



Pemodelan Tsunami pada Zona Megathrust Pantai Selatan Jawa menggunakan *Community Model Interface for Tsunami (ComMIT)*

Asa Latifah¹, Supriyadi^{2*}, Anas Fauzi Masykuri³

^{1,2}Program Studi Fisika Jurusan Fisika FPMIPA Universitas Negeri Semarang.

³Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika -Stasiun Geofisika Kelas I Sleman Yogyakarta.

*Alamat Korespondensi : supriyadi@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Dalam kurun waktu 2010-2018 Indonesia tercatat mengalami peristiwa gempabumi yang disertai tsunami sebanyak 9 kali. Area selatan Jawa berpotensi menjadi sumber gempa megathrust di masa depan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketinggian dan waktu tiba gelombang tsunami di wilayah selatan Jawa. Pemodelan tsunami dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ComMIT dengan skenario kemungkinan gempabumi penyebab tsunami dengan magnitudo 8,7. Berdasarkan pengolahan data, diketahui bahwa nilai tinggi gelombang tsunami berkisar antara 0,18-2,33 m dan waktu tiba gelombang tsunami berkisar antara 14,57-165,7 menit. Ketinggian gelombang tsunami maksimum terjadi di daerah Lumajang, sementara waktu tiba gelombang tercepat terjadi di daerah Cianjur.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci: ComMIT, Megathrust, Selatan Jawa, Tsunami.

PENDAHULUAN

Indonesia tercatat telah mengalami peristiwa gempabumi yang menyebabkan kerusakan yang signifikan sebanyak 114 kali dengan 9 kejadian gempa yang disertai dengan tsunami pada tahun 2010-2018 (Setiyono et al., 2019). Letak Indonesia yang berada di antara Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik akan menyebabkan aktivitas kegempaan dan terbentuknya gunung api saat lempeng tersebut menumpang satu sama lain (Sihombing, 2014). salah satu wilayah yang rawan gempabumi salah satunya berada di selatan Pulau Jawa, dimana pada wilayah tersebut mempunyai kemungkinan terjadi gempa dengan magnitudo 8,7 di sepanjang zona seismic gap (Pusgen, 2017). Area selatan Jawa Barat berpotensi menjadi sumber gempa megathrust (Widiyantoro et al., 2020) yang ekuivalen dengan gempa magnitudo 8,9, sedangkan bagian Jawa Tengah dan Jawa Timur ekuivalen dengan gempa magnitudo 8,8 (Supendi et al., 2020) yang dapat berpotensi menyebabkan terjadinya tsunami pada daerah tersebut. Untuk itu, dibutuhkan informasi mengenai ketinggian dan waktu tiba dari gelombang tsunami

yang didapatkan dari hasil simulasi penalaran gelombang tsunami.

Tsunami diambil dari bahasa Jepang tsunami yang memiliki makna pelabuhan dan nama yang memiliki makna gelombang, sehingga dapat diartikan sebagai gelombang pelabuhan (Nur, 2010). Kecepatan dari gelombang tsunami bergantung kedalaman laut saat gelombang terjadi. Kecepatan tsunami akan berkurang dari yang awalnya mencapai ratusan kilometer per jam menjadi kurang lebih 50 km/jam saat mencapai pantai. Gelombang tsunami mempunyai amplitudo hanya beberapa cm saat di tengah laut, namun akan mencapai puluhan meter saat mencapai pantai karena adanya penumpukan massa air (Riyadi, 2019).

Cepat rambat gelombang tsunami dapat dihitung menggunakan persamaan $v = \sqrt{g \cdot h}$, g merupakan percepatan gravitasi dan h merupakan kedalaman dari lautan (Pramana, 2015). Tsunami terjadi sebagai akibat dari gangguan yang dapat menyebabkan perpindahan dari sejumlah besar air laut. Secara umum gangguan tersebut bisa dari beberapa fenomena yaitu gempabumi di dasar laut, letusan gunung

api, longsor dasar laut atau berupa meteor yang jatuh ke bumi (Riyadi, 2019).

