

## Pengaruh Variasi Magnitudo dan Titik Sumber terhadap Ketinggian, Waktu Tempuh dan Inundasi Gekombang Tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat

Muhammad Ridho Amirudin<sup>1</sup>, Dwi Pujiastuti<sup>1\*</sup>, Muhamad Rizki Agustian<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

<sup>2</sup>Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Padang Panjang

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 20 Agustus 2021

Direvisi: 2 September 2021

Diterima: 13 Oktober 2021

#### Kata kunci:

Inundasi

Ketinggian

TUNAMI-N2

Tsunami

Pesisir Selatan

#### Keywords:

Inundation

Run-up

TUNAMI-N2

Tsunami

Pesisir Selatan

#### Penulis Korespondensi:

Dwi Pujiastuti

Email: [dwipujiastuti@sci.unand.ac.id](mailto:dwipujiastuti@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi magnitudo dan titik sumber gempa bumi terhadap ketinggian, waktu tempuh dan inundasi gelombang tsunami di daerah kabupaten pesisir selatan dengan menggunakan TUNAMI-N2 (*Tohoku University's Numerical Analysis Model for Investigation of Tsunami, No-2*). Penelitian ini memberikan informasi mengenai nilai ketinggian, waktu tempuh dan inundasi gelombang tsunami, serta mengetahui daerah rawan tsunami di Painan, Batang Kapas, Kambang, Pasar Sungaijalo, Dermaga Carocok, Sungaitalang dan Pasar Baru. Variasi magnitudo yang digunakan yaitu 7,6 Mw sampai 8,6 Mw dengan total skenario sebanyak 72. Daerah rawan tsunami pada penelitian iniditentukan dengan menganalisis hasil ketinggian, waktu tempuh dan inundasi gelombang tsunami dari pemodelan tsunami dengan TUNAMI-N2. Waktu tempuh gelombang tsunami tercepat sampai ke Painan, Kambang dan Batang Kapas yaitu pada magnitudo gempa 8,6 di menit ke-0,2 dengan ketinggian maksimal tsunami sebesar 3,0034m; 2,0144m; 1,7030m dan inundasi tsunami sebesar 36,3ha; 21,3ha; 17,1ha secara berturut-turut. Sedangkan waktu tempuh terlama di daerah Pasar Sungaijalo, Dermaga Carocok dan Pasar Baru yaitu di menit ke 68,8; 67,8; 67,7 dengan nilai ketinggian maksimal terkecil yaitu 0,0420m; 0,0184m; 0,0189m.

*Tsunami-prone locations were identified in this study by examining the findings of tsunami modeling with TUNAMI-N2 for run-up, travel time, and tsunami wave inundation. Research has been carried out to determine the effect of variations in the magnitude and source of earthquakes on the height, travel time, and inundation of tsunami waves in the southern coastal district using TUNAMI-N2 (Tohoku University's Numerical Analysis Model for Investigation of Tsunami, No-2). This study provides information on run-up values, travel time and tsunami wave inundation, as well as knowing tsunami-prone areas in Painan, Batang Kapas, Kambang, Pasar Sungaijalo, Dermaga Carocok, Sungaitalang and Pasar Baru. The variation inmagnitude used is 7.6 Mw to 8.6 Mw with a total of 72 scenarios. The tsunami-prone area in this study was determined by analyzing the run-up results, travel time, and tsunami wave inundation from tsunami modeling with TUNAMI-N2. The fastest tsunami wave travel time to Painan, Kambang, and Batang Kapas was at an earthquake magnitude of 8.6 in 0.2 minutes with a maximum tsunami height of 3.0034m; 2.0144m; 1.7030m and tsunami inundation of 36.3ha; 21.3ha; 17.1ha in a row. While the longest travel time in the Pasar Sungaijalo, Dermaga Carocok, and Pasar Baru areas is at 68.8; 67.8; 67.7 minutes with the smallest maximum height value of 0.0420m; 0.0184m; 0.0189m.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Sumatera Barat berada di bagian tengah barat Pulau Sumatera dan merupakan daerah yang rentan terhadap tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif yang menyebabkan terjadinya gempa bumi (Gersanandi dkk, 2013). Oleh karena itu, Sumatera Barat rawan bencana gempa bumi yang merusak (Netrisa, 2018). Menurut catatan sejarah pernah terjadi gempa besar pada tahun 1797 dengan kekuatan gempa 8,3 SR dan tahun 1833 dengan kekuatan gempa 8,9 SR disertai tsunami yang menghantam Sumatera Barat dan Bengkulu. Para ahli memprediksi gempa bumi besar akan dihasilkan kembali pada zona subduksi dengan periode berulang 200 tahunan (Natawidjaja, 2007).

