

**PEMODELAN KETINGGIAN DAN WAKTU DATANG GELOMBANG
TSUNAMI AKIBAT GEMPA PADA WILAYAH PERAIRAN KABUPATEN
SARMI, PAPUA**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Fisika



Oleh

Hizba Fadhil Ahmad

2007507

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

**PEMODELAN KETINGGIAN DAN WAKTU DATANG GELOMBANG
TSUNAMI AKIBAT GEMPA PADA WILAYAH PERAIRAN KABUPATEN
SARMI, PAPUA**

Oleh:
Hizba Fadhil Ahmad

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Hizba Fadhil Ahmad 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PEMODELAN KETINGGIAN DAN WAKTU DATANG GELOMBANG
TSUNAMI AKIBAT GEMPA PADA WILAYAH PERAIRAN KABUPATEN
SARMI, PAPUA

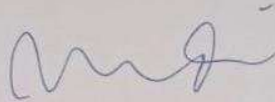
Oleh:

Hizba Fadhil Ahmad

NIM. 2007507

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

NIP. 198012122005011002

Pembimbing II



Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 198012122005011002

Mengetahui

Ketua Program Studi Fisika



Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 197905012003121001

**PEMODELAN KETINGGIAN DAN WAKTU DATANG GELOMBANG
TSUNAMI AKIBAT GEMPA PADA WILAYAH PERAIRAN KABUPATEN
SARMI, PAPUA**

Hizba Fadhil Ahmad

2007507

Pembimbing 1: Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

Pembimbing 2: Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

ABSTRAK

Pulau Papua banyak terdapat gunungapi dan lempeng aktif yang berpotensi untuk menghasilkan gempa dan tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan tsunami pada daerah Sarmi akibat pergerakan lempeng *New Guinea Trench*. Pemodelan tsunami ini dilakukan dengan menggunakan COMCOT atau *Cornell Multi-grid Coupled Tsunami model*. Metode dasar yang digunakan dalam model COMCOT ini menggunakan teori air dangkal yang menjelaskan perilaku air di kedalaman yang lebih rendah dibandingkan dengan panjang gelombangnya. Persamaan kontinuitas dan persamaan Euler digunakan untuk menyelesaikan teori air dangkal ini. Hasil simulasi tsunami menunjukkan selain dipengaruhi oleh kekuatan gempa dan jarak pusat gempa dengan garis pantai besar kecilnya tsunami dan waktu kedatangan tsunami mencapai pantai juga dipengaruhi oleh distribusi energi yang tidak merata dan kompleksitas patahan. Ketinggian maksimal gempa berkekuatan $7,5 M_w$ mencapai 2 meter, sedangkan pada gempa berkekuatan $8,0 M_w$ gelombang dapat mencapai hingga 4 meter, untuk gempa dengan kekuatan $8,5 M_w$ ketinggian gelombang tertingginya mencapai lebih dari 13 meter. Gelombang tsunami tercepat akan datang ke daratan sarmi dengan waktu 13 menit jika gempa terjadi dengan kekuatan $7,5 M_w$. Tsunami juga akan datang dengan waktu 13 menit jika terjadi gempa dengan kekuatan $8,0 M_w$. Dan 12 menit apabila gempa berkekuatan $8,5 M_w$ maka tsunami tercepat akan datang dalam waktu 12 menit. Dengan hasil ini diharapkan bisa menjadi informasi agar Papua dapat meningkatkan mitigasi bencana, khususnya tsunami.

