



## PEMODELAN DAN ANALISIS SIMULASI TSUNAMI SELAT SUNDA BERBANTUAN PETA KONTUR STL DAN SOFTWARE SIMFLOW 3.0

Guruh Sukarno Putra<sup>1, a)</sup> dan Malisa Oktarina<sup>2, b)</sup>

<sup>1, 2</sup> SMA Negeri Sumatera Selatan

a) guruh.sukarnoputragsp@gmail.com

b) malisaoktarina@gmail.com

**Abstrak.** Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di ring of fire dan terletak di antara tiga lempeng tektonik besar yang menyebabkan Indonesia sering dilanda gempa setiap tahunnya. Dari semua kejadian gempa bumi di Indonesia dalam tiga dekade terakhir, beberapa diantaranya menyebabkan tsunami. Semua kejadian tsunami ini disebabkan oleh retaknya segmen patahan tertentu yang cukup besar. Area yang cukup rentan untuk mengalami kejadian gempa bumi dan tsunami adalah Selat Sunda. Data dari USGS menyebutkan bahwa gempa terbesar yang pernah terekam di area ini adalah M 7.5 pada tahun 1757. Akumulasi energi gempa bumi ini telah terjadi selama lebih dari 250 tahun masih akan terus berlangsung hingga segmen ini melepaskan keseluruhan energinya dan akan diperkirakan menghasilkan tsunami yang cukup besar yang dapat mengancam populasi di sekitar Selat Sunda. Dari hasil pemodelan dan analisis tsunami didapatkan bahwa gelombang tsunami akibat gempa skenario M.8.5 di Selat Sunda memiliki ketinggian maksimum 9 meter pada gelombang pertama dan 7,5 meter pada gelombang kedua yang merupakan hasil interferensi gelombang. Persamaan gelombang tsunami yang sesuai untuk mendeskripsikan pemodelan ini adalah persamaan polinomial orde ke dua atau yang lebih sering disebut sebagai persamaan kuadrat. Namun jarak terjauh dari pusat tsunami mengalami tsunami yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan area yang lebih dekat seperti Bandar Lampung dan Pulau Legundi, hal ini disebabkan oleh faktor faktor tertentu yang dapat mempengaruhi ketinggian gelombang tsunami, yaitu topografi suatu wilayah yang memungkinkan gelombang tsunami direduksi atau diamplifikasi oleh interferensi.

**Kata kunci:** gempa, tsunami, peta kontur, persamaan polinomial, gelombang

### **MODELING AND SIMULATION ANALYSIS OF SUNDA STRAITS TSUNAMI ASSISTED WITH SIMFLOW 3.0 SOFTWARE AND CONTOUR MAPS**

**Abstract.** Indonesia, one of the countries located between the ring of fire's three large tectonic plates, is frequently experiencing many earthquakes every year. In the last three decades, several major earthquakes created the tsunami which was caused by the fracture of a certain fault segment. Sunda Straits is a vulnerable area to experiencing earthquakes and tsunamis. Data from the USGS marks that the largest earthquake ever recorded in this area was M 7.5 in 1757. The accumulated energy of this earthquake has occurred for more than 250 years and it

*will continue until this segment releases its overall energy to produce a large tsunami, which is threatening the population around the Sunda Strait. From the study of tsunami modeling and analysis, the tsunami waves due to the M.8.5 earthquake scenario in the Sunda Strait have a maximum height of 9 meters in the first wave and 7.5 meters in the second wave which is the result of wave interference. A suitable equation of tsunami wave for this modeling is a second-order polynomial equation or commonly called quadratic equation. However, the farthest distance from the tsunami's epicenter experiences a higher tsunami if compared to closer range such as Bandar Lampung and Legundi Island, this is happened due to certain factors that can affect the height of the tsunami, namely the topography of an area that allows tsunami waves to be reduced or amplified by interference.*