Kabupaten Pesisir Selatan merupakan salah satu daerah di Sumatera Barat yang berbatasan langsung dengan laut dimana bagian barat berbatasan langsung dengan Samudra Indonesia (IKPLDH, 2018). Kabupaten Pesisir Selatan rawan terjadi gempa bumi karena daerah ini diapit oleh tiga sumber gempa yaitu garis *Megathrust* Mentawai di zona subduksi, Sesar Mentawai dan Sesar Sumatera. Gempa bumi yang terjadi di daerah Kabupaten Pesisir Selatan cukup sering dengan rentang waktu yang berdekatan (Imami dkk, 2019). Salah satu penyebab tsunami adalah gempa bumi maka dari itu daerah Kabupaten Pesisir Selatan di khawatirkan mengalami tsunami. Oleh karena itu dibutuhkanlah pemodelan tsunami di Kawasan tersebut.

Pemodelan tsunami dilakukan sebagai reverensi atau memberikan gambaran dalam mengetahui sebaran gelombang tsunami dari sumber gempa, waktu penjaralan gelombang (*travel time*) dan ketinggian tsunami (*run up*) yang dapat melalui daerah terdampak (Nurfutriani dkk., 2018). Maka dari itu dibutuhkanlah pemodelan inundasi tsunami dan waktu tempuh gelombang tsunami sebagai upaya mitigasi bencana tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan. Penggunaan berbagai perangkat lunak (*software*) dalam pemodelan tsunami telah banyak dilakukan diantaranya yaitu WinITDB, AWI, AVINAMI, TURMINA, TUNAMI, L-2008 dan TTT (Sunarjo dkk., 2010). *Software* TUNAMI-N2 (*Tohoku University's Numerical Analysis Model Investigation of Tsunami*, No. 2) yang dimodifikasi oleh Yanagisawa (2012) untuk mensimulasikan penjaralan dan pergerakan gelombang tsunami dengan mempertimbangkan kedalaman gelombang air laut (Nurfutriani dkk, 2018).

Penelitian dengan menggunakan *software* TUNAMI-N2 telah dilakukan oleh Nurfutriani dkk (2018) di Desa Dalukapa dan Dame I Gorontalo Utara. Hasil penelitian yang didapatkan berupa waktu penjaralan, *run-up* jarak terjauh landaan tsunami. Selain itu, Mambu dkk (2019) juga telah melakukan penelitian dengan menggunakan *software* TUNAMI-N2 yang dilakukan di Tahuna Sulawesi Utara. Mitigasi bencana yang dilakukan pada penelitian tersebut dilakukan dengan mensimulasikan ketinggian dan waktu tempuh gelombang tsunami. Untuk Kabupaten Pesisir, Selatan pada tahun 2010 telah dilakukan pemodelan tsunami di sepanjang pesisir pantai Painan Utara Kabupaten Pesisir Selatan dengan *software* TUNAMI N3. Hasil penelitian yang didapatkan berupa ketinggian, waktu tempuh penjaralan, *run-up* (lintasan) gelombang tsunami serta visualisasi gelombang tsunami (Pujiastuti, 2010).

Penelitian sebelumnya belum menjelaskan bagaimana pengaruh magnitudo dan titik sumber gempa terhadap ketinggian (*run-up*), waktu tempuh dan inundasi gelombang tsunami. Maka dari itu, ada penelitian ini dilakukan pemodelan gelombang tsunami dengan menggunakan *software* TUNAMI-N2 untuk menentukan waktu tempuh gelombang, *run-up* (ketinggian) dan inundasi gelombang tsunami dengan memvariasikan titik sumbar gempa dan magnitudo gempa buminya. Penelitian ini dilakukan di beberapa titik yang terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat untuk menentukan daerah rawan tsunami pada kabupaten tersebut.

