

**PEMETAAN JALUR EVAKUASI BERDASARKAN PEMODELAN TSUNAMI
MENGUNAKAN COMCOT DI DESA SIDAYU, BINANGUN, CILACAP**

***MAPPING EVACUATION ROUTES BASED ON TSUNAMI MODELING USING
COMCOT IN SIDAYU VILLAGE, BINANGUN, CILACAP***

Chiquita Laila Mahfud*, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

Ulil Azmi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

Nurfaijin, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Stasiun Meteorologi Cilacap, Cilacap, Indonesia

Zaroh Irayani, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*email: chiquitalaila15@gmail.com (corresponding author)

Abstrak. Kabupaten Cilacap terletak pada Zona Subduksi Jawa dan memiliki potensi terdampak gempa megathrust magnitudo 8,7 yang dapat memicu tsunami dan berdampak pada daerah pesisir pantai, salah satunya Desa Sidayu, Kecamatan Binangun. Sebagai langkah mitigasi, penelitian ini membahas pemodelan tsunami menggunakan perangkat lunak COMCOT dengan pendekatan *Shallow Water Equations* (SWE) berdasarkan skenario magnitudo 8,7. Hasil pemodelan menunjukkan ketinggian tsunami mencapai 15,9081 meter dengan waktu tiba 43 menit 38 detik, menyebabkan hampir seluruh Desa Sidayu terendam. Berdasarkan peta jalur evakuasi tsunami, masyarakat diarahkan menuju beberapa lokasi sebagai Tempat Evakuasi Sementara (TES), antara lain Balai Desa Jepara Wetan, Lapangan Jepara Wetan, SMP Negeri 2 Binangun, SD Negeri 2 Jepara Wetan, dan MI Guppi Jepara Wetan dengan estimasi waktu 30 – 35 menit berjalan kaki. Selain itu, masyarakat juga diarahkan ke Kantor PWRI Binangun, Lapangan Sriwijaya Bangkal, Balai Desa Bangkal, dan Masjid Darussalimin sebagai Tempat Evakuasi Akhir (TEA) dengan estimasi waktu 16-20 menit mengendarai sepeda motor dengan kecepatan rata-rata 38 km/jam.

Kata kunci: *megathrust, tsunami, COMCOT, evakuasi*

Abstract. Cilacap Regency is located in the Java Subduction Zone and has the potential to be affected by an 8.7 magnitude megathrust earthquake that could trigger a tsunami and impact coastal areas, including Sidayu Village in Binangun District. As a mitigation step, this research discusses tsunami modeling using the COMCOT software with the *Shallow Water Equations* (SWE) approach based on an 8.7 magnitude scenario. The modeling results show that the tsunami height reached 15.9081 meters with an arrival time of 43 minutes and 38 seconds, causing almost the entire Sidayu Village to be submerged. Based on the tsunami evacuation route map, the community is directed to several locations as Temporary Evacuation Shelters (TES), including the Jepara Wetan Village Hall, Jepara Wetan Field, SMP Negeri 2 Binangun, SD Negeri 2 Jepara Wetan, and MI Guppi Jepara Wetan, with an estimated walking time of 30

– 35 minutes. In addition, the community is also directed to the PWRI Binangun Office, Sriwijaya Bangkal Field, Bangkal Village Hall, and Darussalimin Mosque as Final Evacuation Places (TEA) with an estimated time of 16-20 minutes riding a motorcycle at an average speed of 38 km/h.

Keywords: *megathrust, tsunami, COMCOT, evacuation*

PENDAHULUAN

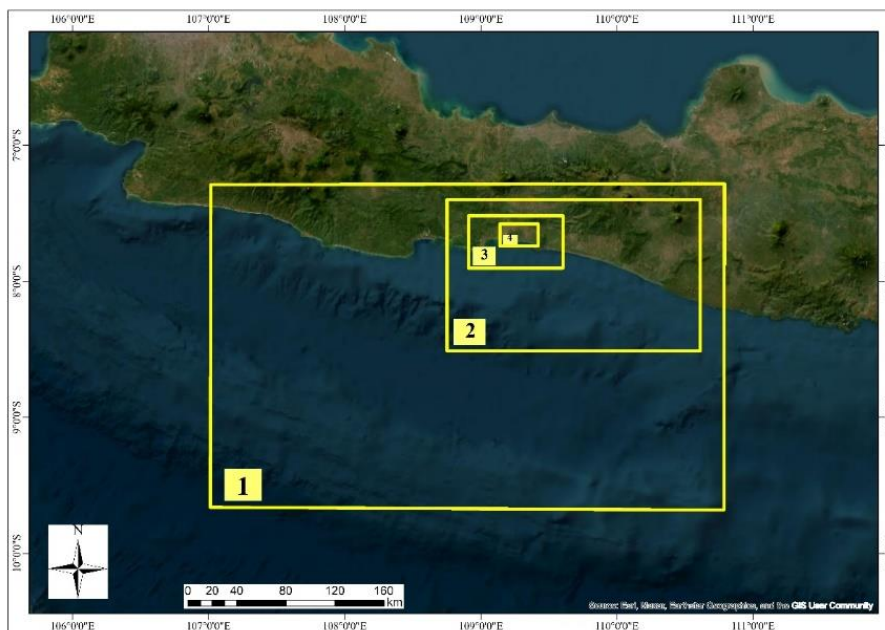
Kabupaten Cilacap merupakan kabupaten terluas di Jawa Tengah dengan jumlah penduduk 1.944.857 orang (Priyotomo et al., 2020). Kabupaten ini memiliki infrastruktur penting seperti Bandara Tunggul Wulung, PLTU Karang Kandri, dan unit PT Pertamina Refinery IV (Muhaimin et al., 2016). Secara geologis, Cilacap berada di zona subduksi antara Lempeng Eurasia dan Indo-Australia, serta berdekatan dengan jalur Sesar Pamanukan-Cilacap (Nguyen et al., 2015). Hal ini menyebabkan Kabupaten Cilacap rentan terhadap gempa bumi dan tsunami. Cilacap memiliki potensi tsunami tertinggi di Jawa Tengah dan peringkat ketiga di Indonesia (Khasanah et al., 2014).