Parameter tsunami terdiri dari tinggi tsunami, run up tsunami dan genangan. Tinggi tsunami merupakan jarak vertikal dari puncak gelombang tsunami ke permukaan rata-rata air laut atau mean sea level. Run Up merupakan Jarak vertikal antara titik pada ujung gelombang tsunami saat mencapai pantai dengan mean sea

level dan Genangan atau inundation merupakan jarak horizontal antara puncak gelombang tsunami di garis pantai sampai titik terjauh gelombang tsunami merambat ke darat (Santius, 2015). Tingkatan bahaya tsunami yang ditentukan berdasarkan tinggi gelombang tsunami di pantai diklasifikasikan menjadi 4 (Latief et al., 2006) seperti Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Bahaya Tsunami

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

Simulasi tsunami pada dasarnya bertujuan untuk menghitung sebaran dari ketinggian dan waktu tiba di sepanjang daerah pantai dengan asumsi sumber berasal dari deformasi dasar laut yang berupa sesar gempabumi, gunung berapi dan tanah longsor sebagai penyebabnya (Puspito et al., 2005). Gelombang tsunami yang dihasilkan dari gempa memiliki tiga tahap yaitu tahap generasi, tahap perambatan dan run-up. Dalam tahap generasi sebagai pembentukan awal gelombang tsunami sebelum menjalar, memerlukan input sumber berdasarkan parameter patahannya seperti yang terlihat pada gambar 2.2 (Sugianto et al., 2017). Parameter patahan tersebut terdiri dari length atau panjang (L), width atau lebar (W), strike (θ), dip (δ) dan slip (λ), dislokasi (D), dan depth atau kedalaman pusat gempa (H) (Puspito et al., 2005).

METODE

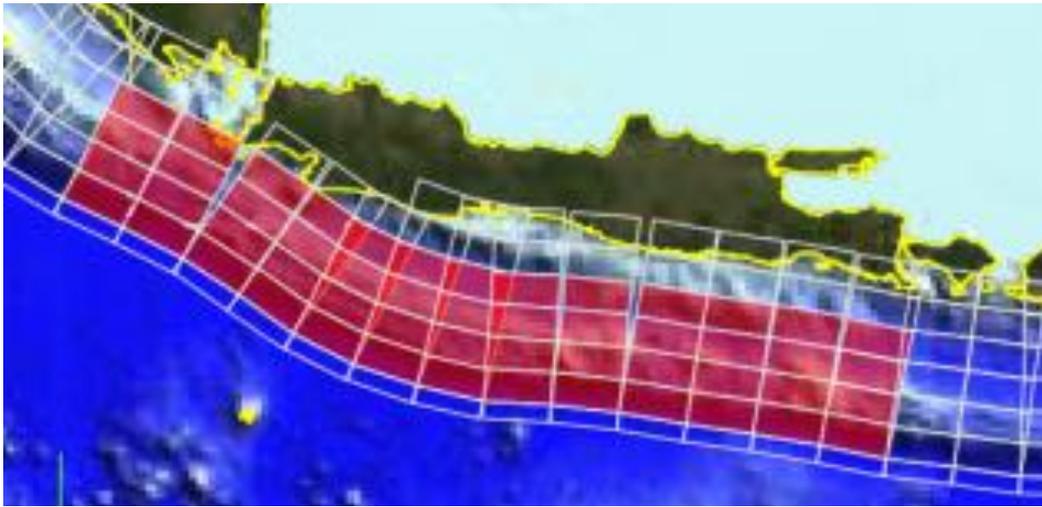
Simulasi tsunami dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Community Model Interface for Tsunami (ComMIT) 1.8.1 dengan data yang digunakan berupa data data batimetri ETOPO1 1 arc-minutes atau setara dengan 1,8 km dari Pusat Data

Geofisika Nasional NOAA. Sedangkan untuk data topografi bersumber dari model elevasi digital CGIAR SRTM 90m versi 4 yang diproduksi oleh Konsorsium CGIAR untuk informasi tata ruang. Data tersebut merupakan set data default masukan yang disediakan oleh perangkat lunak ComMIT. Sedangkan inputan besar magnitudo yang digunakan pada penelitian ini sebesar Mw 8,7. Besar nilai tersebut mengacu pada buku Pusat Studi Gempa Nasional (PusGeN) tahun 2017.