Kata Kunci:

Tsunami, Gempa, Papua, COMCOT, Persamaan Kontinuitas

**PEMODELAN KETINGGIAN DAN WAKTU DATANG GELOMBANG
TSUNAMI AKIBAT GEMPA PADA WILAYAH PERAIRAN KABUPATEN
SARMI, PAPUA**

Hizba Fadhil Ahmad

2007507

Pembimbing 1: Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

Pembimbing 2: Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

ABSTRACT

Papua Island has many active volcanoes and plates that have the potential to cause earthquakes and tsunamis. This study aims to model a tsunami in the Sarmi area due to the movement of the New Guinea Trench plate. This tsunami modeling was carried out using the COMCOT or Cornell Multi-grid Coupled Tsunami model. The basic method used in this COMCOT model uses shallow air theory which explains the behavior of air at depths lower than its wavelength. The continuity equation and Euler's equation are used to solve this shallow water theory. The results of the tsunami simulation show that in addition to being influenced by the strength of the earthquake and the distance of the epicenter from the coastline, the size of the tsunami and the time the tsunami reaches the coast are also influenced by the uneven distribution of energy and the complexity of the fault. The maximum height of an earthquake with a magnitude of $7.5 M_w$ reaches 2 meters, while in an earthquake with a magnitude of $8.0 M_w$ the waves can reach up to 4 meters, for an earthquake with a magnitude of $8.5 M_w$ the highest wave height reaches more than 13 meters. The fastest tsunami wave will arrive in Sarmi land in 13 minutes if the earthquake occurs with a magnitude of $7.5 M_w$. Tsunami will also come within 13 minutes if an earthquake with a magnitude of $8.0 M_w$ occurs. And 12 minutes if the earthquake has a magnitude of $8.5 M_w$ then the fastest tsunami will come within 12 minutes. With these results, it is hoped that it can be information so that Papua can improve disaster mitigation, especially tsunamis.

Keywords:

Tsunami, Earthquake, Papua, COMCOT, Continuity Equation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kondisi Wilayah Penelitian	5
2.1.1 Kondisi geologi.....	5
2.1.2 Kondisi morfologi.....	7
2.2 Tsunami	7
2.2.1 Definisi tsunami.....	7
2.2.2 Sumber tsunami	8
2.2.3 Dampak tsunami	9
2.2.4 Sejarah tsunami.....	10
2.3 COMCOT.....	11

2.3.1	Persamaan air dangkal	11
2.3.2	Skema batas gerak	12
2.3.3	Konfigurasi <i>nested grid</i>	14
2.3.4	Peningkatan Dispersi	14
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Alur Penelitian.....	16
3.2	Data	17
3.2.1	Data domain.....	18
3.2.2	Data <i>fault model</i>	18
3.2.3	Data <i>roughness</i>	22
3.2.4	Data titik observasi	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Analisis Ketinggian Maksimal Gelombang Tsunami	24
4.2	Analisis Waktu Kedatangan Gelombang Tsunami	26
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI & SARAN.....		29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Implikasi	29
5.3	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN.....		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Regional tektonik Papua dan kegempaan (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)	6
Gambar 2.2 Peta seismisitas Papua tahun 2009-2018 (BMKG, 2019).....	10
Gambar 2.3 sketsa grid staggered	12
Gambar 2.4 sketsa skema batas bergerak.....	13
Gambar 2.5 detil pergerakan batas bergerak.....	13
Gambar 2.6 Skema <i>time marching</i> dalam <i>nested grid</i>	14
Gambar 2.7 sketsa efek dispersi pada gelombang tsunami.....	15
Gambar 3.1 Alur penelitian	17
Gambar 3.2 Area penelitian.....	18
Gambar 4.1 Ketinggian gelombang maksimal pada titik observasi di setiap skenario	25
Gambar 4.2 Gelombang tsunami setelah terjadi gempa, A skenario gempa 7,5 Mw, B skenario gempa 8,0 Mw, C skenario gempa 8,5 Mw	26
Gambar 4.3 Waktu kedatangan gelombang tsunami tercepat, A skenario gempa 7,5 Mw, B skenario gempa 8,0 Mw, C skenario gempa 8,5 Mw	27
Gambar 4.4 Waktu Ketika gelombang dengan ketinggian maksimal terjadi, A skenario gempa 7,5 Mw, B skenario gempa 8,0 Mw, C skenario gempa 8,5 Mw	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sebaran sumber tsunami papua (PVMBG, 2017)	10
Tabel 3.1 Data input <i>fault model</i> pada gempa berkekuatan 7,5 Mw	21
Tabel 3.2 Data input fault model pada gempa berkekuatan 8,0 Mw	22
Tabel 3.3 Data input fault model pada gempa berkekuatan 8,5 Mw	22
Tabel 4.1 Ketinggian gelombang maksimal pada titik observasi di setiap skenario	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses <i>running</i> pemodelan	35
Lampiran 2. <i>Input</i> data	35