**Keywords :** *earthquake, tsunami, contour maps, polynomial equations, waves*

---

#### Article Info

---

Received date: 27 May 2021

Revised date: 15 June 2021

Accepted date: 24 June 2021

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di ring of fire. Wilayah Indonesia yang cukup unik karena terletak di antara tiga lempeng tektonik besar (Fauzi, 2020). Hal ini menyebabkan Indonesia sering kali mengalami gempa bumi. Dari semua kejadian gempa bumi di Indonesia dalam tiga dekade terakhir, beberapa diantaranya menyebabkan tsunami. Semua kejadian tsunami ini disebabkan oleh retaknya segmen patahan tertentu yang cukup besar. Kekhawatiran akan adanya gempa megathrust yang memicu tsunami sudah terjadi sejak tsunami yang melanda Aceh pada tahun 2004 yang merenggut hampir 300.000 korban jiwa. Tsunami ini disebabkan pecahnya segmen patahan sepanjang lebih dari 1300 km (USGS, 2004). Latief., dkk (2000) membagi beberapa area di Indonesia menjadi 6 bagian, diantaranya adalah East Sunda dan West Sunda. Kedua area ini merupakan area yang cukup aktif dalam beberapa dekade terakhir, terbukti dengan pecahnya hampir semua segmen dimulai dari Banyuwangi (1994), Bengkulu (2000), Aceh (2004), Nias (2005), Pangandaran (2006), Bengkulu (2007). Data dari USGS menyebutkan bahwa gempa terbesar yang pernah terekam di area transisi ini adalah M 7.5 pada tahun 1757. Akumulasi energi gempa bumi ini telah terjadi selama lebih dari 250 tahun (Yudhicara & Budiono, 2008) masih akan terus berlangsung hingga segmen ini melepaskan keseluruhan energinya dan akan diperkirakan menghasilkan tsunami yang cukup besar yang dapat mengancam populasi di sekitar Selat Sunda. Hal inilah yang mendasari penelitian yang berjudul Pemodelan Simulasi Tsunami Selat Sunda Berbantuan Peta Kontur STL dan Simflow 3.0

### TINJAUAN PUSTAKA

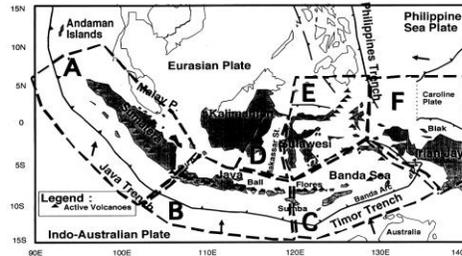
#### Gempa Bumi dan Aktivitas Gempa di Wilayah Transisi Selat Sunda

Gempa bumi adalah getaran yang bersumber di dalam bumi yang kemudian merambat ke permukaan bumi akibat rekahan yang bergeser (Nur, 2010). Penyebab gempa bumi dapat berupa aktivitas tektonik, aktivitas gunung berapi, meteor jatuh, ataupun longsoran (di bawah muka air laut), serta ledakan bom nuklir di bawah permukaan. Gempa bumi tektonik merupakan gempa bumi yang paling umum terjadi merupakan getaran yang dihasilkan dari peristiwa pematahan batuan akibat benturan dua lempeng secara perlahan-lahan itu yang akumulasi energi benturan tersebut melampaui kekuatan batuan, maka batuan di bawah permukaan akan bertransformasi dan bergeser. Secara umum, wilayah Indonesia terbagi menjadi 6 area segmen tektonik diantaranya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1 – Pembagian Zona Segmen Tektonik (Latief., dkk, 2000)

No	Zona	Nama Zona
1	A	Western Sunda Arc

2	B	Eastern Sunda Arc
3	C	Banda Arc
4	D	Makassar Straits
5	E	Molucca Sea
6	F	Northern Irian Jaya



Gambar 1 – Pembagian Zona Segmen Tektonik Indonesia

### Fenomena Tsunami

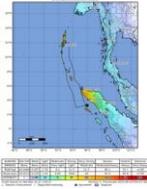
Tsunami, kata ini berasal dari Jepang, tsu berarti pelabuhan, nami berarti gelombang. Tsunami dipergunakan untuk gelombang pasang yang memasuki pelabuhan. Pada laut lepas misal terjadi gelombang pasang sebesar 8 m tetapi begitu memasuki daerah pelabuhan yang menyempit tinggi gelombang pasang menjadi 30 m. Tsunami biasa terjadi jika gempa bumi berada di dasar laut dengan pergerakan vertikal yang cukup besar. Tsunami juga bisa terjadi jika terjadi letusan gunung api di laut atau terjadi longsor di laut. Bencana tsunami yang merupakan salah satu bencana ikutan akibat gempa bumi akan terjadi apabila (Nur, 2010) :

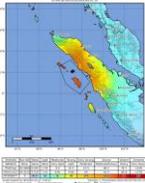
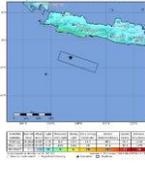
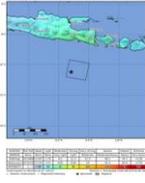
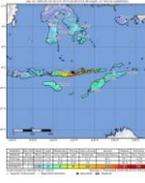
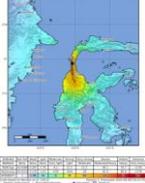
- Pusat gempa dibawah dasar laut dengan kedalaman gempa dangkal
- Kekuatan 6 skala Richter (ada juga yang mengatakan 6.5 SR).
- Dasar laut mengalami penyesaran vertikal
- Kolom air laut di atas episentrum cukup dalam.