Pembuatan model tsunami dengan menggunakan software ComMIT. Pembuatan pemodelan dilakukan dengan menentukan wilayah yang akan diteliti dengan cara memilih dan menghimpun grid A, grid B, dan grid C yang masing masing memiliki resolusi yang berbeda. Resolusi semakin meningkat dari grid A sampai grid C. Pada pemilihan grid untuk simulasi sepanjang selatan Jawa, grid A dipilih untuk Pulau Jawa sedangkan grid B dan grid C untuk wilayah sepanjang selatan Jawa. Karena keterbatasan dalam menjangkau luas wilayah selatan Jawa, maka untuk grid B dan grid C dibagi ke dalam beberapa simulasi yang diusahakan tidak saling tumpang tindih dalam pemilihan grid.

Selanjutnya pemilihan unit source sebagai sumber gempa pemacu tsunami dengan memilih kotak deformasi dari segment-fault

zona megathrust Jawa seperti pada Gambar 1.



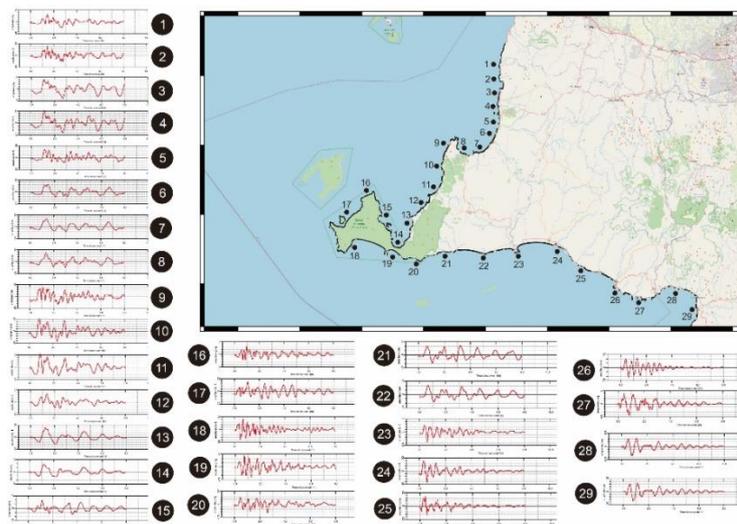
Gambar 1. Sumber Gempa dalam Simulasi Tsunami

Pemilihan unit source diasumsikan sebagai sumber gempa dengan distribusi slip yang seragam hingga mencapai nilai magnitudo yang digunakan yaitu sebesar Mw 8,7. Kemudian menjalankan model dengan cara running melalui start model ComMIT untuk mendapatkan hasil pemodelan tsunami berupa nilai amplitudo dan waktu tsunami dari tiap-tiap titik pengamatan sehingga dapat dikaji tingkat kerawanan tsunami. Setelah dilakukan running sebanyak wilayah tersebut, didapatkan data time series dari hasil simulasi tsunami. Hasil time series tersebut nantinya akan

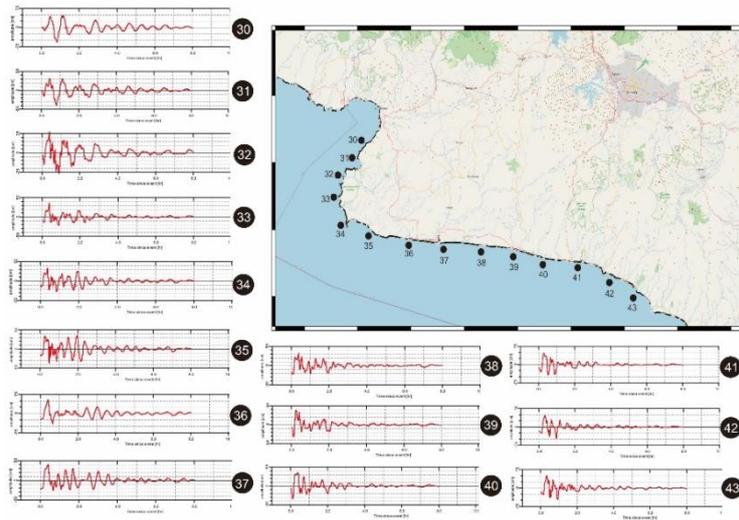
digunakan untuk menganalisis kemungkinan waktu tiba dari gelombang tsunami yang dijalankan. Ketinggian dari gelombang tsunami juga didapatkan dari hasil time series model tsunami. Hasil tersebut selanjutnya dilakukan pendataan terkait dengan ketinggian dan waktu dari tsunami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