## II. METODE

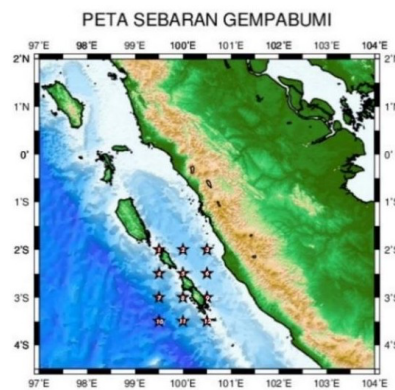
### 2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada pada penelitian ini adalah *software* TUNAMI-N2, dan *software* GMT

### 2.2 Data

#### 2.2.1 Data Lokasi Gempa Bumi

Penelitian ini dibuat berdasarkan 12 lokasi titik sumber gempa bumi (Gambar 1 dan Tabel 1) dengan jarak antar titik 0,5°. Lokasi sumber gempa tersebut dipilih karena 12 lokasi tersebut merupakan daerah yang rawan menjadi sumber gempa bumi.

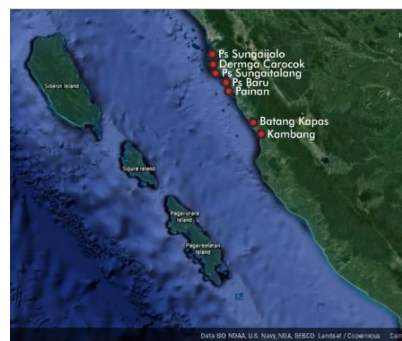


**Gambar 1** Lokasi Titik Sumber Gempa Bumi

**Tabel 1** Lokasi Titik Sumber Gempa Bumi

Bujur	Lintang
99,5	-2
100	-2
100,5	-2
99,5	-2,5
100	-2,5
100,5	-2,5
99,5	-3
100	-3
100,5	-3
99,5	-3,5
100	-3,5
100,5	-3,5

Untuk koordinat *coastal point*, penulis membuat beberapa titik di sepanjang pesisir pantai Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat dan sekitarnya. Penulis menggunakan 7 *coastal point* yang tersebar seperti pada Gambar 2 dan Tabel 2:



**Gambar 2** Koordinat *Coastal point*

**Tabel 2** Koordinat *Coastal point*

Daerah Pengamatan	Lintang	Bujur
Painan	1,2139°LS	100,4325°BT
Kambang	1,4245°LS	100,5242°BT
Dermaga Carocok	1,1450°LS	100,3546°BT
Pasar Baru	1,1749°LS	100,3917°BT
Pasar Sungaijalo	1,1102°LS	100,3403°BT
Pasar Sungaitalang	1,1531°LS	100,3705°BT
Batang Kapas	1,2833°LS	100,4525°BT

### 2.2.2 Data Parameter Gempa Bumi

Skenario gempa bumi yang dibuat menggunakan data yang mengacu pada data slab 1.0 yang dibuat oleh USGS untuk jalur subduksi Sumatera-Jawa. Data yang digunakan berupa kedalaman, *strike*, *dip* yang telah ditentukan sebelumnya. Penelitian ini menggunakan 6 variasi magnitudo, yaitu 7,6 sampai 8,6 dengan selisih 0,2 dan total skenario yang terdapat sebanyak 72 skenario pemodelan tsunami.

### 2.2.3 Data Batimetri

Data batimetri yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari situs GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*) dengan resolusi 30 detik (925 m). Pengunduhan data batimetri dapat dilakukan pada [https://www.gebco.net/data\\_and\\_products/gridded\\_bathymetry\\_data/](https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/) yang merupakan situs resmi GEBCO. Data batimetri tersebut tersedia untuk seluruh Samudra yang ada dimuka bumi, akan tetapi pada penelitian ini dikhususkan untuk wilayah Indonesia.