### Kajian Skenario Gempa Bumi M 8.5

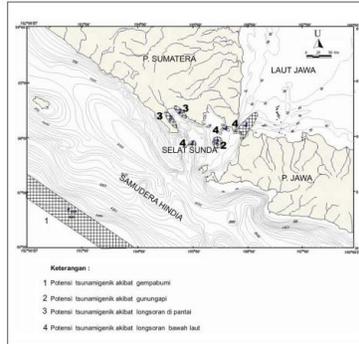
Berdasarkan data USGS yang telah dirangkum, beberapa gempa berkekuatan besar ( $\geq M 7.5$ ) selalu menghasilkan retakan/rupture zone yang cukup besar dengan minimal 100 km pergeseran. Seperti yang bisa dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 2 – Peta Guncangan Gempa dan Rupture Zone Tsunami di Indonesia

No	Shakemap	Magnitudo, lokasi dan tahun	Rupture
1		M 9.1 Aceh, 2004	$\pm 1300$ km

No	<i>Shakemap</i>	Magnitudo, lokasi dan tahun	<i>Rupture</i>
2		M 8.7 Sumatera Utara, 2005	±300 km
3		M 7.7 Jawa Barat, 2006	±250 km
4		M 7.8 Jawa Timur, 1994	±100 km
5		M 7.8 NTT, 1992	±100 km
6		M 7.5 Sulawesi Tengah, 2018	±150 km

Berdasarkan data dan analisis dari shakemap peta guncangan dari sejumlah kejadian tsunami di Indonesia, Patahan 200 km dibentuk oleh gempa bumi paling tidak mendekati M 8.0 dan gempa M 8.0 ini akan menjadi skenario pada pemodelan tsunami di Selat Sunda yang berada di posisi 1 jika dilihat dari gambar 2 dimana merupakan zona transisi antara East-West Sunda



**Gambar 2 – Posisi Tsunamigenik akibat Gempa Bumi**

### **SimFlow 3.0**

SimFlow 3.0 merupakan software analisis skenario aliran fluida yang cukup unik dimana hasil representasinya tidak hanya nampak pada data grafik, namun juga dihasilkan dalam bentuk pemodelan dan animasi langsung melalui Paraview Postprocessing. Penggunaan SimFlow 3.0 ini juga akan melibatkan bantuan peta kontur STL (Standard Template Library) sehingga area bawah laut khususnya Selat Sunda yang memiliki topografi tidak datar mampu dianalisis secara nyata.

### **Persamaan Polinomial**

Secara umum, persamaan polinomial dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P(x) = A_0x^0 + \dots + A_nx^n \quad (1)$$

Dengan A adalah koefisien dan x adalah variabel bebas serta P(x) adalah variabel terikat (Stetter, 2004). Persamaan polinomial ini tidak dapat diselesaikan dengan cara biasa (Boas, 1983) dan butuh cara khusus untuk penyelesaiannya (Mora, 2003). Pemfaktoran polinomial membutuhkan algoritma khusus yang menggunakan prediksi trend pada excel.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang bertujuan mengungkapkan peristiwa berdasarkan angka. Arikunto (2005) mengungkapkan bahwa penelitian deskriptif tidak bertujuan untuk menguji sebuah hipotesis, tetapi hanya mendeskripsikan fakta tentang suatu objek atau variabel.