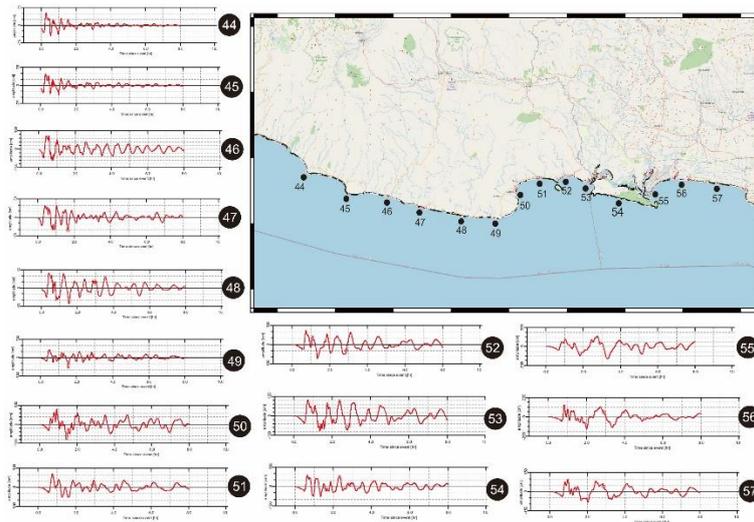
Simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan penerapan 94 titik pengamatan virtual.



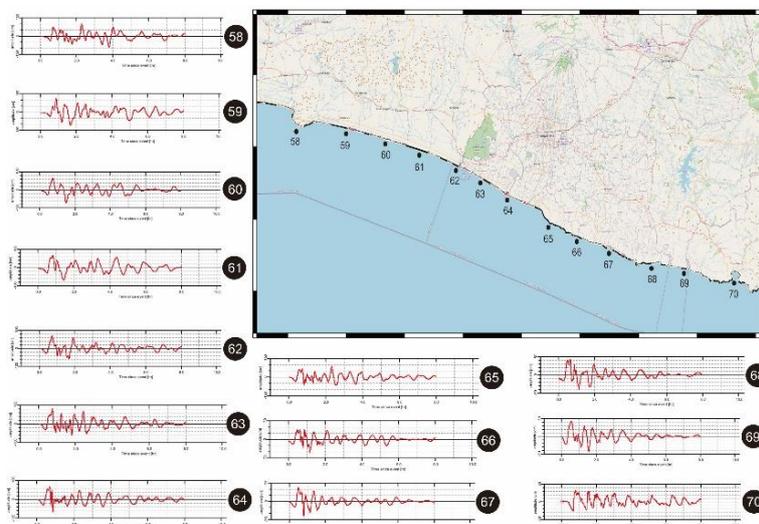
(a)