Kecamatan Binangun merupakan salah satu dari enam kecamatan yang berpotensi terdampak bencana tsunami di Cilacap. Kecamatan ini terletak tepat di sepanjang Pantai Selatan Jawa dan berbatasan dengan Samudera Hindia, serta ketinggiannya hanya 8 meter di atas permukaan laut (Puryadi et al., 2021). Salah satu desa yang berpotensi terdampak adalah Desa Sidayu dengan luas wilayah sekitar 389,118 hektar dan 4.142 jiwa penduduk. Desa Sidayu memiliki keindahan alam yang luar biasa dan telah menjadi salah satu destinasi wisata yang populer di kalangan wisatawan, khususnya Pantai Widarapayung dan Pantai Sidayu Indah. Pantai-pantai tersebut pernah terdampak Tsunami Pangandaran pada 17 Juli 2006 yang mengakibatkan banyak kerusakan dan korban jiwa (Laksono et al., 2021). Menurut Pusgen (2017), Selatan Pulau Jawa berpotensi terjadi gempa *megathrust* dengan magnitudo mencapai 8,7 yang dapat menyebabkan tsunami yang besar. Oleh karena itu, pemodelan tsunami sangat diperlukan di Selatan Cilacap terutama Desa Sidayu.

Salah satu model yang dapat digunakan adalah COMCOT (*Cornell Multi-grid Coupled Tsunami Model*) dengan menggunakan pendekatan *Shallow Water Equations* (SWE). COMCOT dikembangkan oleh Profesor L.F Liu dari *Cornell University* menggunakan model numerik yang mewakili model matematis dalam bentuk simulasi komputer (Ratuluhain, 2021). Model COMCOT telah banyak digunakan untuk mensimulasikan dan merancang upaya mitigasi tsunami di berbagai daerah, seperti Pesisir Teluk Amurang (Fatimah et al., 2023), Kabupaten Lumajang (Widada et al., 2022), Pesisir Kota Bengkulu (Ayunda et al., 2020), dan Pantai Keburuhan Purworejo (Hartanto & Astriawati, 2020). Berdasarkan data Tsunami Pangandaran 2006 magnitudo 7.7, dilakukan pemodelan yang kemudian dibandingkan dengan data real survey lapangan. Hasil perbandingan digunakan sebagai validasi parameter layer. Selanjutnya, parameter tersebut digunakan untuk pemodelan tsunami magnitudo 8.7. Hasil pemodelan ini akan digunakan untuk membuat peta jalur evakuasi dan strategi mitigasi bencana tsunami di Desa Sidayu.

METODE

Pengolahan data pada penelitian ini terdiri dari pembuatan data *input* parameter layer, penentuan titik *tide gauge virtual*, menghitung parameter gempa bumi skenario 8,7, dan proses pemodelan tsunami. Pemodelan tsunami memerlukan data *input* berupa parameter layer yang disesuaikan dengan wilayah penelitian. Penelitian ini menggunakan empat layer untuk mencapai resolusi detail. Layer 1 mencakup laut lepas untuk mengetahui perambatan gelombang tsunami dan layer 2 lebih kecil dari layer 1. Kedua layer ini menggunakan data topografi dan batimetri dari ETOPO. Layer 3 dan 4 menggunakan data topografi dari DEMNAS dan batimetri dari BATNAS dengan layer 4 menggambarkan wilayah fokus utama penelitian. Pembuatan layer ini menggunakan *Google Earth Pro* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembuatan Layer dalam Pemodelan Tsunami

Tabel 1 berikut adalah detail koordinat setiap layer yang digunakan sebagai *input* pemodelan tsunami yang terlihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Batas Setiap Layer dalam Pemodelan Tsunami

Layer	Longitude (°BT)	Latitude (°LS)
1	107.0222 - 110.7805	7.2935 - 9.6768
2	108.7541 - 110.6124	7.4010 - 8.5093
3	108.9095 - 109.6024	7.5181 - 7.9026
4	109.1394 - 109.4209	7.5786 - 7.7421

Penggabungan data topografi dan batimetri dilakukan untuk memastikan keselarasan elevasi daratan dan laut. Proses ini dibantu oleh perangkat lunak *Global Mapper* dengan menggabungkan data dan diubah ke format XYZ. Gabungan data tersebut digunakan sebagai data *input* pemodelan Tsunami 2006. Parameter Gempabumi Pangandaran 2006 diperoleh dari Global CMT Katalog melalui *website* <https://www.globalcmt.org/>. Tabel 2 menunjukkan data parameter Gempabumi Pangandaran 17 Juli 2006.