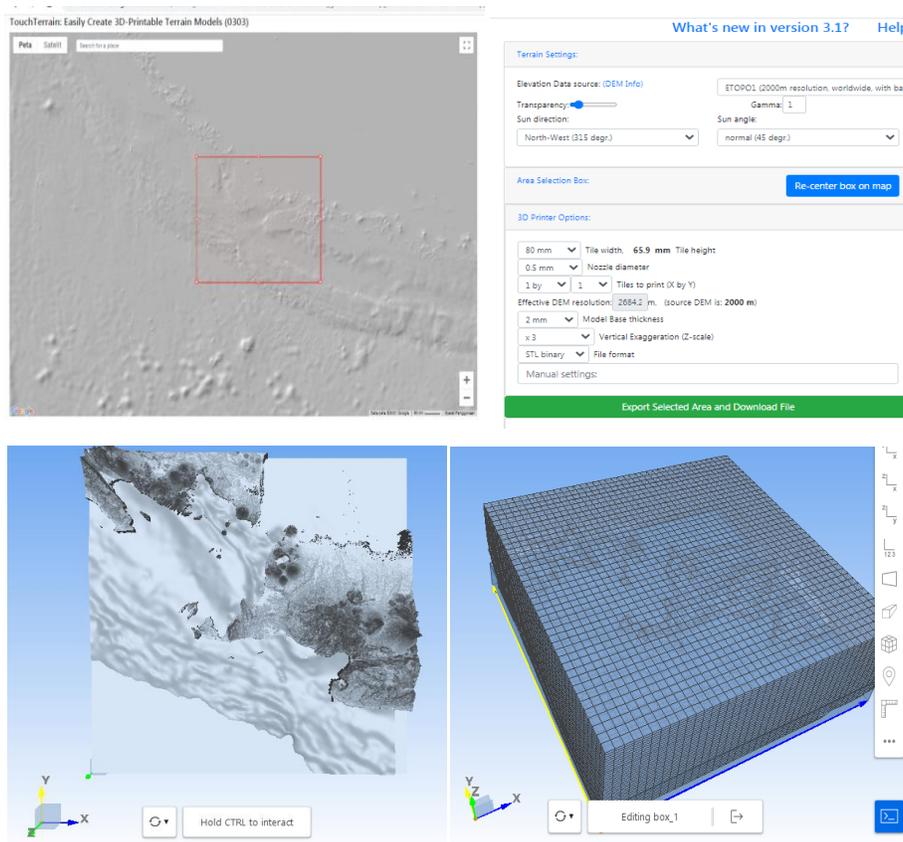
### **Parameter Utama SimFlow 3.0**

Pemilihan parameter utama untuk software SimFlow ini didasari pada karakteristik fluida yang sedang dianalisis dalam hal ini adalah tsunami. Pemilihan transient, incompressible dan multiphase parameter ini sangat cocok dengan karakteristik fluida dinamis. Menggunakan interfoam solver juga ditujukan untuk menganalisis skenario tsunami pada penelitian ini.

### **STL Map dan Peta Kontur**

Pemilihan parameter utama untuk software SimFlow ini didasari pada karakteristik fluida yang sedang dianalisis dalam hal ini adalah tsunami. Pemilihan transient, incompressible dan multiphase parameter ini sangat cocok dengan karakteristik fluida dinamis. Menggunakan interfoam solver juga ditujukan untuk menganalisis skenario tsunami pada penelitian ini. Peta berformat STL (Standard Template Library) digunakan untuk membuat

analisis skenario yang didasarkan pada topografi bawah laut. Pengambilan wilayah topografi didasarkan pada wilayah transisi East-West Sunda seperti yang ditunjukkan pada gambar 3



**Gambar 3 – Pengambilan Sampel Area Topografi**

## Penentuan Observation Point

Observation point ini merupakan titik observasi yang merupakan lokasi tempat pengukuran pemodelan gelombang tsunami yang dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut

Tabel 3 – Observation Point

<b>Observation Point</b>	<b>Jarak dari Pusat Gempa</b>
Pelabuhan Ratu Bay	217 km
Ujung Kulon	90 km
Labuhan	172 km
Panaitan Island	102 km
Krakatoa Island	162 km
Sebesi Island	180 km
Sebuku Island	189 km
Legundi Island	181 km
Semangka Bay, Kota Agung	202 km
Bandar Lampung	222 km
Kalianda	209 km
Cilegon	213 km

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemodelan Ketinggian Tsunami

Dari hasil pemodelan berdasarkan SimFlow 3.0, didapatkan bahwa gelombang tsunami memiliki ketinggian yang berbeda beda sesuai dengan karakteristik topografi bawah laut dan interferensi gelombang. Hasil secara detail dapat di lihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4 – Ketinggian Tsunami

