pemodelan

Dalam penelitian ini skenario yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil penelitian dari PUSGEN (2017) pada Subduksi Sulawesi Utara dengan Magnitude maksimum M 8,5. Selanjutnya patahan dibagi menjadi 5 segmen agar memiliki bentuk yang mendekati dengan kondisi sebenarnya. Perhitungan besarnya patahan ini menggunakan perhitungan scalling law (Wells & Coppersmith, 1994) dalam (Blaser & dkk, 2010). Geometri bidang patahan ini dapat dilihat dalam gambar 2



Gambar 1. Lokasi Penelitian

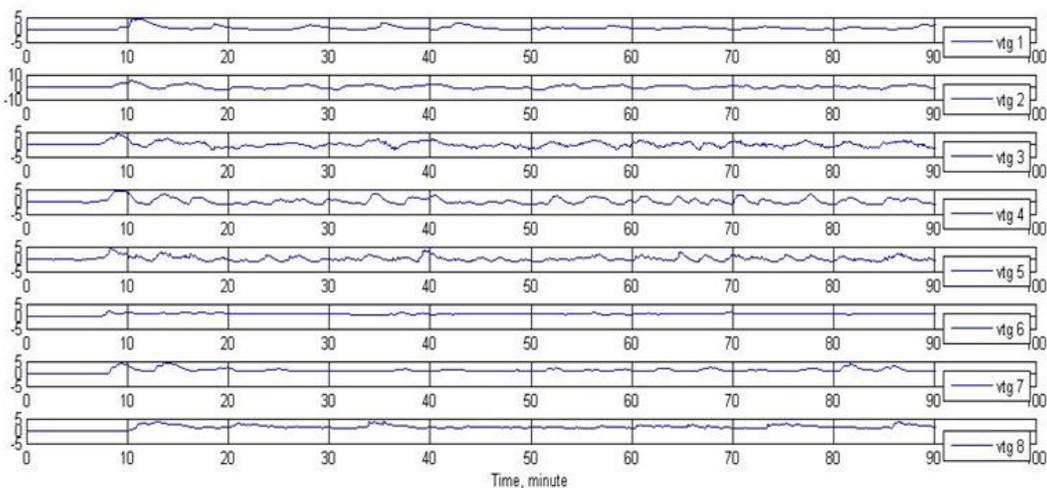


Gambar 1. Geometri bidang patahan skenario pemodelan tsunami

Pemodelan ini dilakukan dengan pembagian layer menjadi 6, agar mendapat resolusi yang lebih tinggi. Pada layer 1 sampai dengan 5 digunakan persamaan linier air dangkal sedangkan layer 6 menggunakan persamaan non linier air dangkal (Wang & Power, 2011).

Hasil pemodelan menggunakan aplikasi Comcot 1.7 ini adalah ketinggian dan waktu tiba tsunami yang teramati oleh virtual tide gauge. Virtual tide gauge dibagi menjadi 8 titik dan ditempatkan pada perairan sepanjang pesisir Kecamatan Tombariri. Nilai ketinggian dan waktu tiba tsunami pada virtual tide gauge tersebut dapat dilihat pada gambar 3.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**



Gambar 2. Grafik gelombang tsunami titik pengamatan virtual tide gauge

Dalam grafik tersebut tidak terlihat perbedaan yang signifikan pada waktu tiba tsunami di semua titik pengamatan. Nilai waktu tiba tsunami berkisar antara 5 – 10

menit. Untuk lebih jelasnya nilai waktu tiba tsunami dan ketinggian tsunami akan ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Nilai ketinggian maksimum tsunami dan waktu tiba tsunami di titik pengamatan

No	Titik Penelitian	Tinggi Tsunami Maksimum (m)	Waktu Tiba Tsunami (menit)
1	1 (124.7129°BT, 1.4217°LU)	4,65	9
2	2 (124.7059 °BT, 1.4137 °LU)	6,17	7
3	3 (124.6833 °BT, 1.4035 °LU)	4,19	6
4	4 (124.6793 °BT, 1.3965 °LU)	4,32	6
5	5 (124.6377 °BT, 1.4027 °LU)	4,02	5
6	6 (124.6114 °BT, 1.4165 °LU)	2,05	7
7	7 (124.5898 °BT, 1.3956 °LU)	4,70	8
8	8 (124.5733 °BT, 1.3849 °LU)	4,00	10

Pada tabel 1 ditunjukkan ketinggian maksimum dari gelombang tsunami di Kecamatan Tombariri berkisar antara 2,05 hingga 6,17 m. Nilai ketinggian maksimum terbesar berada di titik pengamatan virtual tide gauge 2 yaitu berada di Dermaga Tasik Ria Resort, Desa Mokupa. Sedangkan titik pengamatan 6 memiliki ketinggian maksimum terendah.