Tabel 2. Data Parameter Gempabumi Pangandaran 17 Juli 2006

Mw	Episenter		Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Slip (°)	L (km)	W (km)	D (km)
	Long (°BT)	Lat (°LS)							
7,7	108,594	-9,319	10	284	17	87	141	21	10

Selain itu, perlu menentukan titik *tide gauge virtual* dengan koordinat tertentu di dekat pantai untuk memperkirakan waktu kedatangan dan ketinggian tsunami. Penelitian ini menggunakan titik koordinat longitude 109.257720 dan latitude -7.698280. Parameter gempabumi ditentukan dari data sumber gempa *megathrust* Selatan Jawa magnitudo 8,7 oleh Pusgen (2017) dan *slab 2.0* USGS dengan nilai *slip* sebesar 90° agar inundasi tsunami maksimum. Selain itu, parameter gempabumi ditentukan dari hubungan antara magnitudo (M_w), panjang sesar (L), dan lebar sesar (W) berdasarkan persamaan Well's & Coppersmith (1994) dan persamaan Hanks & Kanamori (1979) untuk menentukan nilai momen seismik (M_o) dan dislokasi (D) seperti pada persamaan berikut.

$$\log L = 0,58 M_w - 2,42 \quad (1)$$

$$\log W = 0,41 M_w - 1,61 \quad (2)$$

$$M_w = \frac{2}{3} \log(M_o) - 10,7 \quad (3)$$

$$M_o = \mu DA \quad (4)$$

dimana M_w menunjukkan magnitudo momen, μ adalah modulus geser batuan di zona patahan (biasanya 3×10^{11} dyne/cm²), D adalah pergeseran rata-rata (dislokasi) (m), dan A adalah luas patahan yang mengalami pergeseran (m²). Hasil perhitungan parameter gempabumi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Parameter Gempabumi Skenario Magnitudo 8.7

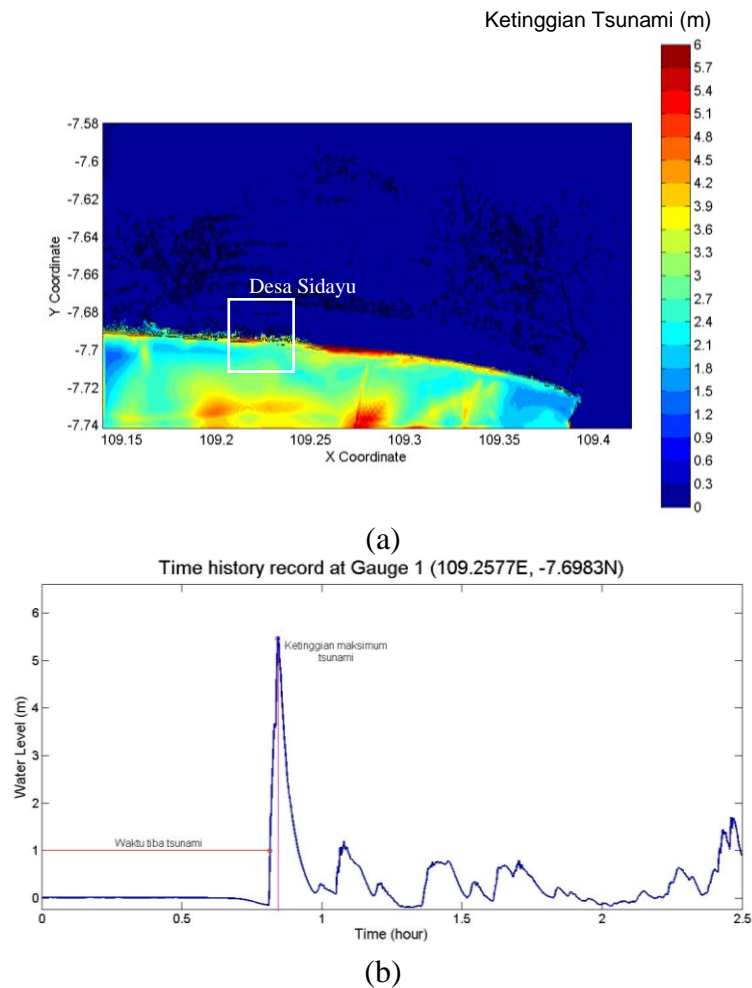
Mw	Episenter		Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Slip (°)	L (km)	W (km)	D (km)	Mo (Nm)
	Long (°BT)	Lat (°LS)								
8,7	108.805	-9.078	21	290.38	11.17	90	423	91	20	5.62×10^{23}

Pemodelan tsunami dilakukan menggunakan COMCOT V1.7 dengan masukan dari file *comcot.ctl* yang berisi gabungan data topografi dan batimetri dalam format XYZ. Hasil simulasi COMCOT divisualisasikan dengan MATLAB dan *Microsoft Excel*. Zona bahaya tsunami dipetakan menggunakan *ArcGIS*, yang kemudian digunakan untuk memetakan jalur evakuasi. Pemetaan ini membantu menggambarkan daerah terdampak tsunami dan memastikan jalur evakuasi aman dan efisien sebelum gelombang tsunami mencapai daratan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Validasi Parameter Layer

Parameter layer adalah data *input* yang penting dalam pemodelan tsunami dengan COMCOT. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan Tsunami Pangandaran 17 Juli 2006 magnitudo 77 dengan hasil dari model yang sudah teruji.