<b>Observation Point</b>	<b>Possible Height (m)</b>	<b>Possible Height 2 (m)</b>
<b>Ujung Kulon</b>	9,00	5,10
<b>Panaitan Island</b>	6,00	7,50
<b>Krakatoa Island</b>	3,00	
<b>Labuhan</b>	2,70	
<b>Sebesi Island</b>	4,20	
<b>Legundi Island</b>	1,05	
<b>Sebuku Island</b>	3,30	
<b>Semangka Bay, Kota Agung</b>	4,05	
<b>Kalianda</b>	3,00	
<b>Cilegon</b>	1,20	
<b>Pelabuhan Ratu Bay</b>	4,80	7,50
<b>Bandar Lampung</b>	4,50	3,15

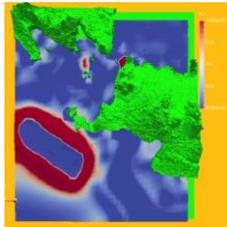
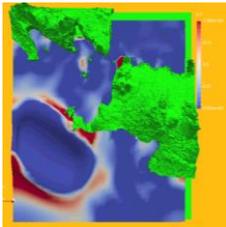
Sementara, waktu tsunami mencapai observation point dapat di lihat pada tabel 5 sebagai berikut

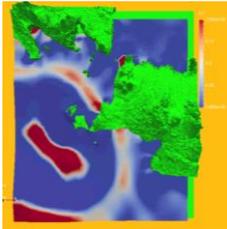
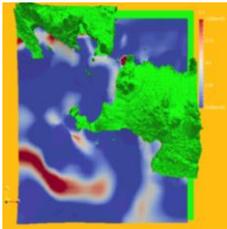
Tabel 5 – Time Arrival

Observation Point	Jarak	Time Arrived (minutes)	Time Arrived 2 (minutes)
Ujung Kulon	90 km	9,5	49,0
Panaitan Island	102 km	11,5	49,0
Krakatoa Island	162 km	31,0	-
Labuhan	172 km	36,0	-
Sebesi Island	180 km	42,5	-
Legundi Island	181 km	41,0	-
Sebuku Island	189 km	45,5	-
Semangka Bay, Kota Agung	202 km	47,0	-
Kalianda	209 km	48,5	-
Cilegon	213 km	46,0	-
Pelabuhan Ratu Bay	217 km	51,5	56,0
Bandar Lampung	222 km	49,0	56,0

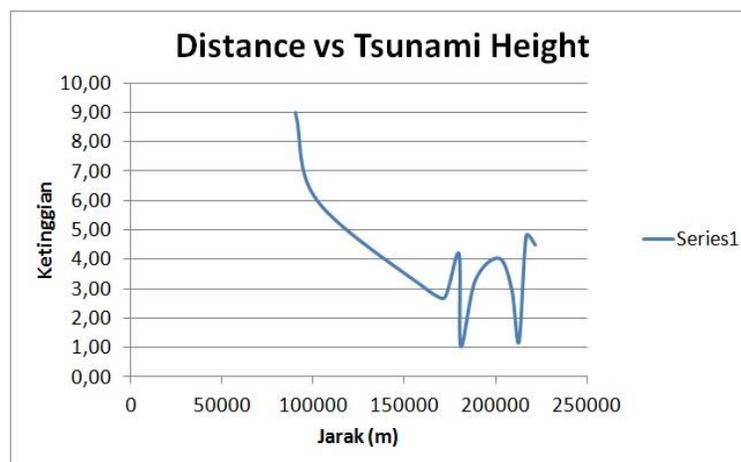
Secara kualitatif berdasarkan output pemodelan, pemilihan warna untuk penentuan tinggi tsunami berdasarkan z value (energi pada sumbu z) yang mewakili ketinggian tsunami dan dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini

Tabel 6 – Output SimFlow 3.0

No	Time Arrival	Gambar
1	9,5 Menit	
2	11 Menit	

No	Time Arrival	Gambar
3	31 Menit	
4	51,5 Menit	

### Persamaan Gelombang Tsunami



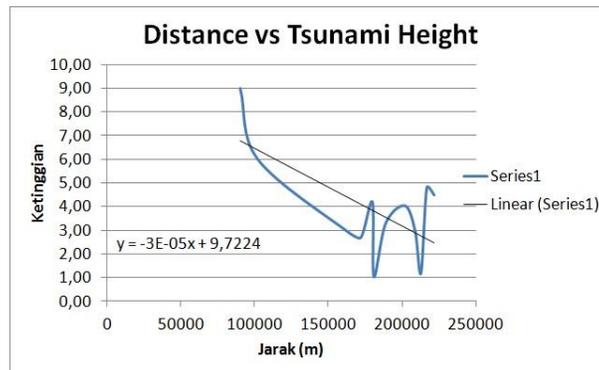
Gambar 4 – Grafik Jarak dan Ketinggian

Ketinggian tsunami yang bervariasi dapat terlihat dari hasil output pemodelan, namun hal ini perlu analisis lebih lanjut yang berkaitan dengan persamaan matematis yang menyatakan hubungan umum antara jarak dan ketinggian tsunami. Pada kasus ini, analisis persamaan matematis akan dilakukan berdasarkan kecocokan persamaan dan grafik yang akan di uji coba menjadi 6 bagian persamaan : linear, polinomial orde 2 (persamaan kuadrat) polinomial orde 3 dan orde 4, eksponen, logaritmik, dan yang dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 7 Karakteristik Persamaan Matematis Hubungan Antara Jarak dan Ketinggian Tsunami

Tipe	Persamaan Umum
Linear	$y = kx + C$
Polinomial Orde 2	$y = k_1x^2 + k_2x + C$
Polinomial Orde 3	$y = k_1x^3 + k_2x^2 + k_3x + C$
Polinomial Orde 4	$y = k_1x^4 + k_2x^3 + k_3x^2 + k_4x + C$
Logaritmik	$y = k \ln x + C$
Eksponen	$y = k e^{nx}$

### Persamaan Linear

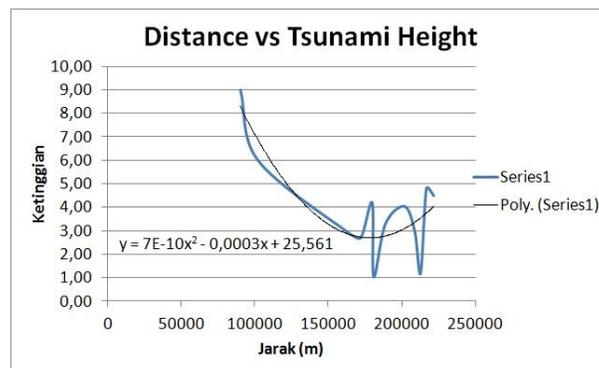


Gambar 5 – Jarak dan Ketinggian (Tinjauan Persamaan Linear)

Dari hasil analisis grafik, didapatkan bahwa persamaan linear yang sesuai untuk ketinggian tsunami adalah

$$y = -3.10^{-5}x + 9,7224 \quad (2)$$

### Persamaan Gelombang Tsunami (Polinomial)

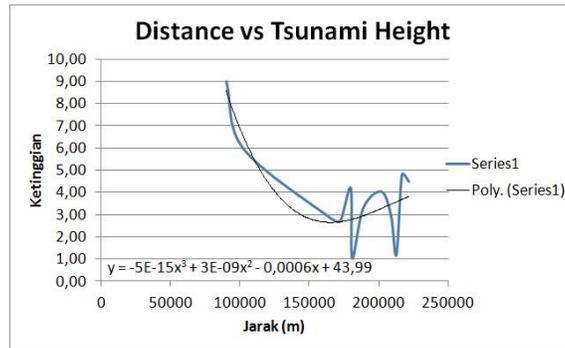


Gambar 6 – Jarak dan Ketinggian (Tinjauan Persamaan Polinomial 2)

Dari hasil analisis grafik berbantuan microsoft excel, didapatkan bahwa persamaan polinomial orde 2 yang sesuai untuk ketinggian tsunami adalah

$$y = 7.10^{-10}x^2 - 0,0003x + 25,561 \quad (3)$$

### Persamaan Gelombang Tsunami (Polinomial 3)

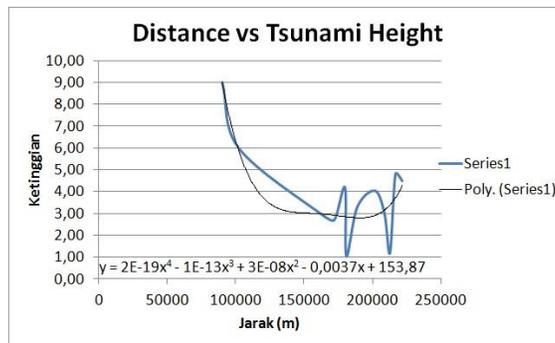


**Gambar 7 – Jarak dan Ketinggian (Tinjauan Persamaan Polinomial 3)**

Dari hasil analisis grafik berbantuan microsoft excel, didapatkan bahwa persamaan polinomial orde 3 yang sesuai untuk ketinggian tsunami adalah