### 2.2.4 Perangkat Lunak Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan *software* TUNAMI-N2 (*Tohoku University's Numerical Analysis Model for Investigation of Tsunami No.2*) Pemodelan tsunami pada penelitian ini menggunakan *software* TUNAMI-N2 yang dimodifikasi oleh Yanagisawa (2012) untuk mensimulasikan penjalaran dan pergerakan gelombang tsunami dengan mempertimbangkan kedalaman gelombang air laut. Hasil yang telah didapatkan di petakan dengan bantuan *software* GMT (*Generic Mapping Tool*).

### 2.2.5 Pemodelan Tsunami dengan TUNAMI-N2

Pemodelan tsunami dengan TUNAMI-N2 dilakukan dengan memasukkan beberapa input parameter seperti: data titik pengamatan, data parameter bidang sesar, dimensi wilayah, data batimetri dan total waktu simulasi. Data yang dimasukkan akan diproses melalui komputasi numerik. Pemodelan yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa waktu tempuh, *run up* (ketinggian) dan inundasi gelombang tsunami.

### 2.2.6 Analisis Run Up, Waktu tempuh dan Inundasi Gelombang Tsunami

Hasil perhitungan waktu tempuh dan ketinggian yang dilakukan oleh TUNAMI-N2 dapat berupa file dengan ekstensi. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan Microsoft Excel dan dibuat dalam bentuk grafik untuk dianalisis waktu tempuh, *Run-up* (ketinggian), dan inundasi gelombang tsunami pada titik pengamatan.

### 2.2.7 Analisis Daerah Rawan Tsunami

Berdasarkan pemodelan gelombang tsunami dengan *software* TUNAMI-N2 dan data-data yang telah terkumpul dilakukan analisis terhadap daerah rawan tsunami. Data yang diambil berupa daerah yang paling terdampak tsunami dengan ketinggian paling besar dan waktu tempuh yang paling cepat.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Skenario Gempa Bumi dan Hasil Parameter Gelombang Tsunami dengan *Software* TUNAMI-N2

Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan penulis mengambil skenario 61 sebagai bahan Analisis. Skenario ini dipilih karena merupakan skenario yang memiliki parameter yang sama dengan tsunami sesungguhnya. Pada tahun 2019 Simamora juga telah melakukan pemodelan tsunami di Pesisir Selatan, sehingga hasil tersebut dapat dibandingkan dengan penelitian ini sebagai bahan analisis lebih lanjut. Tabel 3 merupakan perbandingan antara parameter gempa bumi yang digunakan dalam penelitian pada skenario 61 dengan parameter yang digunakan oleh Simamora (2019).

Pemodelan tsunami pada penelitian ini dilakukan selama 240 menit dengan perubahan waktu setiap 1 menit. Gambaran estimasi penjalaran gelombang tsunami pada  $t = 40, 50, 60, 90$  menit setelah gempa bumi terjadi dapat dilihat pada Gambar 3. Warna biru menunjukkan pergerakan tsunami yang bergerak turun (*subsidence*) dan warna merah menunjukkan gelombang yang bergerak naik (*uplift*).

**Tabel 3** Perbandingan Parameter Skenario Gempa Bumi

Parameter	Skenario 61	Simamora
Lintang (°)	3,5 °LS	3,5 °LS
Bujur (°)	100 °BT	100 °BT
Magnitudo ( $M_w$ )	7,6	7,7
Kedalaman (km)	12	12
Strike (°)	315	304
Dip (°)	15	15
Rike (°)	90	90
Panjang (km)	100	89,12
Lebar (km)	50	44,56

Pada menit ke-40 terjadi peristiwa surutnya air laut di beberapa titik yang dekat dengan sumber gempa bumi yaitu Kambang (-0,00723 m), Dermaga Carocok (-0,00115 m), Pasar Baru (-0,00162 m), Sungaitalang (-0,00267 m), dan Batang Kapas (-0,00572 m) (Gambar 3 (a)). Hasil pemodelan ini sesuai dengan teori tsunami, dimana tsunami diawali dengan adanya peristiwa surutnya air laut. Pada pemodelan ini deformasi muka air laut terjadi pada menit ke-40, hal ini disebabkan karena titik pengamatan berada jauh dari sumber gempa bumi akan tetapi berdampak juga terhadap titik pengamatan tsunami.