Gambar 2. Hasil Pemodelan (a) Plot Penjalaran Gelombang Tsunami Pangandaran 2006 (b) Plot tide gauge virtual (waktu tiba dan ketinggian tsunami)

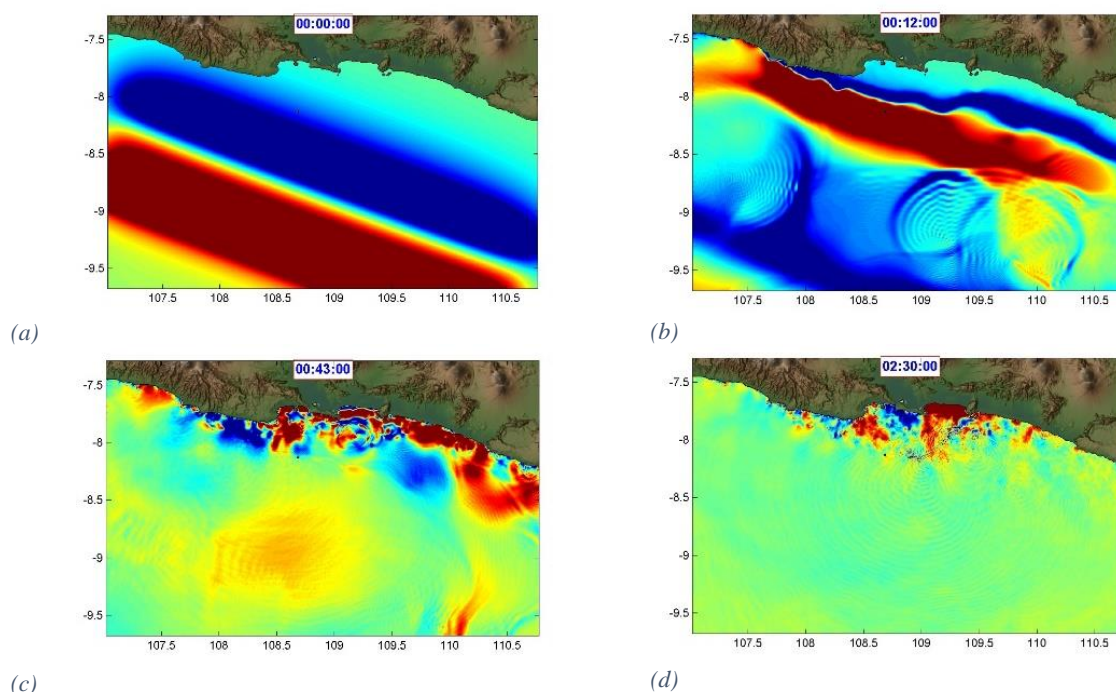
Gambar 2 menunjukkan hasil pemodelan menunjukkan gelombang tsunami tiba di Desa Sidayu pada detik ke-2937 atau 48 menit 57 detik dengan ketinggian mencapai 1,03521 meter dan ketinggian maksimum mencapai 5,49484 meter pada detik ke-3041 atau 50 menit 41 detik. Survey lapangan dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Kongko et al., (2006) mencatat ketinggian maksimum 4,6 meter, Lavigne et al., (2007) mencatat 5,5 meter, Tsuji et al., (2007) mencatat 6,39 meter, dan Tejakusuma (2008) mencatat 6,7 meter. Perbandingan data survey lapangan yang dilakukan oleh beberapa peneliti dengan hasil pemodelan menunjukkan hasil yang hampir sama dan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Nilai akurasi perbandingan data survei dengan hasil pemodelan sangat tinggi, di atas 99%, sehingga parameter layer dapat diterapkan pada pemodelan tsunami skenario gempa *megathrust* Selatan Jawa magnitudo 8.7 (Pusgen, 2017) dengan resolusi parameter layer seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Resolusi parameter layer yang digunakan pada pemodelan

Layer	Resolusi (arc sec)	Jarak antartitik (meter)
1	30	900
2	10	300
3	3,33	100
4	0,67	20

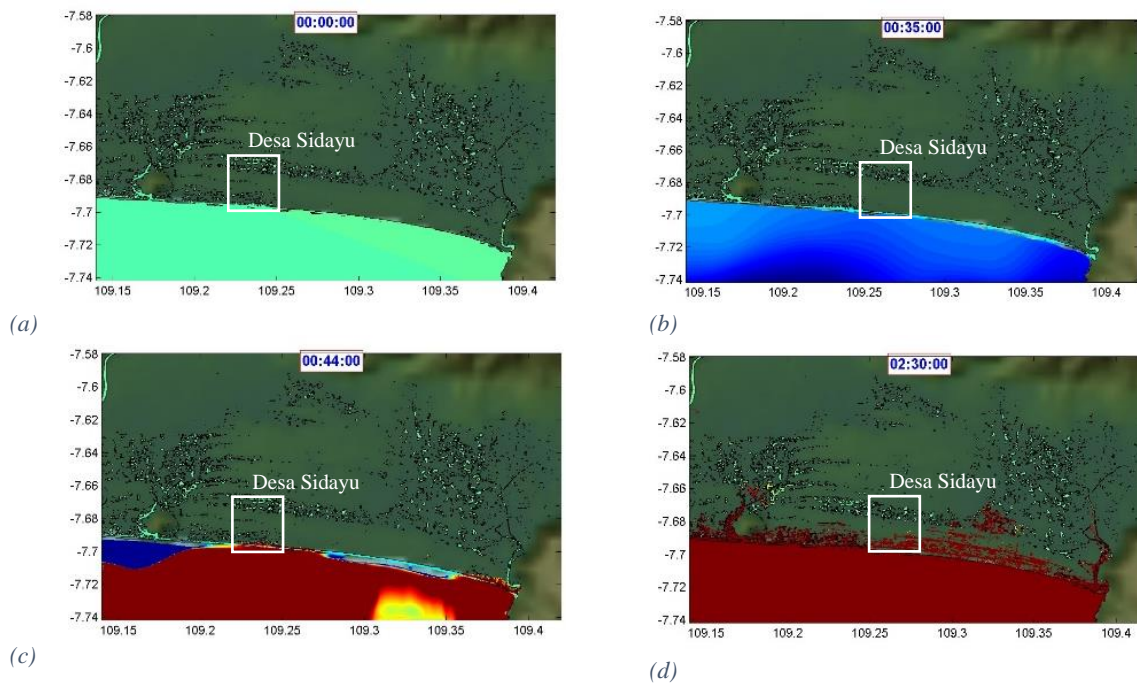
B. Penjalaran Gelombang Tsunami

Simulasi penjalaran tsunami di Desa Sidayu berdasarkan gempa magnitudo 8,7 berlangsung selama 9000 detik (2,5 jam) dengan interval 60 detik. Pemodelan *snapshot* dilakukan pada layer 1 merupakan layer terbesar yang menampilkan penjalaran gelombang tsunami dari sumber gempa hingga mencapai daratan dan menunjukkan penyebaran gelombang ke segala arah.