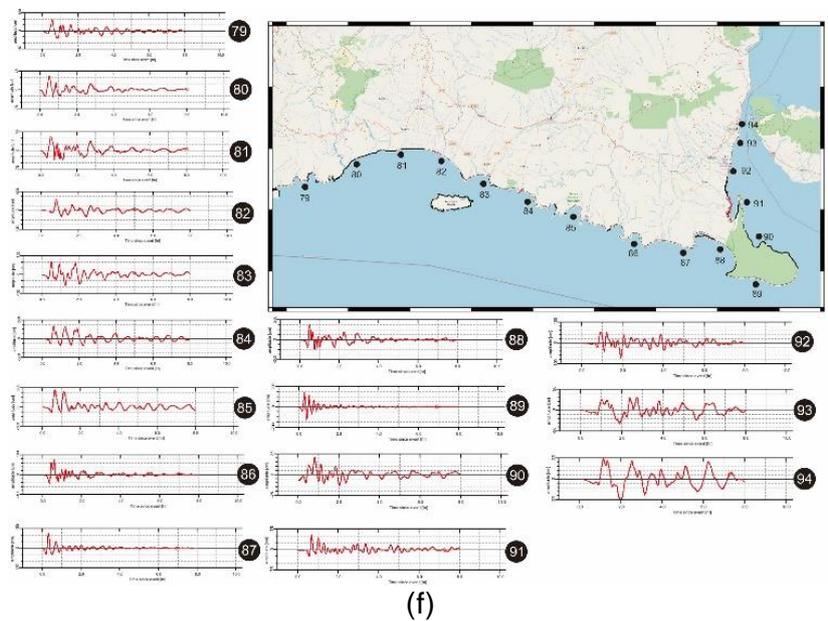
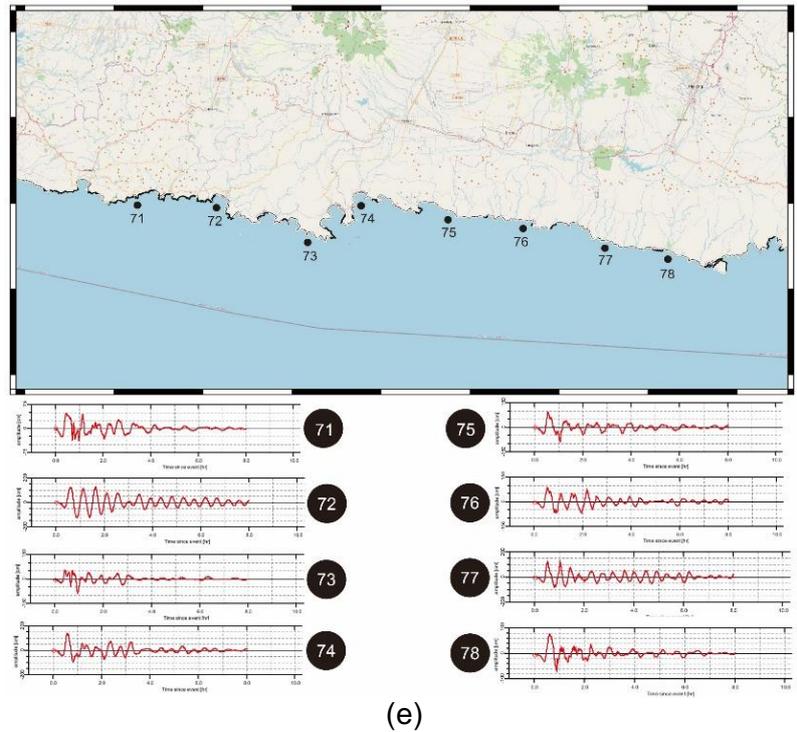
(b)



(c)



(d)



Gambar 2. Titik Pengamatan Virtual dan Gelombang Tsunami yang Dihasilkan, Titik Lokasi 1-29 (a), Titik Lokasi 30-43 (b), Titik Lokasi 44-57 (c), Titik Lokasi 58-70 (d), Titik Lokasi 71-78 (e) dan Titik Lokasi 79-94

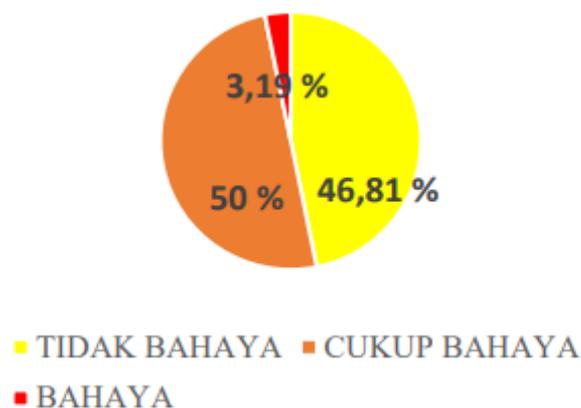
Pada gambar tersebut disajikan grafik mareogram dari tiap titik pengamatan virtual yang menunjukkan tinggi amplitudo dari tiap waktunya. Nilai dari amplitudo menunjukkan estimasi dari ketinggian tsunami. Saat amplitudo bernilai besar maka tinggi tsunami juga besar. Apabila nilai amplitudo kecil maka tinggi tsunami juga kecil. Pada hasil mareogram tersebut terlihat bahwa terdapat tinggi tsunami