Pada menit ke-50 setelah gempa bumi terjadi, tsunami telah sampai di salah satu pantai titik pengamatan yaitu Kambang (0,00642 m), tetapi belum menyentuh daerah pengamatan yang lainnya (Gambar 3 (b)). Ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan waktu tempuh gelombang tsunami, salah satunya adalah jarak antara sumber gempa bumi dengan titik pengamatan. Hal ini membuktikan bahwa daerah Kambang merupakan daerah yang paling dekat dengan titik sumber gempa bumi.

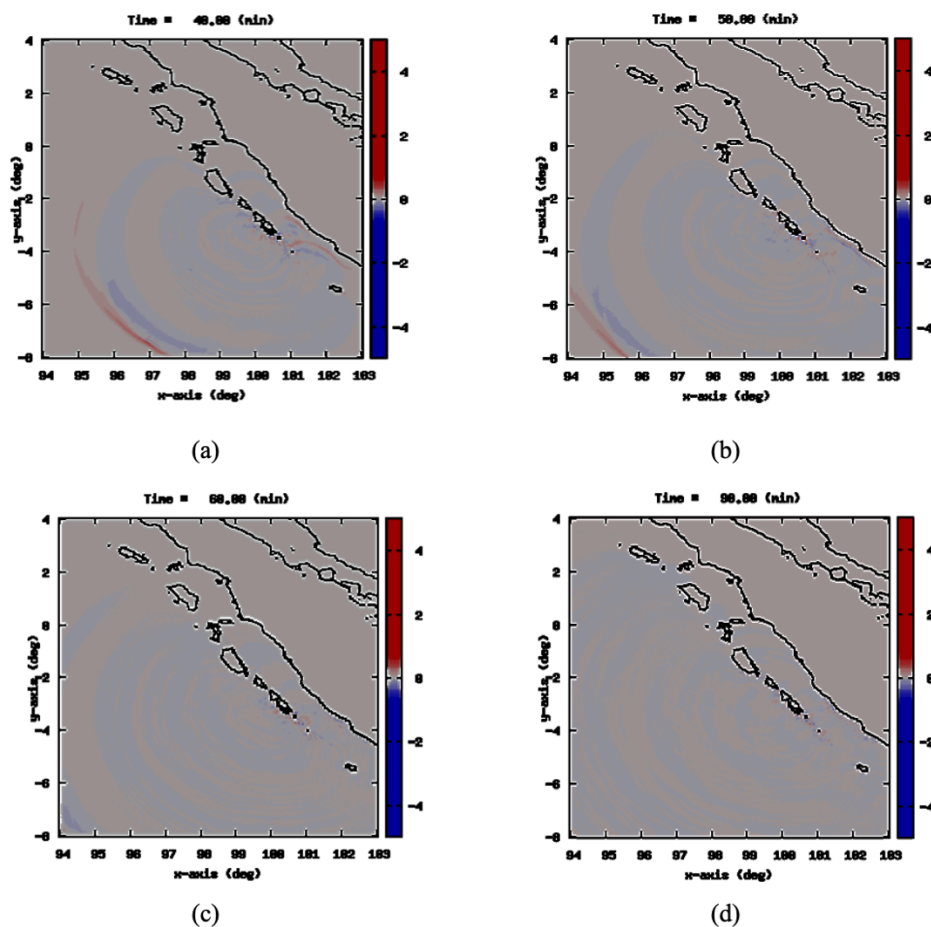
Pada menit ke-60 gelombang tsunami telah menyebar luas dan mencapai semua titik pengamatan (Gambar 3 (c)). Dalam rentang 45-60 menit, gelombang tsunami telah mencapai semua titik pengamatan. Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan pada menit ke 30-60 menit gelombang tsunami pada beberapa titik telah mencapai ketinggian lebih dari 0,05 m. Perbedaan yang ada pada penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian yang dilakukan Simamora (2019) terdapat pada Panjang dan lebarnya skenario gempa. Selain itu, hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh Simamora (2019) menunjukkan hasil di daerah Batang Kapas pada menit ke 50-65,5. Dimana, hal ini dipengaruhi oleh kedalaman gempa bumi.