Gambar 3. Pola Snapshot Layer 1 pada (a) menit ke-0; (b) menit ke-12; (c) menit ke-43; dan (d) menit ke-150

Gambar 3 menunjukkan pada menit ke-12 gelombang mulai menyebar ke perairan dangkal, pada menit ke-43 gelombang memasuki pesisir Cilacap, dan pada menit ke-150 gelombang mencapai daratan.

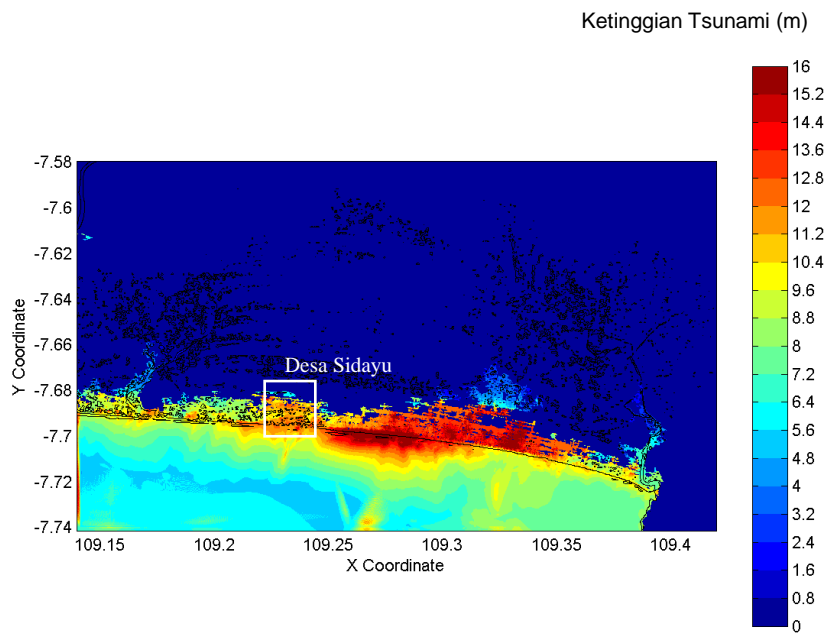


Gambar 4 Pola Snapshot Layer 4 pada (a) menit ke-0; (b) menit ke-35; (c) menit ke-44; dan (d) menit ke-150

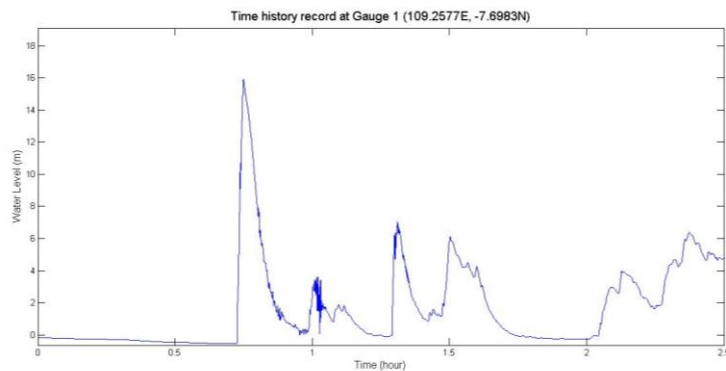
Gambar 4 menunjukkan layer 4 yang merupakan layer terkecil yang mencakup daerah di sekitar Kecamatan Binangun. Beberapa saat setelah terjadi gempa, permukaan laut terjadi penurunan yang diamati dengan perubahan warna biru pada skala. Pada menit ke-44 gelombang mendekati garis pantai dan pada menit ke-150 gelombang sudah menggenangi daratan di sekitar Kecamatan Binangun.

C. Ketinggian dan Waktu Tiba Tsunami

Pemodelan tsunami juga menghasilkan ketinggian dan waktu tiba dengan cara *plot* ketinggian maksimum dan *plot tide gauge virtual* yang dapat divisualisasikan dengan bantuan perangkat lunak Matlab. Hasil visualisasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



(a)



(b)

Gambar 5. Hasil Pemodelan Tsunami 8.7 (a) Plot Ketinggian Maksimum Tsunami pada Layer 4 (b) Plot Tide Gauge Virtual

Gambar 5 menunjukkan hasil pemodelan tsunami di sekitar Desa Sidayu, Kecamatan Binangun, Cilacap. Waktu tiba gelombang tsunami dipengaruhi oleh kedalaman laut dan elevasi lereng pantai. *Tide gauge virtual* memantau tinggi air laut dan memprediksi waktu kedatangan serta ketinggian gelombang. Waktu tiba gelombang tsunami tercatat saat gelombang mencapai daratan dengan ketinggian 1 meter. Berdasarkan hasil *tide gauge virtual*, diperoleh waktu tiba tsunami pada 43 menit 38 detik dengan ketinggian maksimum mencapai 15,9081 meter yang terjadi pada menit ke-2698 atau 44 menit 58 detik. gelombang tsunami yang teramati pada *tide gauge virtual* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Ketinggian dan Waktu Tsunami