$$y = -5.10^{-15}x^3 + 3.10^{-9}x^2 - 0,0006x + 43,99 \quad (4)$$

### Persamaan Gelombang Tsunami (Polinomial 4)

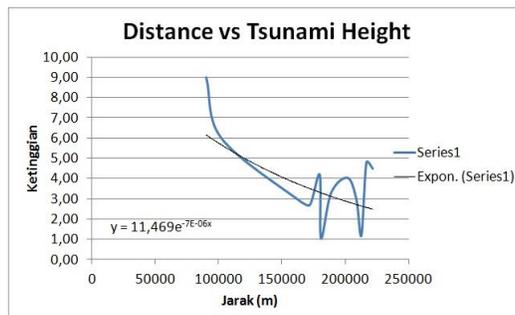


**Gambar 8 – Jarak dan Ketinggian (Tinjauan Persamaan Polinomial 4)**

Dari hasil analisis grafik berbantuan microsoft excel, didapatkan bahwa persamaan polinomial orde 4 yang sesuai untuk ketinggian tsunami adalah

$$y = 2.10^{-19}x^4 - 1.10^{-13}x^3 + 3.10^{-8}x^2 - 0,0037x + 153,87 \quad (5)$$

### Persamaan Gelombang Tsunami (Eksponen)

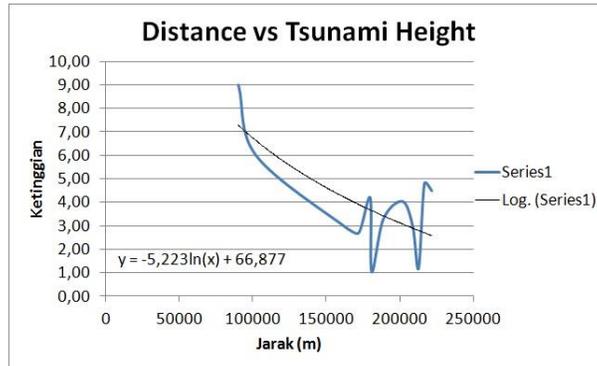


**Gambar 9 – Jarak dan Ketinggian (Tinjauan Persamaan Eksponen)**

Dari hasil analisis grafik berbantuan microsoft excel, didapatkan bahwa persamaan eksponen yang sesuai untuk ketinggian tsunami adalah

$$y = 11,469 e^{-7.10^{-6}x} \quad (6)$$

### Persamaan Gelombang Tsunami (Logaritmik)



**Gambar 10 – Jarak versus Ketinggian (Tinjauan Persamaan Logaritmik)**

Dari hasil analisis grafik berbantuan microsoft excel, didapatkan bahwa persamaan logaritmik yang sesuai untuk ketinggian tsunami adalah

$$y = -5,223 \ln x + 66,877 \quad (7)$$

Tabel 8 - Ringkasan Persamaan dan Pemilihan Persamaan Umum

<b>Tipe</b>	<b>Persamaan Umum</b>
<b>Linear</b>	$y = -3.10^{-5}x + 9,7224$
<b>Polinomial Orde 2</b>	$y = 7.10^{-10}x^2 - 0,0003x + 25,561$
<b>Polinomial Orde 3</b>	$y = -5.10^{-15}x^3 + 3.10^{-9}x^2 - 0,0006x + 43,99$
<b>Polinomial Orde 4</b>	$y = 2.10^{-19}x^4 - 1.10^{-13}x^3 + 3.10^{-8}x^2 - 0,0037x + 153,87$
<b>Logaritmik</b>	$y = -5,223 \ln x + 66,877$
<b>Eksponen</b>	$y = 11,469 e^{-7.10^{-6}x}$

Dari analisis standar deviasi perbedaan antara data observasi dan persamaan, persamaan polinomial orde 2 merupakan persamaan yang cocok untuk persamaan umum pada pemodelan ini, sehingga

$$y = 7.10^{-10}x^2 - 0,0003x + 25,561 \quad (8)$$

dengan y adalah ketinggian tsunami (m) dan x adalah jarak observation point dari pusat tsunami (m)