Terdapat banyak faktor yang menyebabkan perbedaan hasil pemodelan yang didapatkan diantaranya yaitu jarak antara titik sumber gempa dengan daerah pengamatan. Ayunda dkk (2020) mengatakan bahwa *strike*, *dip* dan *slip* juga dapat mempengaruhi hasil pengamatan. Apabila strike mengarah ke daerah pengamatan maka waktu tempuh gelombang tsunami pada daerah tersebut akan semakin cepat dan sebaliknya. Selain itu Aperus dkk (2016) juga mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi hasil pengamatan yaitu kelandaian suatu daerah. Daerah yang berbentuk teluk menyebabkan sifat gelombang tsunaminya menjadi kuat, saling terpantul dan terinferensi (tergabung) menjadi gelombang yang besar.

### 3.2 Pengaruh Variasi Magnitudo dan Titik Sumber Gempa Bumi

#### 3.2.1 Pengaruh Variasi Magnitudo terhadap *Run-Up*, Waktu Tempuh dan Inundasi Gelombang Tsunami

Untuk mengetahui pengaruh variasi magnitudo terhadap sumber gempa bumi terhadap parameter gelombang tsunami, maka digunakan 6 skenario. Lokasi yang dipilih yaitu pada titik 10 dengan koordinat 99,5 BT – (-3,5) LS karena lokasi ini merupakan zona subduksi, dimana pada zona ini lebih rawan terhadap tsunami. Variasi magnitudo yang digunakan yaitu sebesar 7,6; 7,8; 8,0; 8,2; 8,4; 8,6  $M_w$ . Berdasarkan 6 skenario tersebut diambil *run-up*, waktu tempuh dan inundasi tsunaminya pada 7 titik pengamatan untuk di analisis yaitu Painan, Batang Kapas, Kambang, Pasar Sungaijalo, Dermaga Carocok, Sungaitalang, dan Pasar Baru.