Koordinat Tide Gauge Virtual		Waktu Tiba (jam:menit:detik)	Ketinggian Maksimum (meter)	Waktu Ketinggian Maksimum (jam:menit:detik)
Longitude (°BT)	Latitude (°LS)			
109,257720	-7,698280	00:43:38	15,9081	00:44:58

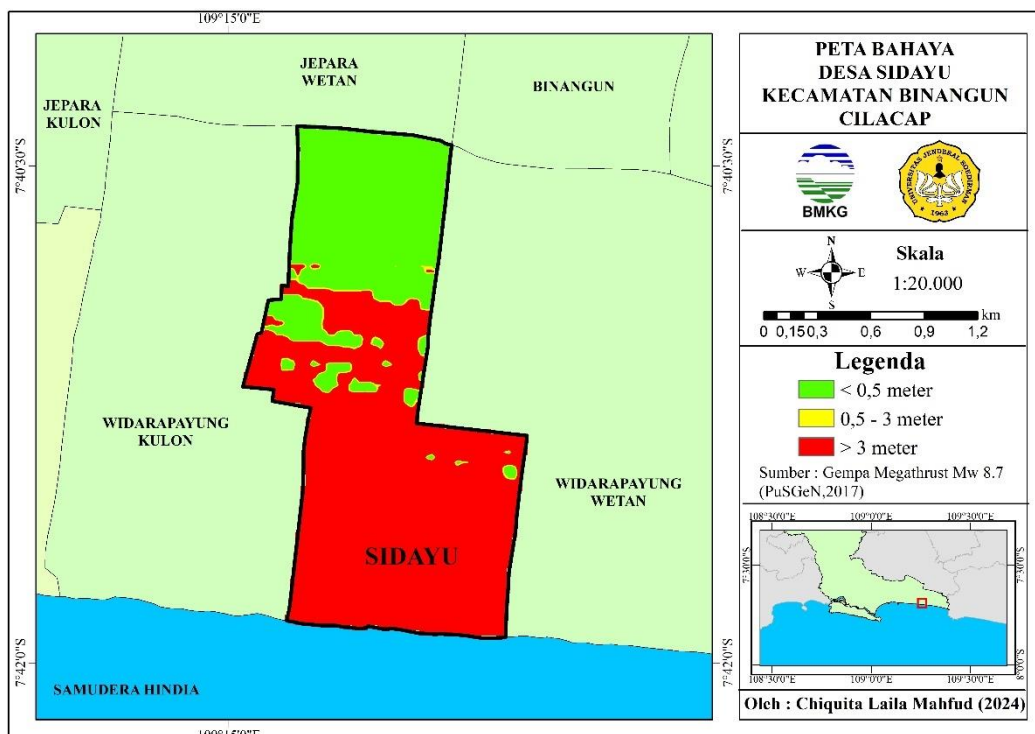
D. Peta Bahaya dan Peta Jalur Evakuasi Tsunami

Tsunami yang mencapai daratan secara horizontal dari garis pantai disebut inundasi atau rendaman. Topografi sekitar pantai mempengaruhi luas daerah yang terkena dampak. Pemodelan tsunami membantu memperkirakan dampak terburuk. Berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, indeks ancaman bencana tsunami dibagi menjadi tiga kelas sesuai dengan tingkat risiko atau dampak tsunami seperti yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Komponen Indeks Ancaman Bencana Tsunami (BNPB, 2012)

INDIKATOR			KELAS INDEKS		
			RENDAH	SEDANG	TINGGI
Peta	Estimasi	Ketinggian	< 0,5 meter	0,5 – 3 meter	> 3 meter
Genangan	Tsunami/	Peta Bahaya	(Tidak Bahaya)	(Cukup Bahaya)	(Bahaya)
Tsunami					

Komponen indeks ancaman tsunami di atas dapat digunakan sebagai penentuan warna dalam pembuatan peta rendaman tsunami. Peta rendaman tsunami adalah peta yang menggambarkan wilayah yang mungkin terendam oleh air laut saat terjadi tsunami. Hasil pembuatan peta rendaman tsunami di Desa Sidayu sesuai dengan kelas indeks ancaman tsunami dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar tersebut menunjukkan hampir seluruh wilayah Desa Sidayu akan terendam dan termasuk dalam kategori bahaya atau berada pada zona merah. Hal ini terjadi karena Desa Sidayu memiliki batimetri yang tergolong landai, sehingga memungkinkan gelombang air laut meninggi.