tertinggi yang datang setelah ketinggian awal, yaitu pada titik pengamatan 1, 2, 12, 16, 17, 18, 19, 52, 58, dan 65. Gelombang yang datang di awal lebih rendah kemudian disusul dengan gelombang ketinggian maksimum. Dapat diartikan bahwa setelah gelombang pasang tsunami datang, masih ada potensi gelombang yang lebih tinggi (amplitudo maksimum) yang menerjang setelahnya.

Waktu tiba gelombang tsunami berkisar antara 14,57-165,7 menit dengan amplitudo gelombang tsunami menjalar dan memasuki pantai selatan Jawa berdasarkan titik pengamatan masuk ke wilayah Cianjur pada menit ke-14,57 lalu pada menit ke-16,66 masuk ke wilayah Garut. Tidak lama kemudian masuk ke daerah Banyuwangi pada menit ke-17,24. Kemudian gelombang menjalar lalu masuk ke wilayah Lebak pada menit ke 18,84. Masuk ke wilayah Sukabumi pada menit ke 22,83 dan dilanjut ke wilayah Tasikmalaya pada menit ke-24,76 diikuti wilayah Pangandaran pada menit ke 25,30 dan Trenggalek pada menit ke-25,73. Selanjutnya memasuki wilayah Pandeglang pada menit ke-27,21 dan Yogyakarta pada menit ke-30,27 disusul wilayah Lumajang pada menit ke- 30,49 dan Pacitan pada menit ke-30,99. Gelombang tsunami mulai memasuki wilayah Malang pada menit ke-31,78 diikuti oleh wilayah Jember pada menit ke-32,11 kemudian ke wilayah Blitar

pada menit ke-32,97. Pada menit ke-33,43 memasuki wilayah Wonogiri, Tulungagung pada menit ke 34,03. Gelombang tsunami baru memasuki wilayah Cilacap pada menit ke 38,80 dan untuk wilayah Kebumen tsunami mulai menerjang pada menit ke 43,12 dan terakhir wilayah Purworejo pada menit ke-43,74. Adanya perbedaan waktu tiba dari penjalaran gelombang tsunami tersebut disebabkan karena faktor batimetri bawah permukaan laut dan wilayah sebaran tsunami yang berbeda-beda. Kecepatan gelombang tsunami untuk sampai di daerah pantai bergantung 35 pada kedalaman air (Riyadi, 2019) atau dalam hal ini adalah kondisi batimetri dari wilayah pantai tersebut. Saat kedalaman air berkurang menyebabkan kecepatan dari gelombang tsunami juga berkurang.

Berdasarkan data ketinggian gelombang tsunami dari hasil simulasi yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan Latief et al. (2006) yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Presentase tingkat bahaya tsunami di wilayah pantai selatan Jawa

Sebesar 3,19% mengalami potensi tsunami bahaya yang tersebar di tiga wilayah yaitu Lumajang, Jember dan Banyuwangi. Tujuh belas wilayah mengalami potensi cukup bahaya yang merata hampir semua wilayah yang terletak di sepanjang selatan Jawa yaitu Pandeglang, Lebak, Sukabumi, Garut, Tasikmalaya, Pangandaran, Cilacap, Kebumen, Purworejo, Yogyakarta, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember dan Banyuwangi

dengan presentase sebesar 50%. Sedangkan untuk 46,81% merupakan wilayah dengan potensi tidak bahaya yaitu wilayah Pandeglang, Lebak, Sukabumi, Cianjur, Garut dan Tasikmalaya. Sesuai hasil ketinggian yang diperoleh dari simulasi tsunami menggunakan software Community Interface for Tsunami (ComMIT) ini, tsunami yang sampai di pesisir pantai selatan Jawa mempunyai nilai ketinggian dari 0,18 sampai dengan

2,33 meter dimana nilai amplitudo terendah berada di wilayah Pandeglang dan amplitudo tsunami tertinggi berada di wilayah Lumajang. Sehingga hanya diklasifikasikan sampai tahap bahaya untuk tingkat bahaya tsunami tersebut.