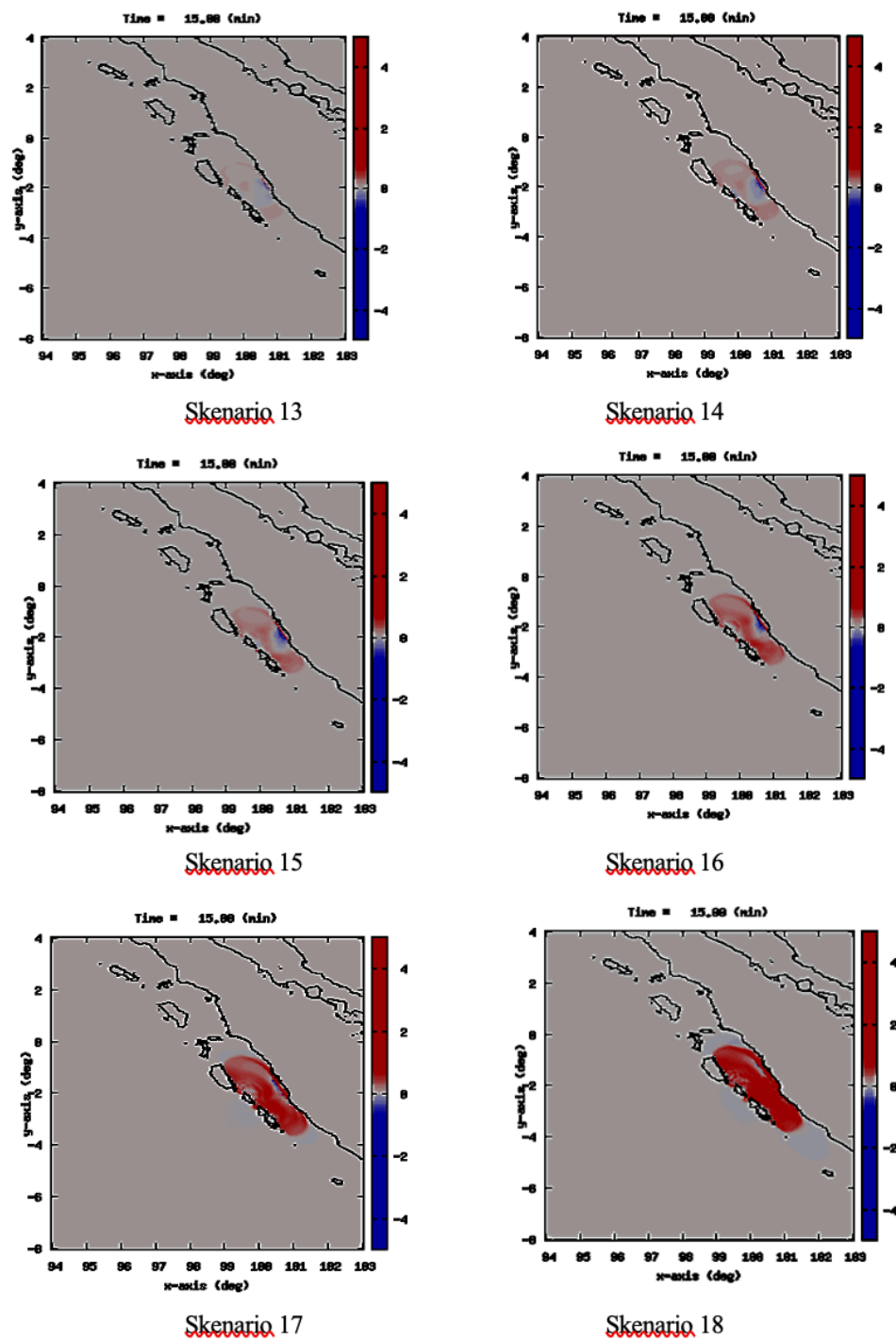


**Gambar 3** Pemodelan tsunami (a)  $t = 40$  menit, (b)  $t = 50$  menit, (c)  $t = 60$  menit, (d)  $t = 90$  menit, (e)  $t = 120$  menit

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa semakin besar magnitudo gempa bumi maka gelombang tsunami yang di hasilkan semakin besar. *Run-up* tsunami tertinggi pada magnitudo 7,6  $M_w$  teramati di Kambang dengan ketinggian gelombang tsunami sebesar 0,33511 meter, waktu tempuh tsunami 10,7 menit dan inundasi tsunami yaitu 1,9635 ha serta yang terendah yaitu Pasar Sungaijalo sebesar 0,12743 meter, waktu tempuh 13,8 menit dan inundasi sebesar 0,5427 ha. Pada magnitudo 8,6  $M_w$  daerah yang mengalami *run-up* tertinggi yaitu Painan sebesar 3,00340 meter dengan inundasi 36,2872 ha, yang terkecil yaitu Pasar Baru sebesar 1,61040 meter dengan inundasi 15,8398 ha dan waktu tempuh 1 menit untuk semua titik pengamatannya.

### 3.2.2 Pengaruh Variasi Titik Sumber Gempa Bumi terhadap *Run-Up*, Waktu Tempuh dan Inundasi Gelombang Tsunami

Untuk mengetahui pengaruh titik sumber gempa bumi terhadap waktu tempuh gelombang tsunami, digunakan 12 skenario yang terdapat pada 12 titik sumber gempa bumi yang berbeda. Analisis waktu tempuh gelombang tsunami di ambil di 7 titik pengamatan dengan magnitudo gempa bumi sebesar 8,0  $M_w$ . Titik sumber gempa bumi dapat berpengaruh terhadap kecepatan *run-up*, waktu tempuh dan inundasi gelombang tsunami. Semakin dekat jarak antara titik sumber gempa dengan daerah pengamatan, maka *run-up* nya akan semakin tinggi, waktu tempuh gelombang tsunami akan semakin cepat dan inundasinya akan semakin luas. Sebaliknya semakin jauh jarak antara titik gempa bumi dengan daerah pengamatan maka *run-up*nya akan semakin kecil, waktu tempuh gelombang tsunami akan semakin lama dan inundasinya akan semakin sedikit.