Gambar 6. Peta Bahaya Tsunami di Desa Sidayu

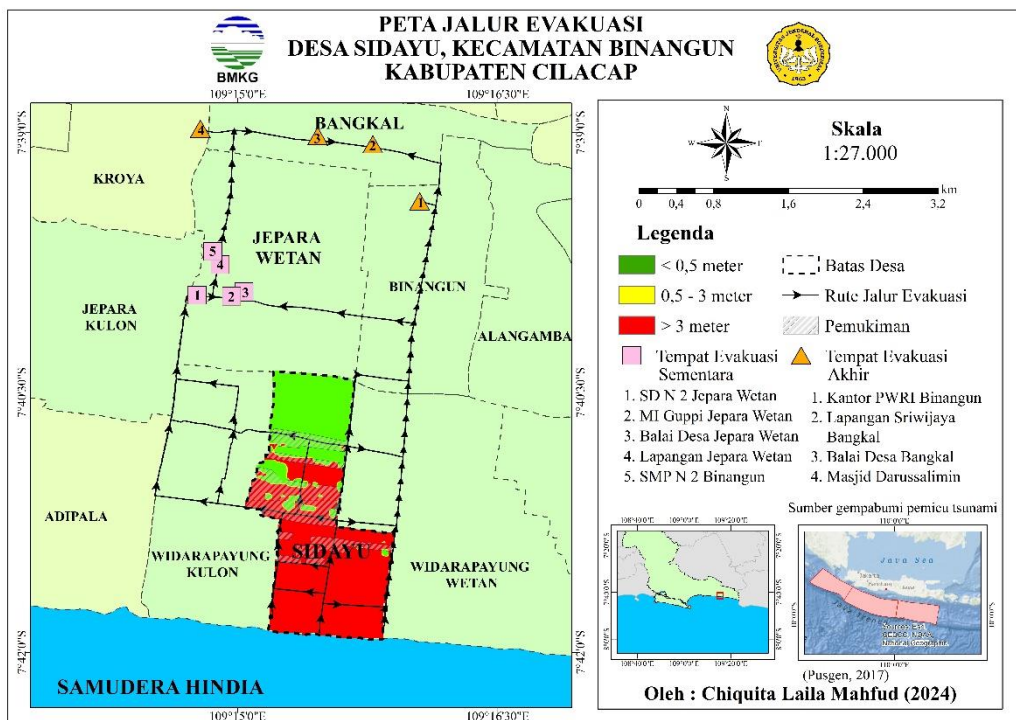
Berikut luas area terdampak berdasarkan kelas indeks ancaman bencana tsunami dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Luas Area Terdampak dan Jarak Inundasi

LUAS AREA TERDAMPAK (km ²)			JARAK
RENDAH	SEDANG	TINGGI	INUNDASI (km)
0,851671	0,027846	1,880994	1,933073

Upaya pengurangan risiko bencana tsunami melibatkan identifikasi jalur dan lokasi evakuasi di kawasan rawan. Evakuasi tsunami dibagi menjadi dua yaitu evakuasi vertikal dan horizontal. Evakuasi vertikal melibatkan pemindahan penduduk dari daerah yang terancam bencana ke tempat yang berada pada ketinggian yang lebih tinggi atau lebih aman secara vertikal. Evakuasi horizontal melibatkan pemindahan penduduk dari daerah yang terancam bencana ke daerah yang sejajar atau berjarak cukup jauh dari lokasi bahaya tsunami (Triatmadja, 2015). Desa Sidayu menggunakan evakuasi horizontal karena tidak ada tempat evakuasi vertikal dan dialokasikan ke desa belakangnya yaitu Desa Jepara Wetan dan Desa Bangkal.

Tempat Evakuasi Sementara berada di Desa Jepara Wetan yakni Balai Desa Jepara Wetan, Lapangan Jepara Wetan, SMP Negeri 2 Binangun, SD Negeri 2 Jepara Wetan, dan MI Guppi Jepara Wetan. Waktu tempuh untuk ke TES tersebut berkisar 13 – 16 menit jika mengendarai motor dengan kecepatan normal. Tempat Evakuasi Akhir berada di Desa Bangkal yakni Kantor PWRI Binangun, Lapangan Sriwijaya Bangkal, Balai Desa Bangkal, dan Masjid Darussalimin. Waktu yang diperlukan menuju TEA sekitar 16 – 20 menit jika mengendarai motor dengan kecepatan normal. Peta jalur evakuasi Desa Sidayu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Jalur Evakuasi Tsunami Desa Sidayu

SIMPULAN

Pemodelan Tsunami Pangandaran 2006 (magnitudo 7.7) menunjukkan waktu tiba tsunami 48 menit 57 detik, ketinggian maksimum 5,49484 meter, dan jarak inundasi 105 meter, hasilnya hampir sama dengan data real. Parameter layer tersebut bisa diterapkan untuk pemodelan tsunami gempa *megathrust* magnitudo 8.7. Ketinggian maksimum di Desa Sidayu gelombang tsunami mencapai 15,9081 meter dengan waktu maksimum 44 menit 58 detik dan waktu tiba tsunami 43 menit 38 detik. Luas Desa Sidayu yang terendam gelombang tsunami adalah 1,90884 km² dengan jarak inundasi 1,933073 km dari bibir pantai. Terdapat 5 TES yaitu Balai Desa Jepara Wetan, Lapangan Jepara Wetan, SMP Negeri 2 Binangun, SD Negeri 2 Jepara Wetan, MI Guppi Jepara Wetan, serta 4 TEA yaitu Kantor PWRI Binangun, Lapangan Sriwijaya Bangkal, Balai Desa Bangkal, dan Masjid Darussalimin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan hasil kegiatan MBKM Riset kerjasama Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Jenderal Soedirman dengan BMKG Stasiun Pengamatan Tunggul Wulung, Cilacap. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pengelola Proyek Hibah PKKM like *i_267* tahun 2023 di Jurusan Fisika yang telah memberikan sponsor kegiatan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayunda, G., Ismanto, A., Nugroho Sugianto, D., & Helmi, M. (2020). Analisis Penjalaran Run-Up Gelombang Tsunami Menggunakan Pemodelan Numerik 2D di Pesisir Kota Bengkulu. In *Indonesian Journal of Oceanography*. <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoice/Diterima/>
- BNPB. (2012). *Peraturan Kepala BNPB Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*.
- Fatimah, A., Djamaluddin, R., Darwisito, S., Mamuaja, J. M., Wantasen, A. S., & Schaduw, J. N. W. (2023). Pemodelan Numerik Tsunami untuk Mengestimasi Waktu Tiba dan Ketinggian Maksimum Gelombang Tsunami di Teluk Amurang. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(1), 8–15. <https://doi.org/10.34312/euler.v11i1.19463>
- Hanks, T. C., & Kanamori, H. (1979). A Moment Magnitude Scale. *Journal of Geophysical Research*, 84, 2348–2350.
- Hartanto, B., & Astriawati, N. (2020). Identifikasi Pendekatan Shallow Water Equation Dalam Simulasi 2D Gelombang Tsunami di Pantai Keburuhan Purworejo. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 18(1), 127–152. <https://doi.org/10.33489/mibj.v18i1.233>
- Khasanah, L. U., Suwarsito, & Sarjanti, E. (2014). Tingkat Kerawanan Bencana Tsunami Kawasan Pantai Selatan Kabupaten Cilacap. *Geoedukasi*, 3, 77–82.
- Kongko, W., Suranto, Chaeroni, Aprijanto, Zikra, & Sujantoko. (2006). *Rapid Survey on Tsunami Jawa 17 July 2006*.

- Laksono, A. T., Aditama, M. R., Ramadhan, G., Iswahyudi, S., Widagdo, A., Sunan, H. L., & Kovacs, J. (2021). Analisis dan Estimasi Zona Bahaya Tsunami di Pantai Widarapayung Cilacap Berdasarkan Simulasi Numerik Multi-Skenario. *Geomatika*, 27(2), 83–94. <http://jurnal.big.go.id/index.php/GM>
- Lavigne, F., Gomez, C., Giffo, M., Wassmer, P., Hoebreck, C., Mardiatno, D., Prioyono, J., & Paris, R. (2007). Field Observations of the 17 July 2006 Tsunami in Java. In *Hazards Earth Syst. Sci* (Vol. 7). <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/7/177/>
- Muhaimin, Tjahjono, B., & Darmawan. (2016). Analisis Risiko Gempabumi di Cilacap Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 18(1), 28–34.
- Nguyen, J. Griffin, A. Cipta, & P.R. Cummins. (2015). Indonesia’s Historical Earthquake: Modelled Examples for Improving the National Hazard Map. *Australian Government*, 79.
- Priyotomo, H., Rahmawati, & Saputro, A. (2020). Statistik Daerah Kabupaten Cilacap 2020. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Cilacap*.
- Puryadi, H. D., Adhi, M. A., & Wibowo, N. B. (2021). Analisa Tipologi Kawasan Rawan Bencana Gempabumi dalam Penentuan Arah Pola Ruang di Kabupaten Cilacap. *Unnes Physics Education Journal*, 11(1).
- Pusgen. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia*.
- R. Triatmadja. (2015). Numerical simulations of an evacuation from a tsunami at Parangtritis beach in Indonesia. *Tsunami Hazards*.
- Ratuluhain, E. S. (2021). Analisis Potensi Tsunami di Lombok Utara. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 113–126. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.29336>
- Tejakusuma, I. G. (2008). Analisis Pasca Bencana Tsunami Ciamis-Cilacap. *Sains Dan Teknologi Indonesia*, 10(2), 78–83.
- Tsuji, Y., Han, S.-S., Fachrizal, & Gunawan, I. (2007). *Field Survey of the Tsunami Inundated Heights Due to the Java Tsunami Along the Coast on the Indian Ocean in Java Island*.
- Well’s, L. D., & Coppersmith, J. K. (1994). New Empirical Relationships Among Magnitude, Rupture length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 974–1002.
- Widada, S., Darda, I. M., & Satriadi, A. (2022). Identifikasi Wilayah Terdampak Tsunami Berdasarkan Peta Ancaman Tsunami di Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(3), 291–305. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i3.44032>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Nilai Akurasi

Nilai Akurasi diperoleh berdasarkan perhitungan nilai *error* menggunakan cara MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Rumus MAPE sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{\bar{x}_t} \right| 100}{n}$$

Nilai MAPE dapat dikategorikan seperti tabel di bawah ini.

Nilai MAPE (%)	Pengertian
$0 < MAPE < 10$	Sangat Akurat
$10 \leq MAPE < 20$	Baik
$20 \leq MAPE < 50$	Layak
$MAPE \geq 50$	Tidak Akurat

Perbandingan hasil pemodelan dengan Kongko dkk., (2006) $MAPE = \frac{5,49-4,6}{4,6} \times 100\% = 0,19\%$	Perbandingan hasil pemodelan dengan Tsuji dkk., (2007) $MAPE = \frac{6,39-5,49}{6,39} \times 100\% = 0,14\%$
Perbandingan hasil pemodelan dengan Lavigne dkk., (2007) $MAPE = \frac{5,5-5,49}{5,5} \times 100\% = 0,0018\%$	Perbandingan hasil pemodelan dengan Tejakusuma, (2008) $MAPE = \frac{6,7-5,49}{6,7} \times 100\% = 0,18\%$

Lampiran 2. Tempat Evakuasi

NO.	LOKASI	LONGITUDE	LATITUDE	MDPL (m)
TEMPAT EVAKUASI SEMENTARA				
1.	SD N 2 Jepara Wetan	109.2461	-7.6656	11
2.	MI Guppi Jepara Wetan	109.2494	-7.6657	11
3.	Balai Desa Jepara Wetan	109.2506	-7.6653	13
4.	Lapangan Jepara Wetan	109.2483	-7.66267	7
5.	SMP N 2 Binangun	109.2476	-7.6614	9
TEMPAT EVAKUASI AKHIR				
1.	Kantor PWRI Binangun	109.2675	-7.6566	10
2.	Lapangan Sriwijaya Bangkal	109.2630	-7.6511	10
3.	Balai Desa Bangkal	109.2577	-7.6503	14
4.	Masjid Darussalimin	109.2464	-7.6496	15