DAFTAR PUSTAKA

- Arbad, A. P., & Hasan, M. F. R. (2022). Analisis Probabilistic Model Mitigasi Tsunami Akibat Aktivitas Vulkanik Gunung Anak Krakatau Dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Jurnal GEOSAPTA*, 8(1), 49. <https://doi.org/10.20527/jg.v8i1.12074>
- Bachri, S. (2014). *Kontrol tektonik dan struktur geologi terhadap ketersediaan hidrokarbon di daerah Papua*.
- Bartdet, J., Synolakis, C., Davies, H., Imamura, F., & Okal, E. (2003). Landslide tsunamis: Recent findings and research directions. In *Most* (Issue November).
- Bilek, S., & Lay, T. (1999). Bilek_Lay_1999_NATURE. *Nature*, 400(JULY), 443–446.
- Blaser, L., Krüger, F., Ohrnberger, M., & Scherbaum, F. (2010). Scaling relations of earthquake source parameter estimates with special focus on subduction environment. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(6), 2914–2926. <https://doi.org/10.1785/0120100111>
- BMKG. (2019). Katalog Gempabumi Signifikan Dan Merusak 1821-2018. In T. Prasetya & Daryono (Eds.), *Pusat Gempabumi dan Tsunami Kedeputan Bidang Geofisika*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Cartwright, J. H. E., & Nakamura, H. (2008). Tsunami: A history of the term and of scientific understanding of the phenomenon in Japanese and Western culture. *Notes and Records of the Royal Society*, 62(2), 151–166. <https://doi.org/10.1098/rsnr.2007.0038>
- Chow, V. T., 1959, *Open Channel Hydraulics*. MacGraw Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo
- Day, S. J. (2015). Volcanic Tsunamis. In *The Encyclopedia of Volcanoes* (Second Edi). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385938-9.00058-4>
- Dominey-Howes, D. (2007). Geological and historical records of tsunami in Australia. *Marine Geology*, 239(1–2), 99–123. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2007.01.010>
- Geist, E. L. (2002). Complex earthquake rupture and local tsunamis. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 107(B5). <https://doi.org/10.1029/2000jb000139>

- Geist, E. L., & Oglesby, D. D. (2016). Earthquake Mechanism and Seafloor Deformation for Tsunami Generation. *Encyclopedia of Earthquake Engineering*, 1–17. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36197-5>
- Henry, C., & Das, S. (2002). The M_w 8.2, 17 February 1996 Biak, Indonesia, earthquake: Rupture history, aftershocks, and fault plane properties. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 107(B11). <https://doi.org/10.1029/2001jb000796>
- Imamura, F., Boret, S. P., Suppasri, A., & Muhari, A. (2019). Recent occurrences of serious tsunami damage and the future challenges of tsunami disaster risk reduction. In *Progress in Disaster Science* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100009>
- Kawamura, K., Laberg, J. S., & Kanamatsu, T. (2014). Potential tsunamigenic submarine landslides in active margins. *Marine Geology*, 356, 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2014.03.007>
- Lipiejko, N., Whittaker, C. N., Lane, E. M., White, J. D. L., & Power, W. L. (2021). Tsunami Generation by Underwater Volcanic Explosions: Application to the 1952 Explosions of Myojinsho Volcano. *Pure and Applied Geophysics*, 178(12), 4743–4761. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02857-1>
- Manneela, S., & Kumar, S. (2022). Overview of the Hunga Tonga-Hunga Ha’apai Volcanic Eruption and Tsunami. *Journal of the Geological Society of India*, 98(3), 299–304. <https://doi.org/10.1007/s12594-022-1980-7>
- Milsom, J., Masson, D., Nichols, G., Sikumbang, Nafrazal Dwiyanto, B., Parson, L., & Kallagher, H. (1992). THE MANOKWARI TROUGH AND THE WESTERN END OF THE NEW GUINEA TRENCH. *The Alaskan Shelf*, 11(1), 1–12. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-6194-0_1
- Novikov, I. I., & Mitrofanova, O. V. (2014). The physical nature of tsunamis. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 84(6), 420–423. <https://doi.org/10.1134/S1019331614060070>
- Pararas-Carayannis, G. (2014). The Great Tohoku-Okai Earthquake and Tsunami of March 11, 2011 in Japan: A Critical Review and Evaluation of the Tsunami Source Mechanism. *Pure and Applied Geophysics*, 171(12), 3257–3278. <https://doi.org/10.1007/s00024-013-0677-7>

- Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. In *Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.*
- PVMBG. (2017). *Katalog Tsunami Indonesia 416-2021.*
- Ratuluhain, E. S. (2020). *Analisis potensi tsunami di perairan pantai utara lombok eva susan ratuluhain.*
- Rizqi, K. F., Ismunandar, H., Kedokteran, F., Lampung, U., Ilmu, B., Komunitas, K., Kedokteran, F., Lampung, U., Orthopaedi, B., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2024). *Manajemen Pra Tsunami Pre-Tsunami Management.* 14, 454–457.
- Sugianto, D., Nurjaya, I. W., MN Natih, N., & Pandoe, W. W. (2017). Potensi Rendaman Tsunami Di Wilayah Lebak Banten. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(1), 9. <https://doi.org/10.15578/jkn.v12i1.6241>
- Tappin, D. R. (2017). Tsunamis from submarine landslides. *Geology Today*, 33(5), 190–200. <https://doi.org/10.1111/gto.12200>
- Tappin, D. R. (2018). The importance of geologists and geology in tsunami science and tsunami hazard. *Geological Society Special Publication*, 456(1), 5–38. <https://doi.org/10.1144/SP456.11>
- Tappin, D. R., Matsumoto, T., Watts, P., Satake, K., McMurtry, G. M., Matsuyama, M., Lafoy, Y., Tsuji, Y., Kanamatsu, T., Lus, W., Iwabuchi, Y., Yeh, H., Matsumotu, Y., Nakamura, M., Mahoi, M., Hill, P., Crook, K., Anton, L., & Walsh, J. P. (1999). Sediment slump likely caused 1998 papua new Guinea Tsunami. *Eos*, 80(30). <https://doi.org/10.1029/99EO00241>
- The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dari <https://www.ngdc.noaa.gov/hazel/view/hazards/tsunami/event-more-info/635>
- Titov, V. V. (2021). Hard Lessons of the 2018 Indonesian Tsunamis. *Pure and Applied Geophysics*, 178(4), 1121–1133. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02731-0>
- Titov, V. V., & Synolakis, C. E. (1997). *Extreme inundation flows during the Hokkaido-Nansei-Oki tsunami.* 24(11), 1315–1318.
- Tregoning, P., & Gorbatov, A. (2004). Evidence for active subduction at the New

- Guinea Trench. *Geophysical Research Letters*, 31(13), 1–4.
<https://doi.org/10.1029/2004GL020190>
- The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dari
<https://www.ngdc.noaa.gov/hazel/view/hazards/tsunami/event-more-info/635>
- Wang, X. (2009). USER MANUAL FOR COMCOT VERSION 1 . 7 (FIRST DRAFT) by. *Control*, 7.
- Wang, X., & Liu, P. L.-F. (2007). *COMCOT User Manual Journey of COMCOT*. 6, 1–23.
- Wells, D. L., & Coppersmith, Kevin, J. (1994). New empirical relationship between magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84(4), 974–1002.
- Wibowo, M. (2022). Modeling the Potential of Tsunami Hazard in Labuan Bajo Towards A Disaster-Resilient Tourism Area. *Indonesian Journal of Geography*, 54(1), 83–91. <https://doi.org/10.22146/ijg.71220>