Gambar 4 Pengaruh Variasi Magnitudo terhadap Parameter Gelombang Tsunami

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa bahwa variasi magnitudo dan titik sumber gempa bumi mempengaruhi ketinggian, waktu tempuh dan inundasi tsunami. waktu tempuh gelombang tsunami tercepat sampai ke Painan, Kambang dan Batang Kapas yaitu pada skenario 18 dengan magnitudo gempa 8,6 di menit ke-0,2 dengan *run up max* tsunami sebesar (3,0034; 2,0144; 1,7030) meter dan inundasi tsunami sebesar (36,3; 21,3; 17,1) ha secara berturut-turut. Waktu tempuh terlama di daerah Pasar Sungaijalo, Dermaga Carocok dan Pasar Baru yaitu di menit ke (68,8; 67,8; 67,7) dengan nilai *run-up max* terkecil yaitu (0,0420; 0,0184; 0,0189).

## DAFTAR PUSTAKA

- Aperus, R., Pujiastuti, P., dan Rachmad, B. 2016. "Pemodelan Tinggi dan Waktu Tempuh Gelombang Tsunami Berdasarkan Data Historis Gempa Bumi Bengkulu 4 Juni 2000 di Pesisir Pantai Bengkulu", *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 5, No. 4, Hal: 364-370
- Ayunda, G., Aris, I., Hariyadi, H., Denny, N, S., dan Muhammad, H. 2020. Analisis Run-up Penjalaran Gelombang Tsunami Menggunakan Pemodelan Numerik 2D di Pesisir Kota Bengkulu. *Indonesian Journal of Oceanografi*, Vol 2, No. 03
- Gersanandi, G., Petrus, S., dan Agus, A. 2013. "Analisis Spasial Kerentanan Bencana Tsunami di Kabupaten dan Kota Pesisir Provinsi Sumatera Barat", *Jurnal Oseanografi*, Vol. 2, No. 3, Hal:232-237
- IKPLDH. *Informasi Kinerja Pengolahan Lingkungan Hidup Daerah Pesisir Selatan Tahun 2018*. (Pemerintahan Kabupaten Pesisir Selatan, 2018)
- Imami, R., W, Boy., A, Sari., W, Purba., M, Chairi., dan J, Melasari. 2019. "Assessment for Seismic Activities in Pesisir Selatan West Sumatera in 2018", *Journal of Physics: Conference Series*. 1339, Hal: 1-6
- Mambu, B., Gerald, H. T, dan Guntur, P. 2019. "Simulasi Ketinggian dan Waktu Tiba Gelombang Tsunami di Tahuna Sebagai Upaca Mitigasi Bencana", *Jurnal MIPA UNSRAT*. 8 (1): 13-16
- NATAWIDJAJA, D.H.**, "Gempa Bumi dan Tsunami di Sumatera dan Upaya Untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup Yang Aman Dari Bencana Alam", Laporan KHL, LIPI, 2007
- Netrisa, Z., Syafriani., Rahmat, T., dan Hamdi, A. 2018. "Pemetaan Bahaya Gempa Bumi Deterministik dengan Pendekatan *Peak Ground Acceleration* (PGA) di Kota Padang", *Pillar of Physics*. Vol. 11 No. 2, Hal. 41-48
- Nurfitriani, N., Gybert. E. M., Rignolda, D., dan Tatok, Y. 2018. "Analisis Potensi Rambatan Tsunami di Pantai Utara Desa Dulukapa dan Deme 1 Kabupaten Gorontalo Utara untuk Mitigasi Bencana Tsunami", *Majalah Ilmiah Globe*. Vol. 20, No. 2, Hal: 67-76
- Pujiastuti, D. 2010. "Visualisasi Penjalaran Gelombang Tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat," *Jurnal Ilmu Fisika*. Vol. 2, No. 1
- Simamora, B. 2019. "Data Base Hasil Pemodelan Tsunami di Pantai Sumatra Barat dan Kepulauan Mentawai", *Srips*, Program Diploma IV Geofisika: Sekolah Tinggi BMKG. Tangerang Selatan
- Sunarjo, S., Muhammad, T. G., dan Sugeng, P. *Gempa Bumi: Edisi Terbaru*. (BMKG: Jakarta, 2010)
- GEBCO. 2021. Data Batimetri. *Viewed 22 Februari 2021*. [https://www.gebco.net/data\\_and\\_products/gridded\\_bathymetry\\_data/](https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/)
- Yanagisawa, H. 2012. "Numerical Simulation of Tsunami and its Application". *Lecture Noote. IISEE*, Tsukuba, Japan