PENUTUP

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari hasil simulasi penjalaran gelombang tsunami di wilayah selatan Jawa dengan magnitudo 8,7, dapat disimpulkan bahwa tinggi gelombang tsunami antara 0,18-2,33 meter dengan klasifikasi tidak bahaya, cukup bahaya dan bahaya. Gelombang tertinggi berada di wilayah Lumajang. Untuk waktu tiba gelombang tsunami antara menit ke-14,57 sampai 165,7 dengan waktu tiba tercepat tsunami terjadi di wilayah Cianjur.

DAFTAR PUSTAKA

- Latief, H., Sunendar, H., Yuhsananta, P., & Riawan, E. (2006). Pemodelan dan Pemetaan Rendaman Tsunami serta Kajian Resiko Bencana Tsunami Kota Padang, PPKPL, ITB. Bandung.
- Nur, A. M. (2010). Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya. *Jurnal Geografi* Vol. 7. No. 1. hlm 66-73.
- Pratama, I. P. D. (2020). Pemodelan dan Pembuatan Peta Evakuasi Tsunami Pesisir Sanur. *Jurnal Jurusan Pendidikan Geografi* Vol. 8. No. 2. hlm 65-75.
- Puspito, N. T, Yudistira T, Septiana T & Robiana R. (2005). Tsunami Simulation for TEWS in Java Island. *Proceedings of Asian Physics Symposium*.
- Riyadi, R. (2019). Analisis peta bentuk rupa bumi dalam menentukan lokasi dari pengaruh tsunami di kabupaten Cilacap. *Journal of science teaching* Vol. 03. No. 02.
- Santius, S. H. (2015). Pemodelan Tingkat Risiko Bencana Tsunami pada Pemukiman di Kota Bengkulu menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Permukiman* Vol. 10. No. 2. hlm 92-105.
- Setiyono, U., Gunawan, I., Priyobudi., Yatimantoro, T., Imananta, R. T., Ramadhan, M., Hidayanti., Anggraini, S., Rahayu, R. H., Hawati, P., Yogaswara, D. S., Julius, A. M., Apriani, M., Harvan, M., Simangunsong, G., & Kriswinarso, T. (2019). Katalog gempabumi signifikan dan merusak 1821-2018. Jakarta: pusat gempabumi dan tsunami BMKG.
- Sihombing, T. 2014. Perkembangan Elemen-Elemen Penting Tektonik Asia Development Of Important Elements Of Asian Tectonics. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral (J.G.S.M)* Vol.15. No.2. hlm 63-68.
- Sugianto, D., Nurjaya, I. W., Natih, N. M. N., & Pandoe, W. W. (2017). Potensi Rendaman Tsunami di Wilayah Lebak Banten. *Jurnal Kelautan Nasional* Vol. 12. No. 1. hlm 9-18.
- Supendi, P., Widiyantoro, S., Muhari, A., Rawlinson, N., Rohadi, S., Karnawati, D., Hanifa, N. R., Imran, I., Gunawan, E., & Faizal, L. 2020. Potential Megathrust Earthquakes and Tsunamis Off the Southern Coast of West Java, Indonesia. *Resear Square*.
- Tim Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman.
- Widiyantoro, S., Gunawan, E., Muhari, A., Rawlinson, N., Mori, J., Han, N. R., Susilo, S., Supendi, P., Shiddiqi, H. A., Nugraha, A. D., & Putra, H. E. (2020). Implication for Megathrust Earthquakes and Tsunamis from Seismic Gaps South of Java Indonesia. *Scientific Reports*.