Perbedaan ketinggian dari tsunami ini disebabkan oleh banyak faktor. Faktor lintasan berupa batimetri sangat mempengaruhi ketinggian dari tsunami. Selain itu, faktor jarak antara sumber pembangkit tsunami dengan titik pengamatan juga mempengaruhi ketinggian tsunami. Semakin jauh jarak titik pengamatan maka energi dari gelombang tsunami akan meluruh (Pattiarattchi, 2020). Penjalaran tsunami di daratan juga dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor utama yang mempengaruhi adalah bentuk dari topografi. Selain itu faktor tutupan lahan juga mempengaruhi dari nilai ketinggian tsunami. Bentuk pantai berupa teluk akan menambah dampak dari pengaruh tsunami (Purwanto, Listyani, Isjudarto, & Kusumayuda, 2008).

Selanjutnya, pada tabel 1 juga ditunjukkan nilai waktu tiba tsunami berkisar antara 5 hingga 10 menit. Waktu tiba tsunami tercepat berada di titik pengamatan 5. Titik pengamatan 5 ini terletak di Desa Poopoh. Faktor yang mempengaruhi dari waktu tiba tsunami ini

adalah jarak lintasan serta batimetri. Dimana saat kedalaman laut lebih dangkal maka kecepatan gelombang tsunami berkurang namun amplitudo dari tsunami akan naik (Lampela, 2019).

Hasil dari penelitian ini berupa estimasi ketinggian maksimum dan waktu tiba tsunami dapat digunakan sebagai langkah awal mitigasi bencana tsunami. Mitigasi dapat dilanjutkan dengan membuat peta jalur evakuasi, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan daerah pesisir. Harapan dari peneliti agar saat terjadi bencana tsunami di wilayah Kecamatan Tombariri, masyarakat dapat melakukan evakuasi secara menyeluruh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kecamatan Tombariri memiliki estimasi ketinggian maksimum tsunami sebesar 6,17 m berada di Desa Mokupa. Estimasi waktu tiba tsunami tercepat di Kecamatan Tombariri adalah 5 menit di Desa Poopoh.

### Saran

Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat jalur evakuasi tsunami di Kecamatan Tombariri dalam langkah awal mitigasi bencana tsunami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blaser, L., & dkk. (2010). Scaling relation of earthquake source parameter estimates with special focus on subduction environment. *Bulletin of seismological society of america*, vol. 100, no. 6, 2914-2926.
- BPS. (2022). *Tombariri dalam Angka 2022*. Minahasa: BPS Kabupaten Minahasa.
- Fatimah, A. (2023). Pemodelan Numerik Tsunami untuk Mengestimasi Waktu Tiba dan Ketinggian Maksimum Gelombang Tsunami di Teluk Amurang. *EULER: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 8-15.
- Lampela, K. (2019). Tsunami Shoaling Theory. *Earthquake Resistant Engineering Structures XII* (hal. 121 - 128). WIT Transactions on The Built Environment.
- Pattiarattchi, C. (2020). influence of Ocean Topography on Tsunami Propagation in Western Australia. *Journal of Marine Science and Engineering* , 1-16.
- Purwanto, H., Listyani, T., Isjudarto, A., & Kusumayuda, S. (2008). Mewaspadai Morfologi Teluk sebagai Zona Bahaya Tsunami. *Jurnal Ilmiah MTG*, vol.1 no.1.
- PUSGEN. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Socquet, A., Simmons, W., Vidny, C., MoCaffrey, R., Subarya, C., Sarsito, D., . . . Spakman, W. (2006). *Microblock rotations and fault coupling in SE Asia triple junction*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH.
- Wahyu, R. O. (2018). Pemodelan Inundasi Tsunami di Sepanjang Pesisir Kota Manado Akibat Gempabumi M8,5 di Zona Subduksi Sulawesi Utara. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol.19 No.1*, 13-18.
- Wang, X., & Power, W. (2011). *Comcot: a Tsunami Generation Propagation and Run-up Model*. Institut of Geological and Nuclear Sciences.
- Wells, D., & Coppersmith, K. (1994). New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Lengrh, Rupture Width, Rupture Area, and Surfacw Displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 84, No 4, 974 - 1002.