## Gelombang Tsunami Susulan

Hasil pemodelan SimFlow 3.0 menggambarkan, terdapat empat wilayah yang mengalami tsunami susulan, dan beberapa diantaranya mengalami gelombang tsunami yang lebih tinggi dari gelombang tsunami pertama yang secara rinci dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 9 – Gelombang Susulan

Observation Point	Jarak	Time Arrived 2 (minutes)	Possible Height 2
Ujung Kulon	90 km	49,0	5,10
Panaitan Island	102 km	49,0	7,50
Krakatoa Island	162 km	-	
Labuhan	172 km	-	
Sebesi Island	180 km	-	
Legundi Island	181 km	-	
Sebuku Island	189 km	-	
Semangka Bay, Kota Agung	202 km	-	
Kalianda	209 km	-	
Cilegon	213 km	-	
Pelabuhan Ratu Bay	217 km	56,0	7,50
Bandar Lampung	222 km	56,0	3,15

Empat wilayah tersebut adalah Ujung Kulon, Pulau Panaitan, Teluk Pelabuhan Ratu, dan Bandar Lampung. Dua area dengan gelombang tsunami lebih tinggi berdasarkan output pemodelan adalah Pulau Panaitan dan Teluk Pelabuhan Ratu. Secara umum, gelombang tsunami ke 2 menghampiri pantai kurang lebih 1 jam setelah gempa awal.

### Analisis Teori Gelombang Tsunami Susulan

Gelombang tsunami susulan ini disebabkan adanya interferensi gelombang tsunami yang datang dan gelombang pantul akibat tsunami yang menghantam pantai. Kejadian interferensi ini pernah terjadi pada tsunami 2004, dimana Sri Lanka mengalami sejumlah gelombang tsunami susulan akibat interferensi. Di sisi lain, topografi wilayah juga menjadi faktor penentu munculnya gelombang tsunami susulan seperti posisi wilayah yang berada di teluk yang sangat memungkinkan untuk terjadinya interferensi gelombang secara berulang.

## KESIMPULAN

Tsunami merupakan sesuatu yang mengkhawatirkan, terutama bagi area yang berada di zona subduksi aktif, seperti halnya Selat Sunda. Pemodelan ini mendeskripsikan bagaimana kemungkinan peristiwa tsunami yang terjadi di Selat Sunda. Hasil analisis deskriptif kuantitatif dan pemodelan mendeskripsikan bahwa gelombang tsunami akibat gempa M.8.5 di Selat Sunda memiliki ketinggian maksimum 9 meter pada gelombang pertama dan 7,5 meter pada gelombang kedua yang merupakan hasil interferensi gelombang. Persamaan gelombang tsunami yang sesuai untuk mendeskripsikan pemodelan ini adalah persamaan polinomial orde ke dua atau yang lebih sering disebut sebagai persamaan kuadrat. Namun jarak terjauh dari pusat tsunami mengalami tsunami yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan area yang lebih dekat seperti Bandar Lampung dan Pulau Legundi, hal ini disebabkan oleh faktor faktor tertentu yang dapat mempengaruhi ketinggian gelombang tsunami, yaitu topografi suatu wilayah yang memungkinkan gelombang tsunami direduksi atau diamplifikasi oleh interferensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta: Rineka Cipta
- Boas, M.L. (1983) *Mathematical Method in Physical Science*. John Wiley & Sons. Inc. Canada, 1983.
- Fauzi, 2020. Menyimak Fenomena Tsunami Selat Sunda. *Jurnal Geografi : Geografi dan Pengajaran*. 18(1). Pp : 43-62
- Latief., dkk, 2000. Tsunami Catalog and Zones in Indonesia. *Journal of Natural Disaster Science*. 22(1). pp 25-43
- Mora, T (2003). *Encyclopedia of Mathematics and Its Application*. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Nur. 2010. Gempa Bumi, Tsunami, dan Mitigasinya. *Jurnal Geografi*. 7(1). pp 66-73
- Setter, J.H. (2004). *Numerical Polynomial Algebra*. Siam: United States of America
- USGS, 2004. *Earthquake Catalog*. <http://www.usgs.gov>. Diakses pada : 12 Maret 2021
- Yudhicara & Budiono, 2008. Tsunamigenik di Selat Sunda : Kajian terhadap katalog Tsunami Soloviev. *Jurnal Geologi Indonesia*. 3(4). pp 241-25

## PROFIL SINGKAT PENULIS

Guruh Sukarno Putra dan Malisa Oktarina merupakan guru fisika SMAN Sumatera Selatan yang juga sama sama berasal dari Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya.