

**ANALISIS PENJALARAN GELOMBANG  
TSUNAMI MENGGUNAKAN MODEL COMCOT  
PADA GEMPA PANGANDARAN JAWA BARAT  
TAHUN 2006**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
dalam Ilmu Fisika



Diajukan oleh:

**SISKA APRIMIA WATI**

NIM : 1808026024

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**

**ANALISIS PENJALARAN GELOMBANG  
TSUNAMI MENGGUNAKAN MODEL COMCOT  
PADA GEMPA PANGANDARAN JAWA BARAT  
TAHUN 2006**

SKRIPSI



Diajukan oleh:

**SISKA APRIMIA WATI**

NIM : 1808026024

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

### PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siska Aprimia Wati

NIM : 1808026024

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**ANALISIS PENJALARAN GELOMBANG  
TSUNAMI MENGGUNAKAN MODEL COMCOT  
PADA GEMPA PANGANDARAN JAWA BARAT  
TAHUN 2006**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 28 September 2022

Pembuat pernyataan



**SISKA APRIMIA WATI**  
**NIM : 1808026024**

# PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Analisis Penjalaran Gelombang Tsunami Menggunakan Model Comcot Pada Gempa Pangandaran Jawa Barat Tahun 2006**

Nama : Siska Aprimia Wati

NIM : 1808026024

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu fisika.

Semarang, 9 Oktober 2022

## DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Hartono, M. Sc  
NIP. 199009242019031006  
Penguji I,

Istikomah, M. Sc  
NIP. 199011262019032021

Pembimbing I,

Agus Sudarman, M. Si  
NIP. 1977082320091210011

Sekretaris Sidang,

Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd  
NIDN. 2020059201  
Penguji II,

Heni Sumarti, M. Si  
NIP. 199011262019032021

Pembimbing II,

Hartono, M. Sc  
NIP. 199009242019031006



## NOTA DINAS

### NOTA DINAS

Semarang, 23/09/2022

Yth. Ketua Program Studi Fisika  
Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. Wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Analisis Penjalaran Gelombang Tsunami  
Menggunakan Model Comcot Pada Gempa  
Pangandaran Jawa Barat Tahun 2006

Nama : **Siska Aprimia Wati**

NIM : 1808026024

Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb*

Pembimbing I,



**Agus Sudarmanto, M.Si**  
NIP : 197708232009121001

## NOTA DINAS

### NOTA DINAS

Semarang, 23/09/2022

Yth. Ketua Program Studi Fisika  
Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Analisis Penjalaran Gelombang Tsunami  
Menggunakan Model Comcot Pada Gempa  
Pangandaran Jawa Barat Tahun 2006

Nama : **Siska Aprimia Wati**

NIM : 1808026024

Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb*

Pembimbing II,



**Hartono, M.Sc**

NIP : 1990092420190311006

## ABSTRAK

Pemodelan tsunami merupakan suatu gambaran perjalanan gelombang tsunami yang telah terjadi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan Comcot sebagai *software* untuk menganalisis penjalaran tsunami di kabupaten pangandaran tahun 2006 dengan berkekuatan 7.7 Mw. Waktu tiba tsunami di Kabupaten Pangandaran lebih cepat dari pada data lapangan yaitu pada menit ke 12, dengan ketinggian run-up maksimum tsunami sebesar 8,6 meter dan waktu tempuh tsunami selama 38 menit. Perbedaan waktu tiba tsunami pada pemodelan yaitu 3 menit lebih cepat dari data lapangan, sedangkan untuk ketinggian run-up maksimum memiliki perbedaan 0,6 meter lebih tinggi dari hasil pemodelan. Untuk waktu tempuh tsunami 3 menit lebih lama dari data lapangan.

**Kata kunci : Comcot, GEBCO, Pangandaran, Tsunami**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan Karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **“Analisis Penjalaran Gelombang Tsunami Menggunakan Model Comcot pada Gempa Pangandaran Jawa Barat Tahun 2006”** yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Fisika. Keberhasilan penulisan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu didalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak ibu yang telah mendukung saya serta memberikan doa dan semangat untuk menggapai cita-cita.
2. Prof. Dr. Imam Taufik, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universita Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Agus Sudarmanto, M.Si selaku Ketua program studi Fisika Universita Islam Negeri Walisongo Semarang dan Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd selaku Sekertaris

program studi Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

5. Hartono, M.Sc dan Agus Sudarmanto, M.Si selaku dosen pembimbing di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan kepada kami selama proses penyusunan tugas akhir.
6. Muhamad Mahfud Muqoddas, S.Tr selaku pembimbing utama saat Kerja Praktik di Stasiun Geofisika Kelas III Banjarnegara.
7. Stasiun Geofisika Kelas III Banjarnegara yang telah memberikan data dan perangkat lunak untuk pemodelan tsunami.
8. Segenap dosen dan pegawai di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
9. Rekan-rekan Epsilon Fisika 2018 yang telah memberikan dukungan dan selalu kebersamai penulis dari semester 1 hingga semester akhir.
10. Rekan-rekan Geofisika 2018 yang telah membantu dalam pembelajaran dari semester 5 hingga semester akhir.

11. Segenap keluarga besar saya terutama tante yang selalu memberikan doa, masukan dan dukungan kepada saya.
12. Rekan-rekan terdekat saya yaitu Ayu dan Dewi yang selalu memberi dukungan dan doa dalam proses penyusunan tugas akhir.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam hal motivasi maupun tenaga yang tidak bisa ditulis satu persatu.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam penulisan laporan ini karena adanya keterbatasan wawasan dan pengetahuan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar lebih baik kedepannya, semoga laporan penelitian Tugas Akhir ini dapat berguna dan dimanfaatkan dengan baik sebagai referensi bagi yang membutuhkan serta menjadi sarana pengembangan kemampuan ilmiah bagi semua pihak yang bergerak dalam bidang Geofisika . Amin Ya Rabbal Alamin.

Semarang, September 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xv
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian .....	5
E. Batasan Masalah.....	6
BAB 2.....	7
KAJIAN PUSTAKA.....	7
A. Kajian Teori .....	7
1. Pengertian Tsunami .....	7
2. Kategori Tsunami .....	16
3. Parameter Tsunami.....	21
4. Waktu dan Kecepatan Pergerakan Tsunami .....	24
5. Prediksi Gempa bumi.....	24

6. Gempa Pangandaran .....	26
7. Software Comcot.....	28
8. Global Mapper .....	29
B. Kajian Pustaka.....	30
BAB III .....	33
METODOLOGI PENELITIAN.....	33
A. Jenis Penelitian .....	33
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
C. Alat dan Bahan .....	33
D. Sampel Penelitian .....	34
E. Prosedur Penelitian.....	37
BAB IV.....	42
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Hasil Penelitian.....	42
B. Pembahasan .....	48
BAB V .....	52
PENUTUP .....	52
A. Kesimpulan.....	52
B. SARAN .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Terjadinya Tsunami Akibat Erupsi Gunung Berapi.....	14
Gambar 2. 2 Tsunami yang Terjadi Akibat Longsor di Bawah Laut.....	15
Gambar 2. 3 Tsunami yang diakibatkan Jatuhnya Meteor.....	16
Gambar 2. 4 Pusat Gempa dan Tsunami Kabupaten Pangandaran 2006.....	17
Gambar 2. 5 Pusat Gempa Bumi di Sumatra Utara dan Negara-Negara Terken Dampak Tsunami pada 26 Desember 2004...	19
Gambar 2. 6 Ilustrasi dalam Tsunami.....	21
Gambar 3. 1 Tampilan Awal dari Website USGS.....	35
Gambar 3. 2 Tampilan Awal Website GEBCO.....	36
Gambar 3. 3 Tampilan Data batimetri.....	37
Gambar 3. 4 pembuatan layer dengan melakukan grid.....	38
Gambar 3. 5 memasukan kesesuai nilai grid.....	38
Gambar 3. 6 Memasukan input data kedalam comcot.....	39
Gambar 3. 7 Tampilan Layer 1 dari comcot.ctf.....	40
Gambar 3. 8 Tampilan saat Menjalankan File comcot.exe.....	40
Gambar 4. 1 Data Batimetri layer 1.....	42
Gambar 4. 2 Data Batimetri Layer 2.....	43
Gambar 4. 3 Data Batimetri layer 3.....	44
Gambar 4. 4 Data Batimetri Layer 4.....	45
Gambar 4. 5 Kondisi Awal Pergerakan Dasar Laut Akibat Adanya Tumbukan Lempeng.....	45
Gambar 4. 6 Keadaan laut pada menit ke 9.....	46
Gambar 4. 7 keadaan air laut pada menit ke 10.....	47
Gambar 4. 8 keadaan air laut pada menit ke 12.....	47
Gambar 4. 9 Ketinggian Maksimum Tsunami.....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Perangkat Lunak.....	34
Tabel 3. 2 Parameter Gempa .....	36
Tabel 4. 1 Data lapangan dan hasil pemodelan .....	49
Tabel 4. 2 ketinggian run-up tsunami.....	50

## DAFTAR SINGKATAN

BMKG	:	Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika
COMCOT	:	<i>Cornell Multi-grid Coupled Tsunami Model</i>
DEM	:	<i>Digital Elevation Model</i>
GEBCO	:	<i>General Bathymetric Chart of the Oceans</i>
M <sub>w</sub>	:	Maghnitudo
USGS	:	<i>United States Geological Survery</i>

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan tiga lempeng yaitu lempeng Eurasia, lempeng Australia, dan lempeng Pasifik, pada pertemuan antar lempeng lempeng tersebut terjadi tumbukan atau tabrakan sehingga lempeng bergerak satu sama lain, dengan berada di antara lempeng tersebut, membuat Indonesia rawan terjadi gempa bumi (BMKG, 2018).

Menurut BMKG tahun 2018 tsunami yang pernah terjadi di Indonesia antara lain tsunami Aceh tahun 2004, tsunami Mentawai tahun 2010, tsunami Palu tahun 2018, tsunami Pangandaran tahun 2006 yang di akan di analisis oleh penulis pada penelitian ini dan masih banyak tsunami lain yang pernah terjadi di Indonesia (BMKG, 2018)

Kabupaten Pangandaran memiliki pantai dan merupakan salah satu daerah yang diamati oleh BMKG sebagai daerah risiko tinggi bencana tsunami karena berada di garis pantai selatan yang berada diantara kedua lempeng dan riwayat gempa kuat terjadi disana, menurut catatan BMKG katalog tsunami Indonesia sejak tahun 1940 daerah ini tercatat sudah terjadi gempa kuat

seperti pada 21 Maret tahun 1940 berkekuatan sebesar 6.3 Mw, 7 September tahun 1974 sebesar 6.5 Mw, 24 Juli tahun 1979 6.9 Mw, 3 Maret tahun 2011 6.7 Mw, 13 Juni tahun 2013 6.7 Mw, selain itu ada gempa yang menyebabkan tsunami yaitu pada 11 September tahun 1921 dengan kekuatan 7.5 Mw dan terakhir pada 17 Juli 2006 (BMKG, 2018).

Gempa bumi kuat yang mengguncang Kabupaten Pangandaran seperti tsunami pada 17 Juli 2006 kemungkinan terjadi akibat adanya pergeseran kerak bumi, yang memiliki kekuatan gempa sebesar 7,7 Skala Richter yang terjadi di titik 9,41 Lintang Selatan dan 107,19 Bujur Timur dengan kurang dari kedalaman 30 Kilometer. Tsunami tidak hanya dapat disebabkan oleh gempa bumi yang berada dibawah laut. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh dampak manusia seperti tanah longsor yang berada di laut, letusan gunung berapi di dasar laut, akibat dari jatuhnya meteor tapi hal ini jarang terjadi atau adanya ledakan bom nuklir dilaut oleh perbuatan manusia (Dudley dan Lee, 2006).

Pada kasus tsunami Pangandaran 2006 ini penulis melakukan pemodelan sebagai gambaran terjadinya tsunami untuk mengetahui waktu tiba tsunami, dan ketinggian tsunami. Menurut BMKG dan PVMBG

ketinggian *Run-Up* tsunami di Kabupaten Pangandaran mencapai tinggi 8 meter (BMKG, 2018).

Pangandaran merupakan daerah yang diamati oleh BMKG karena pantai nya yang terletak di kawasan pantai selatan yang disana sering terjadi tumbukan antar lempeng dengan itu penulis memilih pantai Pangandaran sebagai titik lokasi pengamatan. Menurut PVMBG penyebab terjadinya gempa pangandaran tahun 2006 kemungkinan karena adanya aktivitas penunjaman Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia di selatan Jawa Barat. Riwayat gempa di Pangandaran tercatat sudah Pangandaran memiliki status waspada sehingga penjalaran tsunami ini diharapkan dapat sebagai acuan dan gambaran untuk masyarakat dan pemerintah(PVMBG,2018).

Pemodelan pada penjalaran gelombang tsunami memiliki berbagai jenis *software* seperti Tsunami L-2008, *TOAST (Tsunami Observation and Simulation Terminal)*, pemodelan ComMIT (*Community Model Interface for Tsunami*), COMCOT (*Cornell Multi-grid Coupled Tsunami Model*), dll.

Beberapa contoh penelitian yang menggunakan pemodelan Comcot yaitu tsunami di mentawai 25 oktober tahun 2010 penelitian ini mengenai analisis

pemodelan dan dampaknya kini terhadap pantai barat, (Mutmainah, H., dkk. 2016). Selanjutnya penelitian yang dilakukan mengenai analisis daerah jangkauan di Teluk Sumbreng Trenggalek (Redyansyah, R., dkk. 2017). Penelitian-penelitian tersebut memiliki perbedaan dengan yang dilakukan penulis yaitu pada penelitian ini lebih fokus untuk menganalisis perbandingan hasil pemodelan dengan data lapangan BMKG berupa waktu tiba tsunami dan ketinggian *run-up* maksimum tsunami sedangkan pada penelitian menganalisis dampak yang terjadi setelah terjadinya tsunami.

Pada penelitian ini digunakan data batimetri yang didapatkan pada GEBCO mempunyai jangkauan sebesar 15 *Arc-second* setara dengan 450 meter dengan adanya jangkauan yang rendah tersebut penulis tertarik untuk menganalisis kesesuaian pemodelan Comcot dengan data lapangan.

Pemodelan yang penulis lakukan pada penelitian ini menggunakan software berupa Comcot, pemodelan ini memiliki fokus pada data parameter dan data batimetri sebagai *input*, pemodelan yang digunakan Comcot berupa data batimetri dari GEBCO, dan *output* berupa waktu penjaralan tsunami dan ketinggian *run-up* tsunami.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan penjalaran gelombang tsunami menggunakan *software* COMCOT dengan data batimetri GEBCO di Pantai Pangandaran?
2. Bagaimana perbedaan dari hasil pemodelan tsunami Pangandaran menggunakan COMCOT dengan data lapangan?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian berdasarkan latar belakang dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pemodelan penjalaran gelombang tsunami menggunakan COMCOT di Pantai Pangandaran.
2. Untuk mengetahui perbedaan hasil dari pemodelan tsunami menggunakan COMCOT dengan data lapangan.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran tsunami yang terjadi di Kabupaten Pangandaran pada tahun 2006 dan perbedaan hasil pemodelan dengan data lapangan yang dipakai sebagai perbandingan.

## E. Batasan Masalah

Mengingat banyaknya masalah yang berpengaruh pada penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah penelitian di Kabupaten Pangandaran dengan dibatasi pada rentang kordinat  $7^{\circ} 19' 37''$  LS -  $8^{\circ} 25' 57''$  LS dan  $108^{\circ} 07' 45''$  LB -  $108^{\circ} 57' 40''$  LB.
2. Studi kasus yang digunakan menggunakan data parameter gempa di Kabupaten Pangandaran yang dapat diakses di *website* USGS dan data batimetri yang didapatkan dari *website* GEBCO.
3. Tsunami yang digunakan pada tahun 2006 dengan parameter gempa sebesar 7.7 Mw, Lon  $107.78^{\circ}$ , Lat -  $10.28^{\circ}$ , dengan kedalaman 20.000 meter, *strike*  $290^{\circ}$ , *Dip*  $10^{\circ}$ , *Slip/Rake Angel*  $102^{\circ}$ .
4. Pemodelan tsunami yang digunakan yaitu pemodelan COMCOT.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pengertian Tsunami**

Istilah tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti gelombang (*nami*) dan pelabuhan (*tsu*). Oleh karena itu, tsunami dapat diartikan sebagai rangkaian gelombang tiba-tiba yang disebabkan oleh gerakan kolom air yang bergerak secara vertikal. Penyebab terjadinya tsunami karena adanya aktivitas seismik, letusan gunung berapi, tanah longsor, benda jatuh dari angkasa dan munculnya meteor (Bryant, 2008).

Tsunami adalah fenomena alam yang terjadi karena ombak air laut setelah itu adanya gempa bumi dan gunung api yang meletus berada di dalam laut sehingga berakibat gempa laut. Tsunami tidak terlihat saat berada di tengah laut atau pantai, tetapi saat mencapai wilayah yang dangkal atau tidak terlalu dalam gelombang menghampiri pantai, ketinggian akan meningkat dan kelajuan akan menurun. Gelombang tersebut bergerak dari kejauhan, tidak dapat dirasakan oleh kapal laut saat melintas di laut, tetapi ketinggian gelombang mencapai 30 meter lebih ke daerah pesisir pantai (Yakub, Nanin 2009).

Gelombang tsunami termasuk kedalam penjalaran gelombang mekanik dan berdasarkan arah rambatnya tergolong pada gelombang transversal, gelombang ini merupakan jenis gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya (Kumparan, 2022).

Data batimetri menjelaskan mengenai ketinggian dasar laut hingga mencapai garis pantai, selanjutnya penelitian mengenai analisis data batimetri menjadi perumusan tambahan dalam aplikasi pembuat keputusan pada SOP (*Standard Operational Procedure*) *warning* tsunami menyatakan bahwa gempa bumi yang magnitudonya di atas 7 SR selaku akan berpotensi tsunami, faktor lain yang mempengaruhi tsunami adalah kondisi batimetri bawah permukaan dan gempa yang berpotensi tsunami ditentukan oleh bentuk topografi dari garis pantai. Gelombang tsunami akan menjalar ke arah pantai dan mengalami kenaikan amplitudo berbanding lurus dengan inundasi gelombang dari garis pantai (Setyonegoro, W., et al. 2012).

Tsunami dapat terjadi karena beberapa penyebab:

a. Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan salah satu penyebab terjadinya tsunami, yaitu peristiwa lepasnya energi gelombang seismik yang secara tiba-tiba terjadi. Pelepasan energi ini berakibat adanya deformasi pada lempeng tektonik di kerak bumi. Gempa bumi yang terjadi di Indonesia sering mengakibatkan kerusakan hampir 3 sampai 5 kali dalam satu tahun. Proses terjadinya gempa bumi terbagi atas dua, yaitu gempa tektonik dan gempa vulkanik, dua gempa ini sangat sering terjadi di Indonesia (Hartuti, 2009).

Gempa tektonik merupakan gempa yang terjadi akibat adanya tumbukan lempeng di lapisan litosfer kulit bumi oleh tenaga tektonik, sedangkan gempa vulkanik adalah gempa yang terjadi karena adanya letusan gunung berapi. Gempa ini dapat dirasakan di sekitar gunung sebelum meletus, saat meletus dan setelah terjadinya letusan. Berdasarkan jenisnya gempa bumi memiliki dampak bagi makhluk hidup, alam dan lingkungan sekitarnya, terdapat dua

dampak yaitu dampak gempa tektonik dan dampak gempa vulkanik (Hartuti, 2009).

Bencana gempa bumi bahkan tercatat di Al-Qur'an didalamnya terdapat petunjuk bagi umat manusia hingga kiamat, seperti halnya peristiwa gempa bumi yang dituliskan dalam Surah Al-Zalzalah ayat 1 yang berbunyi :

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زُلْزَالَهَا

Artinya: *"Apabila bumi digoncangkan dengan guncangan (yang dahsyat)"*.

Hidayatul Insan bin Tafsiril Qur'an/Ustadz Marwan Hadidi bin Musa, M.Pd.I Allah Subhaanahu wa Ta'aala memberitahukan tentang hal yang akan terjadi pada hari Kiamat, yaitu bahwa bumi akan digoncangkan dengan guncangan yang dahsyat sehingga bangunan-bangunan di atasnya runtuh semua. Demikian pula gunung-gunung dan perbukitan akan diratakan sehingga menjadi datar sama sekali. Gempa bumi memiliki beberapa dampak:

1. Dampak Gempa Tektonik

Gempa tektonik dibagi menjadi dua jenis dampak yaitu dampak gempa tektonik primer dan dampak gempa tektonik sekunder. Dampak tektonik

primer terjadi karena adanya gempa yang merugikan banyak orang seperti korban jiwa dan rusaknya bangunan. Sedangkan dampak dari gempa tektonik sekunder berupa tsunami, longsor, dll (Hartuti. 2009).

Gempa tektonik yang membuat terjadinya tsunami jika berkekuatan besar yaitu diatas 6,5 Skala Richter, dan berada di kedalaman kurang dari 70km di bawah permukaan laut, dan dapat membentuk pola gempa sesar yang terjadi di bawah laut bermula dari adanya gerakan vertikal yang terjadi pada lempeng di dasar laut yang berupa sesar atau patahan, sesar tersebut menyebabkan naiknya dasar laut dan mendorong volume air laut ke atas, setelah itu gelombang yang berada di bawah tersebut bergerak dengan kecepatan yang sangat tinggi sehingga dari bibir laut akan menghisap air laut, dan mengakibatkan adanya gerakan

gelombang raksasa menuju pantai (Hartuti. 2009).

Gelombang yang akan terbentuk bergerak dengan kecepatan cepat sehingga bisa mencapai hingga ratusan kilometer per jam dari tengah laut, hingga mendekat ke pesisir dan berubah menjadi sebuah gelombang tinggi yang memiliki kecepatan rendah namun dapat merusak bangunan, dan mampu menyeret apapun yang berada di depannya (Hartuti. 2009).

## 2. Dampak Gempa Vulkanik

Indonesia merupakan negara yang dihimpit dengan 2 lempeng yang saling bertabrakan yaitu lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara dan lempeng Pasifik yang ke arah Barat. Kecepatan pergerakannya 4-6 sentimeter pertahun, dengan begitu lempeng-lempeng yang berhimpitan akan saling bertabrakan dan menunjam daerah tengah kepulauan Indonesia, sehingga magma akan naik kepermukaan dan

membentuk pulau-pulau yang di kelilingi lautan. Lempeng yang berada di Utara kepulauan Indonesia yaitu lempeng Eurasia yang dapat menahan himpitan sehingga Indonesia berada di tengah-tengah dari himpitan tiga lempeng tersebut dan membuat reaktanya kerak bumi sehingga dapat memproduksi magma dan mengeluarkan panas. Retakan yang terjadi di kerak bumi akan lemah, membuat magma keluar dan membentuk gunung api (UN-ISDR, 2009).

Indonesia dikelilingi banyak gunung api yang membuat Indonesia sering mengalami bencana tsunami yang disebabkan oleh letusan gunung api yang terjadi di dalam laut atau di atas laut, seperti yang terjadi pada Desember 2018 di Selat Sunda karena terjadinya erupsi Gunung Anak Krakatau yang menyebabkan air laut naik ke daratan.



Gambar 2. 1 Proses Terjadinya Tsunami Akibat Erupsi Gunung Berapi

(Sumber: UN-ISDR,2009)

Proses terjadinya tsunami akibat erupsi gunung berapi seperti gambar, angka 1 menunjukkan terjadinya puncak gunung berapi, angka 2 menunjukan terjadinya gunung berapi yang sudah mulai runtuh ke tanah, angka 3 menunjukkan magma yang tidak lagi tertutup atau beratap, angka 4 terjadinya asap ledakan disisi gunung, sehingga puing-puing longsoran sudah bergerak menuju kearah laut yang ditunjukan oleh angka 5, selanjutnya angka 6 sudah memulai terjadinya proses tsunami dan

ombak-ombak mulai terlihat ke tepi pantai dan daratan yang ditunjukkan pada angka 7 (UN-ISDR, 2009).

b. Longsor

Lautan memiliki struktur yang mirip dengan daratan, seperti bukit atau adanya cekungan yang retan dengan longsor, di bawah laut dapat mengalami longsor yang disebabkan oleh gempa tektonik dan letusan gunung berapi, dengan adanya itu membuat getaran kuat sehingga menimbulkan terjadinya longsor dan tsunami (blog.ruang guru, 2018).



Gambar 2. 2 Tsunami yang Terjadi Akibat Longsor di Bawah Laut  
(Sumber: *blog.ruangguru.com*)

c. Jatuhnya Meteor

Tsunami bisa disebabkan oleh jatuhnya meteor tetapi jarang sekali terjadi bahkan belum pernah terjadi, tetapi dari penelitian yang

didapatkan mungkin saja hantaman meteor memiliki tekanan besar berdiameter lebih dari 1 km di lautan, maka dapat menyebabkan tsunami yang sangat dahsyat (blog.ruang guru, 2018).



Gambar 2. 3 Tsunami yang diakibatkan Jatuhnya Meteor  
(sumber: *blog.ruangguru.com*)

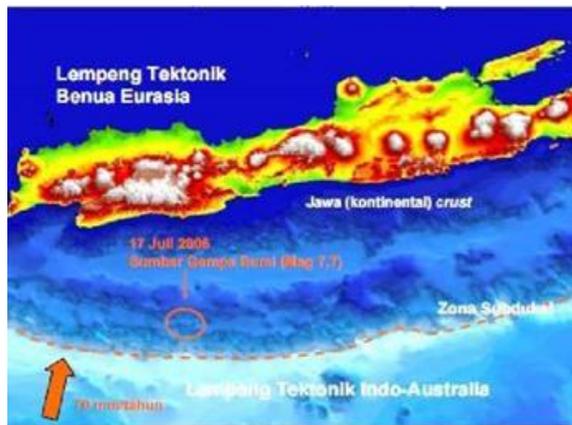
Tsunami akan terjadi karena adanya meteor jatuh ke dalam lautan yang memiliki tekanan dan diameter yang besar, jatuh ke dalam lautan yang membuat ombak mengalami benturan sehingga ombak akan naik hingga keluar dari batas normal air laut dan mengakibatkan terjadinya tsunami (blog.ruang guru, 2018)

## 2. Kategori Tsunami

Tsunami dibagi menjadi 2 bagian menurut Indonesia *Tsunami Early Warning System* (InaTEWS)

- a. Tsunami Jarak Dekat (*Near Field Tsunami*)

Tsunami jarak dekat atau di sebut sebagai tsunami lokal adalah tsunami yang terjadi berjarak sekitar 200 km dari dari pusat atau episentrum gempa bumi, episentrum bumi adalah titik permukaan bumi yang berada tepat di permukaan bumi di atas hiposentrum, sedangkan hiposentrum adalah titik dalam dimana bumi menjadi pusat atau titik gempa bumi (Rifwan, 2012).



Gambar 2. 4 Pusat Gempa dan Tsunami Kabupaten Pangandaran 2006  
(Sumber: Rifwan, Fitra. 2012)

Kategori tsunami jarak dekat dapat disebabkan oleh gempa bumi, longsor, dan meletusnya gunung. Tsunami jenis ini merupakan contoh tsunami pada kasus ini yaitu tsunami yang terjadi di selatan Pulau Jawa

pada 17 Juli 2006 tepatnya di Pangandaran yang menghantam sebagian besar Jawa Barat dan Jawa Tengah yang merugikan banyak orang dan memakan korban hingga 700 jiwa (Rifwan, 2012).

b. Tsunami Jarak Jauh (*Far Field Tsunami*)

Tsunami jarak jauh adalah tsunami yang jaraknya ratusan kilometer bahkan sampai ribuan kilometer dari pusat atau sumber yang berada di daerah pantai. Tsunami ini hampir sama dengan tsunami jarak dekat, hanya saja tsunami bisa menacapai pantai beberapa jam setelah pemicunya terjadi di lokasi yang sangat jauh, tsunami ini berawal dari jarak yang dekat sehingga berdampak pada kerusakan yang luas. Tsunami yang terjadi di seluruh lautan di akibatkan oleh gempa bumi yang besar contohnya tsunami yang terjadi di Aceh pada 26 Desember 2004, tsunami ini merupakan tsunami jauh yang tidak hanya terjadi di Aceh tetapi hingga melintasi Samudra Hindia dan menyebabkan kerusakan tidak hanya di Indonesia, tetapi juga Malaysia, Srilangka,

Thailand, India, dan pantai-pantai Timur Afrika (Rifwan, 2012).



Gambar 2. 5 Pusat Gempa Bumi di Sumatra Utara dan Negara-Negara Terken Dampak Tsunami pada 26 Desember 2004

(Sumber: Rifwan, Fitra. 2012)

Tinggi tsunami dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti:

1. Bentuk Pantai

Refleksi adalah transformasi suatu gelombang dengan adanya akibat perubahan geometri dasar laut, dimana adanya penyempitan akan terjadi konsentrasi yang lebih, sehingga munculnya gelombang di tempat itu akan membesar (Natawidjaja, 2007).

2. Kelandaian Pantai

Jarak jangkauan terjadinya tsunami ditentukan oleh terjal dan landainya morfologi pantai dimana jika pantai terjal

air laut atau tsunami tidak akan masuk ke daratan dan sebaliknya jika pantai landai air laut atau tsunami akan sangat mudah keluar dari garis pantai untuk menuju ke daratan. Bila tsunami sudah menjalar ke pantai maka akan adanya perubahan kecepatan, arah dan tinggi, suatu proses yang kompleks meliputi shoaling, refraksi, difraksi dan lain-lain (Natawidjaja, 2007).

3. Vegetasi Pantai dan Struktur Penghalang disekitar Pantai

Kekuatan vegetasi pantai sangat mempengaruhi kelajuan tsunami, misalnya jika hutan pada pantai semakin tebal dengan lebar 400 meter di hantam oleh tsunami dengan ketinggian 3 meter maka jangkauan run up tinggal 57%, tinggi genangan setelah melewati hutan menjadi 18%, arus yang tersisa hanya 2% (Natawidjaja, 2007).

4. Arah Gelombang Tsunami

Gelombang tsunami datang dengan arah yang tegak lurus dengan pantai

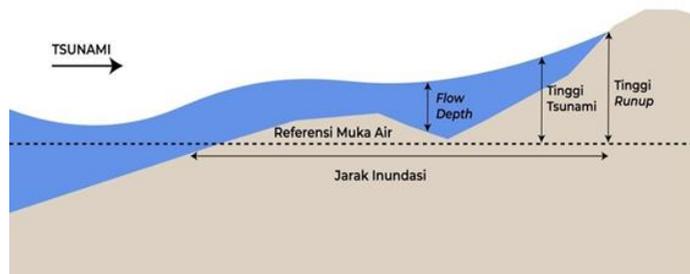
sehingga menyebabkan tinggi gelombang tsunami lebih tinggi dari gelombang tsunami dengan arah yang sejajar atau melalui sudut tertentu (Natawidjaja, 2007).

#### 5. Efek Pemantulan dari Pulau Lain

Gelombang tsunami terjadi tidak langsung dari sumbernya melainkan adanya pemantulan gelombang dari sekitar pulau yang terkena dampak tsunami (Natawidjaja, 2007).

### 3. Parameter Tsunami

Parameter tsunami adalah suatu komponen gelombang tsunami yang telah bertransformasi dari gelombang perairan dalam sampai gelombang tsunami saat masuk ke perairan dangkal (Behrens, et al, 2007 dalam Aprilia, 2008).



Gambar 2. 6 Ilustrasi dalam Tsunami

(Sumber: Ferreras,2000)

Gelombang tsunami akan mencapai garis pantai kemudian gelombang tersebut masuk ke daratan seperti gambar 2.6 sebagai berikut:

- a. Inundansi yaitu berupa jarak horizontal terjauh tsunami yang telah mencapai daratan dari bibir garis pantai.
- b. Tinggi *Run-up* yaitu tingginya tsunami yang berada pada titik inundasi maksimum dihitung dari referensi air laut atau titik tertinggi di daratan yang dapat dicapai oleh tsunami di ukur dari muka air laut.
- c. *Flow Depth* adalah ketinggian tsunami yang berada diatas daratan dari ketinggian topografi.
- d. Tinggi tsunami adalah tingginya gelombang tsunami maksimum yang diukur dari garis pantai
- e. *Mean Sea Level* (MSL) atau referensi muka air laut adalah rata-rata tinggi muka air laut dengan jangka waktu sangat lama (Fererras, 2000).

Tsunami dapat di bangkitkan dengan gempa (*tsunamigenic earthquake*) untuk menghasilkan perubahan bentuk di dasar laut harus gempa yang memiliki momen seismik yang besar dengan episenter yang dangkal. Magnitudo gempa digunakan dalam gempa yang memiliki skala besar, karena jika

magnitudo gempa di gunakan dalam skala kecil tidak akan cocok karena perpindahan pada slip nya relatif lebih kecil dan bahkan kurang signifikan (Madrinovella,2011).

Hubungan antara magnitudo gempa dengan momen seismik menurut persamaan

$$\log L = 0.58 M_w - 2.42 \quad (2.1)$$

$$\log W = 0.41 M_w - 1.61 \quad (2.2)$$

$$M_w = \frac{2}{3} [\log M_0 - 9.1] \quad (2.3)$$

$$\log M_0 = 1.5 M_w + 16.1 \quad (2.4)$$

(Wells and Coppersmith, 1994)

Keterangan:

$L$  : Panjang Sesar (km)

$W$  : Lebar Sesar (km)

$M_w$  ; Magnitudo Momen ( $M_w$ )

$M_0$  : Momen Seismik (N.m)

Parameter gempa memiliki hubungannya dengan pembentukan tsunami adalah momen seismik yaitu besaran yang digunakan untuk mengukur ukuran gempa , episentrum pusat gempa atau lokasi gempa yang t, kedalaman pusat gempa dan mekanisme fokus serta geometri sesar (Madrinovella,2011).

#### 4. Waktu dan Kecepatan Pergerakan Tsunami

Kecepatan tsunami berdasarkan teori dari Thorne Lay dan Terry C.Wallace kecepatan tsunami sama dengan akar dari perkalian antara percepatan gravitasi dan kedalaman laut.

$$v = \sqrt{gd} \quad (2.5)$$

$$\lambda = T v \quad (2.6)$$

Keterangan :

$d$  : kedalaman batimetri (m)

$T$  : periode gelombang (detik)

$g$  : percepatan gravitasi Bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$v$  : kecepatan gelombang tsunami (m/s).

$\lambda$  : panjang gelombang tsunami (m)

Gelombang tsunami yang menuju pantai akan mengalami transformasi gelombang dengan menurunnya kecepatan penjalaran dan terjadi pengurangan gelombang, sehingga tinggi gelombang akan menjadi besar (Madrinovella,2011).

#### 5. Prediksi Gempa bumi

Bencana gempa bumi merupakan suatu bencana yang tidak dapat dicegah dan terjadi secara tiba-tiba dan mengejutkan serta tidak dapat di perkirakan lokasi pusatnya, waktu terjadi dan kekuatan gempanya secara tepat dan akurat, namun gempa bumi dapat diprediksi kisaran waku yang

memungkinkan terjadi. Metode prediksi gempa bumi ada dua metode, yaitu:

a. *Short-range prediction* (prediksi waktu pendek)

Prediksi ini membutuhkan waktu yang relatif pendek dan meliputi

1. Memprediksi jangka waktu antara *fore shock* dan main shock atau *major shock* atau *major earthquake*.
2. Dari pengalaman sejarah gempa bumi di Jepang, Amerika, China dan Russia waktu ini bervariasi, ada yang 24 jam, ada yang lebih dari 1 bulan.
3. Kenyataannya banyak yang tidak berhasil.

b. *Long-range prediction* (prediksi waktu panjang) Prediksi ini membutuhkan waktu yang relatif lama dan meliputi :

1. Mempelajari interval bencana gempa besar pada waktu yang lalu (siklus).
2. Ternyata siklus ini tidak tepat sama seperti Hari Ulang Tahun Kemerdekaan RI atau ulang tahun seseorang yang sudah jelas saatnya (Noor, A. 2010).

Seseorang menyebutkan bahwa BMG memperkirakan, antara tahun 2002- 2010, Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta bagian selatan akan mengalami gempa tektonik bekekuatan 7-8 MMI (modified mercalli intensity) yang setara dengan 6 skala Richter (SR). siklus gempa ini berulang setiap 20-25 tahun (kompas,2001)

Warga masyarakat Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta harus bersiap diri menghadapi gempa 10 tahunan yang lebih dahyat dengan kekuatan 10 MMI= 7-8 SR. Gempa berskala 10 MMI terakhir pernah terjadi sekitar tahun 1910, sedangkan gempa 7-8 MMI terjadi pada tahun 1980-an. Ternyata gempa 27 Mei 2006 pukul 5.55 WIB, ini berskala 5.9 (BMG), 6.2(USGS) sesuai dengan prakiraan gempa 20-25 tahunan (Noor, A. 2010)

Dari pengalaman sejarah gempa, untuk hiposentrum yang sama, gempa susulan selalu lebih kecil kekuatannya dibandingkan dengan gempa utama. Kalau ada gempa yang besar pasti hiposentrumnya berada ditempat lain (Noor, Arief. 2010)

## **6. Gempa Pangandaran**

Pangandaran memiliki riwayat gempa yang tercatat oleh BMKG yaitu pada 3 Maret tahun 2011 dengan kekuatan 6.7 Mw, 13 Juni tahun 2013 dengan

kekuatan 6.7 Mw dan tsunami yang pernah terjadi pada 17 Juli tahun 2006 dengan kekuatan 7.7 Mw, pada 11 September tahun 1921 memiliki kekuatan 7.5 Mw. Tsunami yang terjadi pada tahun 2006 disebabkan karena adanya tumbukan antar lempeng yang terjadi disana menurut BMKG tsunami ini memiliki ketinggian *run-up* 8 meter dengan waktu tiba pada menit ke 15 memiliki waktu tempuh selama 35 menit, tsunami ini menyebabkan 6 Kecamatan di Kabupaten Pangandaran terendam tsunami yaitu Kecamatan Cijulang, Kecamatan Cimerak, Kecamatan Pangandaran, Kecamatan Sidamulih, Kecamatan Kalipancung dan Kecamatan Parigi. Kecamatan yang terkena dampak pada tsunami ini memiliki ketinggian *run-up* tsunami yang berbeda-beda, pada Kecamatan Kalipancung memiliki tinggi *run-up* 7,1 meter, Kecamatan Kalipancung memiliki ketinggian 7,8 meter, sedangkan untuk Kecamatan lainnya seperti pada Sidamulih memiliki ketinggian *run-up* sebesar 2,7 meter dan untuk Kecamatan Pangandaran memiliki ketinggian 5,8 meter (BMKG,2019).

Tsunami di Pangandaran ini menimbulkan kerusakan bangunan dan korban jiwa di wilayah pantai selatan jawa, kerusakan rumah paling parah tercatat di

Kecamatan Cimerak yaitu lebih dari 400 rumah hancur total, sedangkan di Kecamatan Pangandaran tercatat lebih dari 200 rumah hancur total. Korban jiwa tertinggi terdapat di wilayah Kecamatan Pangandaran yaitu 137 orang meninggal diikuti Kecamatan Cimerak sebanyak 97 orang meninggal. Di kedua kecamatan tersebut juga banyak korban yang luka parah atau ringan dan hilang dalam peristiwa tersebut (WFP dan LAPAN, 2006)

## 7. **Software Comcot**

Comcot (*Cornell Multi grid Coupled Tsunami model*) adalah pemodelan yang dikembangkan untuk mempelajari mengenai tsunami termasuk pembangkitnya, run-up dan genangan tsunami. Model ini menggunakan skema yang dimodifikasi untuk menjelaskan variasi skala panjang tsunami selama evolusinya di wilayah yang berbeda. Berbagai mekanisme pembangkitan tsunami juga telah dikembangkan secara berurutan untuk menyelidiki tsunami dari berbagai sumber. Comcot telah dikembangkan dan di validasi sejak awal 1990-an di Cornell University, Amerika Serikat. Versi terbarunya telah dikembangkan oleh Dr. Xiaoming Wang di Institute of Geological & Nuclear Science (GNS Science), Selandia Baru. Pemodelan ini berfokus pada

konfigurasi parameter, persiapan data, input dan output model sekaligus menggambarkan secara rinci bagaimana simulasi tsunami. *Input* data yang diperlukan yaitu berupa data parameter dan batimetri, *output* comcot berupa waktu penjalaran tsunami, ketinggian tsunami ( X. wang, 2011).

## 8. **Global Mapper**

Global Mapper merupakan software yang terjangkau atau mudah digunakan untuk melakukan pemetaan selain itu Global Mapper juga digunakan untuk mengolah citra satelit atau pun data peta seperti peta scan yang digunakan untuk menampilkan 3D *view* atau data topografi yang bersifat *Digital Elevation Model* (DEM), mampu juga mencetak, melacak GPS, mengakses database seluruh TerraServer citra satelit (Garudacyber, 2018).

Global Mapper tidak hanya sebagai perangkat serbaguna tetapi memiliki fungsi perhitungan area dan jarak, melihat elevasi, perhitungan garis, serta memiliki kemampuan pembuatan kontur dari data permukaan, analisis tampilan arah alirandari data permukaan, serta triangulasi dan melakukan data titik 3D (Garudacyber, 2018).

Keunggulan Global Mapper adalah banyak nya format file yang tersedia sehingga banyak orang yang

menggunakan dengan latar belakang yang berbeda dan kegunaan yang berbeda-beda, tidak hanya itu ada beberapa keunggulan Global Mapper lainnya seperti:

- a. Dapat melakukan perhitungan jarak, luas dengan akurat
- b. Dapat menghemat waktu untuk melakukan tugas yang berulang-ulang dengan menggunakan fungsi bahasa script yang built-in dan konversi batch secara menyeluruh.
- c. Melakukan dengan mudah melacak perangkat GPS yang port serial nya telah terhubung dengan data apapun yang di upload, dapat menandai *waypoint* tanpa adanya sambungan, serta dapat merekam log pelacakan.
- d. Dapat dengan cepat menetapkan interval kontur.
- e. Menyimpan file dengan mudah hingga dapat merubah jenis file dengan cepat seperti PNG, JPG, ASC, atau (Geo) TIFF.
- f. Kemampuan mengakses berbagai data citra, topografi, dll ke berbagai sumber secara online (Geosai, 2020).

## **B. Kajian Pustaka**

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan indeks pemodelan penjararan tsunami diantaranya yaitu:

1. Mutmaimah, H. (2016) pemodelan menggunakan Comcot v1.7 dengan sumber parameter yang didapatkan dari *website* USGS dengan kekuatan gempa sebesar 7.7 Mw didapatkan kondisi awal tsunami dan nilai  $z_{max}$  atau tinggi *run-up* maksimum adalah 4,6 meter, simulasi ini dilaporkan mencapai pesisir pulau Pagai Utara dalam kurun waktu 16 menit 40 detik setelah gempa terjadi. Terdapat gambar yang menunjukkan hilangnya kawasan mangrove yaitu A seluas 1.633m, B seluas 6.457 m, C seluas 2.375 m, dan D seluas 1565 m, dengan luas total yaitu 12.030 m atau dengan 1,2 Hektar.
2. Yuniansyah, I. (2018) pada pemodelan ini menggunakan *software* Flow 3D, penelitian yang dilakukan menggunakan data batimetri dari *software* GEBCO di dapatkan titik pusat pembangkit tsunami setelah itu membuat workspace lalu dilakukan *setting input* model, lalu dilakukan pemodelan menggunakan Topo2STL untuk mengubah file stl, lalu dibuka menggunakan Flow 3D untuk memasukan parameter, dilakukan running data sehingga didapatkan hasil 3 dimensi dan grafik elevasi gelombang terhadap waktu. Selain itu dilakukan mitigasi tsunami didapatkan

ketinggian topografi kondisi bandara dan kondisi eksisting.

3. Ramadhan Priadi, dkk. (2020). Pemodelan ini menggunakan software comMit dengan parameter *strike* 290°, *dip* 10°, dan *rake* 102° dengan *slip* mengarah kearah utara barat laut dengan nilai maksimum sebesar 1,7 meter dan didapatkan wilayah inundasi 0,32 km. Pada penelitian menggunakan software comMit menghasilkan inundansi dan *run-up* yang lebih kecil dari data lapangan.

Dalam penelitian yang penulis lakukan pemodelan tsunami pangandaran tahun 2006 dengan menggunakan *software* utama berupa comcot dan octave untuk menghasilkan citra dan berfokus pada data ketinggian maksimum, waktu tiba tsunami, tinggi *run-up* dengan membandingkan hasil pemodelan dan data lapangan yang diperoleh dari BMKG dan PVMBG.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif, dengan data sekunder. Data yang digunakan adalah data gempa pada 17 Juli 2006 di Pantai Pangandaran, dan data batimetri yang digunakan didapatkan dari website *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO) <https://www.gebco.net/> dan *United States Geological Survey* (USGS) <https://earthquake.usgs.gov/>

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Proses pengambilan data dan pengolahan data pada penelitian ini dilakukan pada 13 Agustus 2021 di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Banjarnegara yang kemudian dilanjutkan di Laboraturium Geofisika Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang pada 20 Mei 2022.

#### **C. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 3. 1 Perangkat Lunak

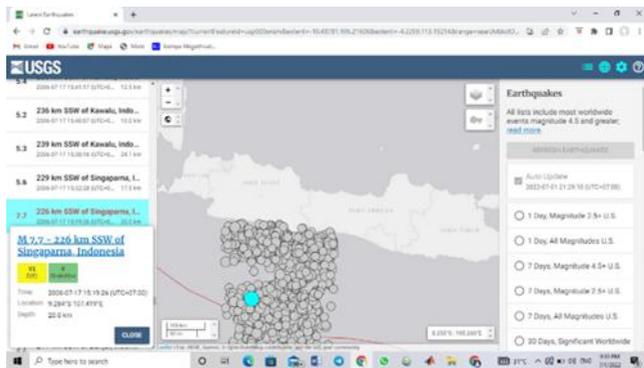
No	Perangkat Lunak	Fungsi	Ekstensi File
1.	Comcot v1.7	Untuk program pemodelan tsunami	* exe
2.	Global Mapper	Untuk pembuatan titik fokus dan layer pemodelan tsunami	* exe
3.	Octave	Untuk menampilkan hasil citra dari comcot.exe	* exe
4.	Ms.Exel	Untuk menghitung input parameter gempa dengan persamaan Well and Coppersmith	* exe
5.	Wordpad	Untuk mengedit atau mengubah parameter	* exe
6.	Video Editor	Untuk menggabungkan hasil gambar dan dijadikan video gelombang tsunami	* exe

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini yaitu perangkat komputer atau laptop berupa *Asus BL3J725H* dengan prosesor *Intel(R) Celeron(R) N4000 CPU @ 1.10GHz*

#### D. Sampel Penelitian

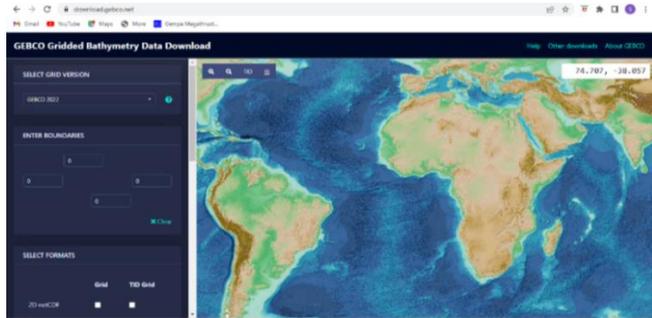
Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengumpulan data sebagai *input* nilai untuk pemodelan tsunami berupa data parameter, dan data batimetri. Data parameter

merupakan nilai yang didapatkan sebagai acuan, informasi yang dianggap dapat menjelaskan batas-batas atau bagian tertentu pada pengolahan data, data parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter gempa yang berupa kekuatan gempa ( $M_w$ ), kedalaman gempa (*Depth*), *strike*, *dip*, *slip* didapatkan dari *website* USGS yang merupakan informasi gempa bumi yang tercatat di seluruh dunia, dan data batimetri menggambarkan perairan serta kedalaman yang mencakup tinggi rendahnya dasar laut, data ini didapatkan dari *website* GEBCO dengan cara mendownload data tersebut.



Gambar 3. 1 Tampilan Awal dari Website USGS  
(Sumber: <https://earthquake.usgs.gov/>)

Gambar 3.1 merupakan tampilan awal pada *website* untuk mendownload data parameter gempa berupa kedalaman, kekuatan, maupun lokasi titik gempa yang akan digunakan pada pemodelan.



Gambar 3. 2 Tampilan Awal Website GEBCO

(Sumber: <https://download.gebco.net/>)

Gambar 3.2 merupakan tampilan awal untuk mendownload data batimetri yang nantinya akan dilakukan pembuatan layer menggunakan *software Global Mapper* sebagai *input* data pada pemodelan.

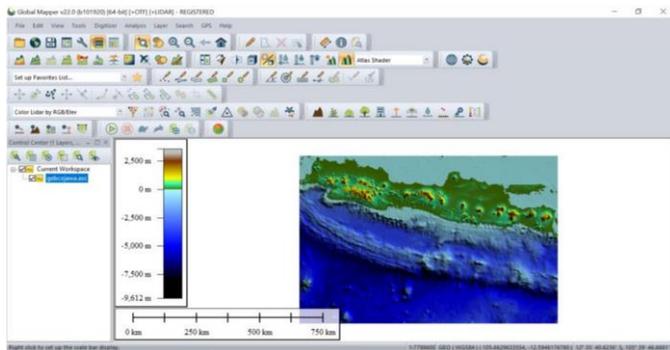
Tabel 3. 2 Parameter Gempa

<b>Parameter Gempa</b>	
<i>Magnitude</i>	7.7 Mw
Lon	107.78°
Lat	-10.28°
<i>Dept</i>	20.000 meter
<i>Strike</i>	290°
<i>Dip</i>	10°
<i>Slip/Rake Angel</i>	102°

Tabel 3.2 merupakan data parameter gempa yang didapatkan dari *website* USGS, data ini lah yang akan dimasukkan kedalam *software* Comcot.

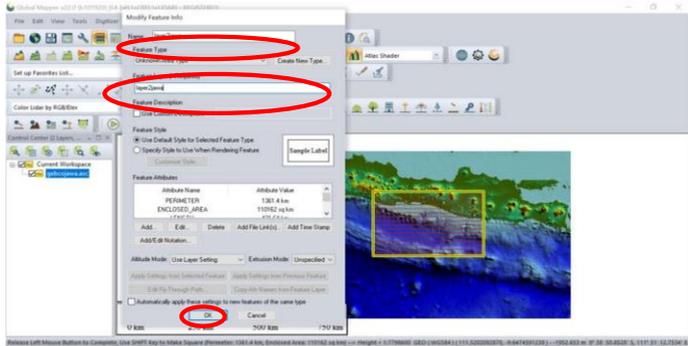
## E. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan *input* data seperti parameter gempa dan data batimetri yang akan dimasukkan kedalam software Comcot, parameter gempa yang didapatkan di *website* <https://earthquake.usgs.gov/> berupa kedalaman gempa, kekuatan gempa, *dip*, *slip*, *strike*. Selanjutnya dengan mendownload data batimetri yang mencakup tinggi rendahnya perairan dasar laut di *website* <https://www.gebco.net/>.



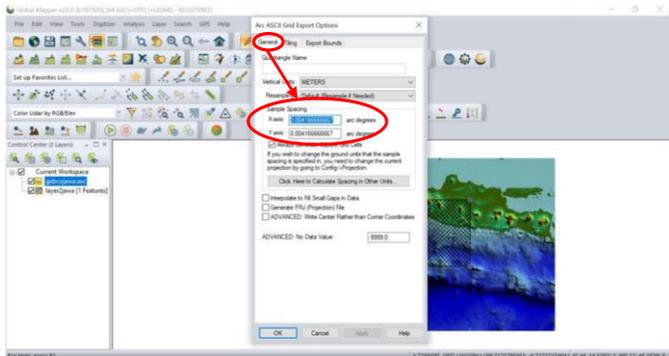
Gambar 3. 3 Tampilan Data batimetri

Setelah data batimetri didapatkan selanjutnya adalah pembuatan layer dengan cara membuka *file* hasil *downloadan* pada *software* Global Mapper seperti gambar 3.3.



Gambar 3. 4 pembuatan layer dengan melakukan grid

Gambar 3.4 pembuatan layer dengan ketentuan  $grid/pixel = 1/3$  layer 1 dengan klik *Digitizer Tool*, klik oke lalu klik *Create Rectangle/Square Area Feature*, klik oke. Setelah itu klik kiri sambil geser daerah mana yang ingin dibuat layer, dan muncul kotak dialog *Modify Future* beri nama baru dengan mengisi bagian *Name* dan *Feature Layer*, klik oke.



Gambar 3. 5 memasukan kesesuaian nilai grid

Pada gambar 3.5 untuk memasukan perhitungan Layer 2 yang memiliki ketentuan grid/pixel = 1/3 layer 1, maka:

$$\begin{aligned} \text{nilai arc degrees layer 2} &= 1/3 (\text{arc degrees layer 1}) \\ &= 1/3 (0,004166666667) \\ &= 0,001388888889 \end{aligned}$$

Setelah itu save layer beri nama pada file tersebut. Untuk melihat *latitude* dan *longitude* yang nanti nya akan dimasukan ke dalam *software* Comcot dengan cara klik metadata.

```

=====
# Parameters for Fault Model (Segment 01)      :Values      |
=====
Number of FLT Planes (use fault_multi.ctf if>1):          1
Rupture Start Time(,Uplift Duration) (seconds):          0.0
Faulting Option (0:Model-C; 1:Data; 9:Model-T) :           9
Focal Depth (meters):                                   30000.00
Length of Fault Plane (meters):                         100000.00
Width of Fault Plane (meters):                          50000.00
Dislocation of Fault Plane (meters):                   10.00
Strike Angle (theta) (degrees):                         300.00
Dip Angle (delta) (degrees):                           20.00
Slip/Rake Angle (lamda) (degrees):                     90.00
Origin of Numerical Domain: Latitude (degrees):         11.0
Origin of Numerical Domain: Longitude (degrees):        101.0
Epicenter Location: Latitude (degrees):                 -7.480
Epicenter Location: Longitude (degrees):                104.040
File Name of Input data : usgs_finitefault2_c
Data Format (0=COMCOT,1=MOST,2=XYZ,3=ASC) :             2
=====

```

Gambar 3. 6 Memasukan input data kedalam comcot

Untuk memasukan *input* data pada *software* Comcot, pada gambar 3.6 terdapat garis hijau untuk memasukan parameter gempa, dan pada garis merah tidak untuk diubah.

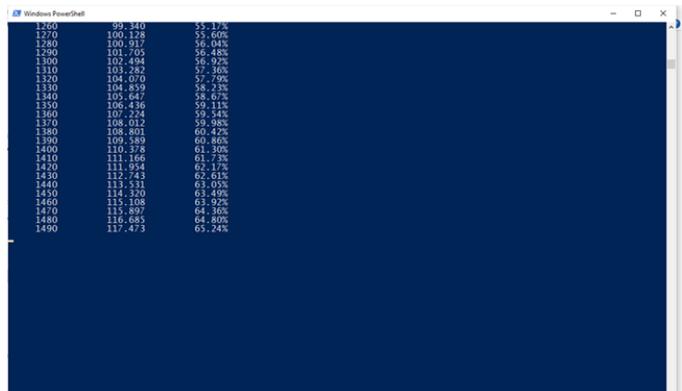
```

=====
# Parameters for 1st-level grids -- layer 01 :Values |
=====
-Run This Layer? (0:Yes, 1:No) : 0
-Coordinate System (0 Spherical, 1 Cartesian) : 0
-Governing Equations (0 linear, 1 nonlinear) : 0
-Grid Size (dx, sph:minutes, Cart:meters) : 1.0
-Time Step Size (seconds) : 5.0
-Bottom Friction Switch (0 ON;1 OFF;2 ON,Var.n) : 1
-Manning's n (for Eric.Switch=0), (land, water) : 0.013
-Output Option? (0-2+Hu+Iv; 1-2 Only; 2-NONE) : 2
X_start : 106.0
X_end : 114.0
Y_Start : -11.0
Y_end : -6.0
File Name of Bathymetry Data : gebcojawa.asc
Format (0 OLD;1 MOST;2 XYZ DP;3 XYZ DN;4 ASC) : 4
Grid Identification Number (ID) : 01
Grid Level : 1
Parent Grid Layer's ID Number : 0
=====

```

Gambar 3. 7 Tampilan Layer 1 dari comcot.ctl

Pada gambar 3.7 untuk memasukan titik kordinat berupa *longitude* dan *latitude* pada file data batimetri yang didapatkan dari *software* Global Mapper.



```

1260 99.340 55.175
1270 100.128 55.606
1280 100.317 56.045
1290 101.705 56.485
1300 102.494 56.925
1310 103.282 57.365
1320 104.070 57.805
1330 104.859 58.245
1340 105.647 58.685
1350 106.436 59.125
1360 107.224 59.565
1370 108.012 59.985
1380 108.801 60.425
1390 109.589 60.865
1400 110.378 61.305
1410 111.166 61.745
1420 111.954 62.185
1430 112.743 62.625
1440 113.531 63.065
1450 114.320 63.505
1460 115.108 63.945
1470 115.897 64.385
1480 116.685 64.825
1490 117.473 65.265

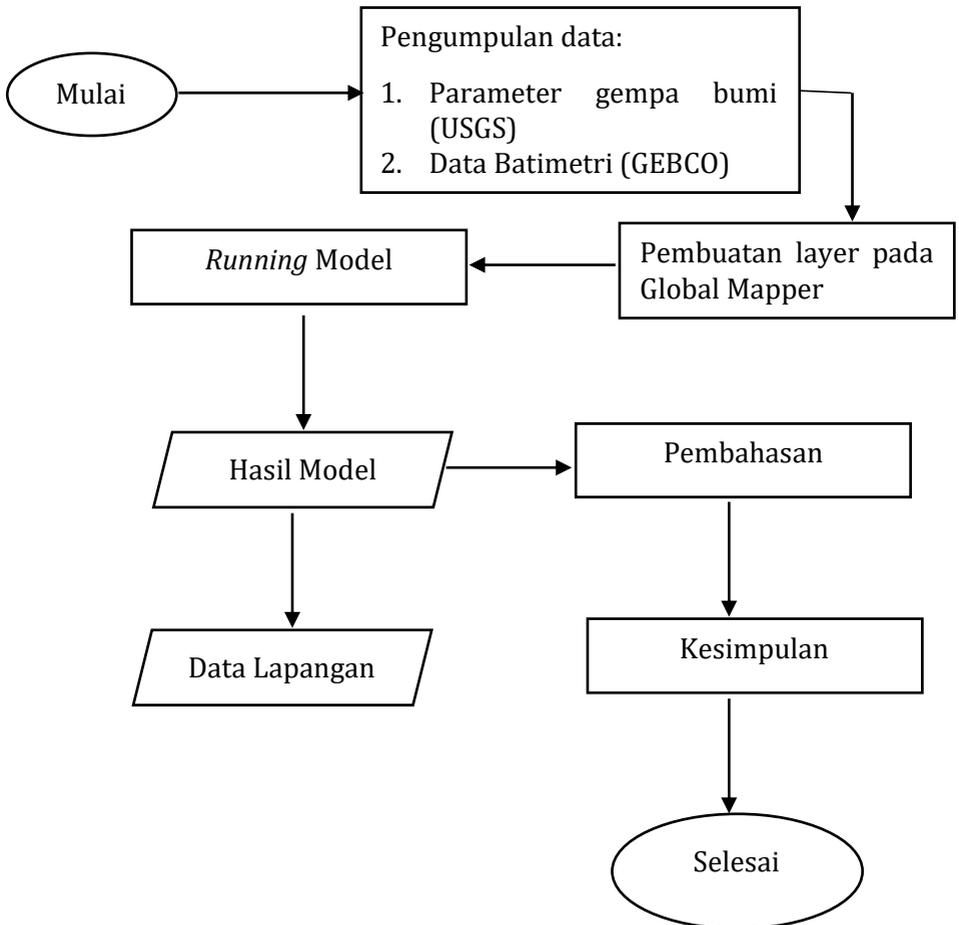
```

Gambar 3. 8 Tampilan saat Menjalankan File comcot.exe

Selanjutnya adalah menjalankan program comcot.exe seperti gambar 3.8 lalu tunggu hingga selesai. Setelah itu

untu menampilkan hasil data yang didapatkan dengan melakukan plot menggunakan *octave.exe*.

Setelah hasil gambar pemodelan didapatkan dari hasil tersebut di buat pembanding dengan data lapangan yang diperoleh dari BMKG dan PVMBG.



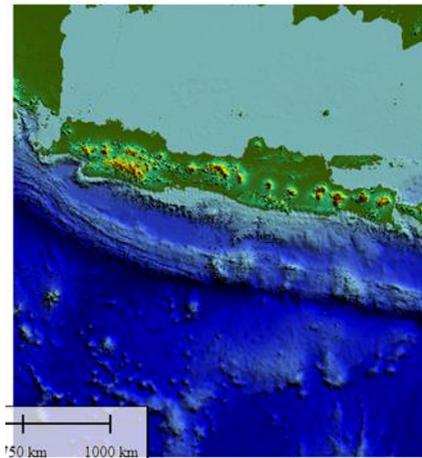
Gambar 3. 9 Diagram alir penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

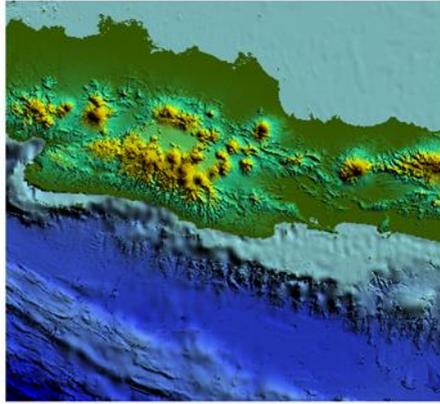
#### A. Hasil Penelitian

Pemodelan pada penelitian ini dilakukan pembuatan layer pada *software* Goba Mapper yang digunakan sebagai *input* data pada *software* Comcot.



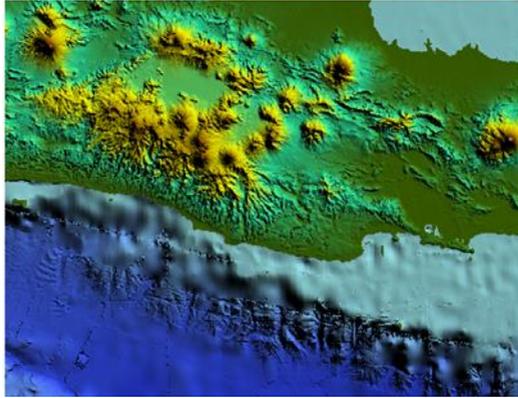
*Gambar 4. 1 Data Batimetri layer 1*

Gambar 4.1 merupakan hasil layer 1 yang didapatkan dari website GEBCO dan memiliki luas permukaan 1509003 Km memiliki titik koordinat  $3^{\circ} 02' 07''$  LS -  $14^{\circ} 35' 22''$  LS dan  $104^{\circ} 38' 07''$  LB -  $115^{\circ} 18' 37''$  LB memiliki jangkauan luas yaitu Pulau Jawa, dari layer 1 ini akan menjadi bahan untuk pembuatan layer selanjut nya.



Gambar 4. 2 Data Batimetri Layer 2

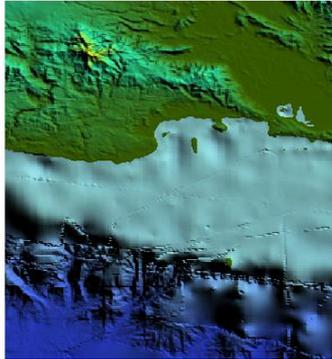
Gambar 4.2 merupakan hasil dari layer 2 yang didapatkan dari ketentuan grid pada *software* Global Mapper yang memiliki luas 157725 Km dengan titik koordinat  $5^{\circ} 47' 56''$  LS -  $9^{\circ} 12' 26''$  LS dan  $106^{\circ} 12' 33''$  LB -  $109^{\circ} 23' 37''$  LB pada layer ini memiliki jangkauan daerah Provinsi Jawa Barat seperti Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Garut, Kabupaten Pangandaran, hingga Provinsi Jawa Tengah yaitu Kabupaten Cilacap. Setelah didapatkan layer 2 selanjutnya titik kordinat dimasukan ke dalam *comcot.ctl* untuk proses *running* model.



Gambar 4. 3 Data Batimetri layer 3

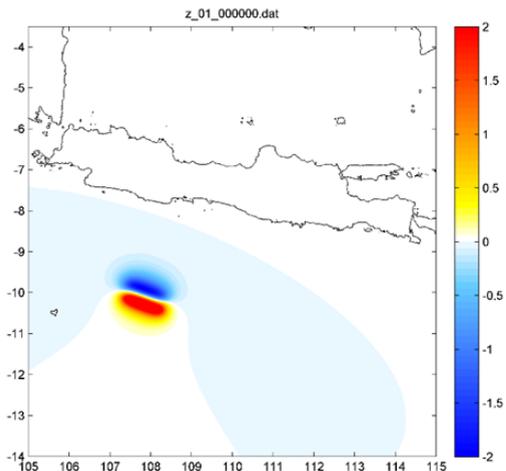
Gambar 4.3 menunjukkan data batimetri layer 3 yang di dapatkan dari proses pelayaran menggunakan software Global Mapper, setelah itu sama dengan layer 1 dan 2 titik kordinat dimaskuan kedalam comcot.ctl.

Pada pembuatan layer dilakukan *grid* hingga fokus pada daerah Kabupaten Pangandaran yang ingin diteliti oleh penulis. Layer 3 ini memiliki luas 58728 Km mencakup sebagian Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Pangandaran hingga sebagian Kabupaten Cilacap, yang memiliki titik koordinat  $6^{\circ} 34' 10''$  LS -  $8^{\circ} 28' 33''$  LS dan  $106^{\circ} 45' 59''$  LB -  $109^{\circ} 16' 22''$  LB.



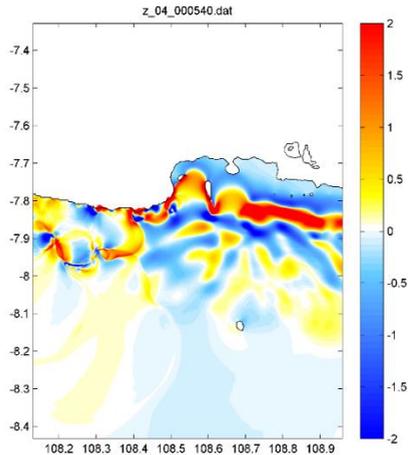
*Gambar 4. 4 Data Batimetri Layer 4*

Gambar 4.4 merupakan layer terakhir yang dilakukan pemodelan dengan luas 11291 Km, pada layer ini mencakup lokasi Kabupaten Pangandaran, dan akan terlihat lebih jelas naiknya air laut ke daratan, pada layer 4 ini yang didapatkan titik koordinat  $7^{\circ} 19' 37''$  LS -  $8^{\circ} 25' 57''$  LS dan  $108^{\circ} 07' 45''$  LB -  $108^{\circ} 57' 40''$  LB.



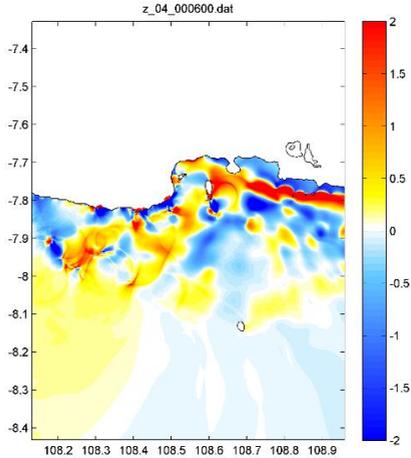
*Gambar 4. 5 Kondisi Awal Pergerakan Dasar Laut Akibat Adanya Tumbukan Lempeng*

Gambar 4.5 menunjukkan kondisi awal terjadinya gempa Pangandaran pada 17 Juli 2006 pukul 8:20:38 GMT atau pada 15:20:38 berkekuatan 7.7 Mw. Gambar ini merupakan kondisi *land subsidence* (fenomena terjadinya penurunan tanah), pada saat ini pemodelan awal dimulai dengan waktu 00 detik.



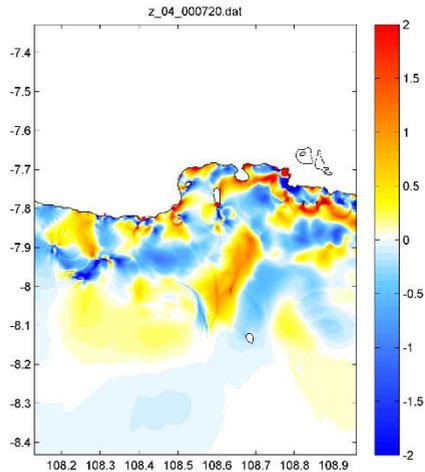
Gambar 4. 6 Keadaan laut pada menit ke 9

Pada Gambar 4.6 saat menit ke 9 air laut sudah sampai dan melewati garis pantai hingga terus menghantam sebagian pesisir pantai kawasan Garut Selatan bahkan pada menit ini tsunami sudah terjadi, tetapi belum sampai pada Kabupaten Tasikmalaya dan Pangandaran.



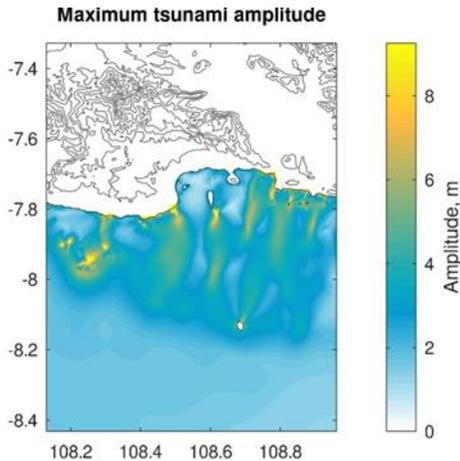
Gambar 4. 7 keadaan air laut pada menit ke 10

Pada gambar 4.7 menit ke 10 air laut sudah sampai pada pesisir pantai Selatan Tasikmalaya hingga melewati garis pantai dan tsunami mulai menerjang sebagian daerah di dekat pesisir pantai.



Gambar 4. 8 keadaan air laut pada menit ke 12

Gambar 4.8 air laut sudah mulai naik dan melewati garis pantai pesisir Selatan Pangandaran pada saat menit ke 12 lah tsunami di Pangandaran terjadi.



Gambar 4. 9 Ketinggian Maksimum Tsunami

Pada gambar 4.9 menunjukkan ketinggian run-up maksimum tsunami pada gempa Pangandaran tahun 2006 dengan ketinggian 8,6 meter, dengan waktu tempuh selama 38 menit.

## B. Pembahasan

Pemodelan penjalan tsunami di pantai Pangandaran didapatkan hasil ketinggian *run-up* maksimum yaitu 8,6 meter dengan waktu tiba 12 menit setelah gempa terjadi, dengan waktu tempuh selama 38 menit. Pada pemodelan ini terlihat pada menit-menit awal

terjadinya tsunami, bahwa air terus menjaral ke pesisir pantai.

Tabel 4. 1 Data lapangan dan hasil pemodelan

	Data Lapangan	Hasil Pemodelan
Waktu tiba tsunami	Menit ke 15	Menit ke 12
Ketinggian run-up Maksimum	8 meter	8.6 meter
Waktu tempuh	35 menit	38 menit

Data lapangan yang didapatkan dari BMKG (2018) yaitu waktu tiba tsunami di Kabupaten pangandaran memiliki waktu 15 menit setelah gempa sedangkan waktu tiba yang didapatkan dari hasil pemodelan adalah 12 menit. Ketinggian run-up pada data lapangan di dapatkan hasil maksimum yaitu 8 meter sedangkan pada hasil pemodelan memiliki perbedaan yaitu 8,6 meter. Menurut BMKG waktu tempuh tsunami berkisar 35 menit sedangkan dari hasil pemodelan lebih lama yaitu 38 menit.

Pada titik kordinat  $7^{\circ} 42' 01''$  LS dan  $108^{\circ} 39' 29''$  LB sebagai titik terakhir hasil pemodelan penjalaran tsunami di Kecamatan Pangandaran yaitu desa Pananjung menunjukan lokasi yang terkena gelombang

tsunami, menurut data lapangan (liputan 6, 2006 ) daerah ini tidak terdampak bencana tsunami, dengan begitu hasil yang didapatkan pada pemodelan ini sedikit berbeda dengan hasil yang ada. Menurut BMKG terdapat 6 Kecamatan yaitu Kec. Pangandaran, Kec. Cijulang, Kec. Parigi, Kec. Cimerak, Kec. Sidamulih, dan Kec. Kalipancung yang terdampak tsunami.

Tabel 4. 2 ketinggian run-up tsunami

Nama Kecamatan	Data Lapangan	Hasil Pemodelan
Kalipancung	7,1 meter	$\pm 7$ meter
Pangandaran	5,8 meter	$\pm 4$ meter
Sidamulih	2,7 meter	$\pm 3$ meter
Cijulang	7,8 meter	$\pm 8$ meter

Genangan tsunami pada pemodelan Comcot di wilayah Kecamatan Kalipancung memiliki rendaman tsunami yang relatif tinggi dengan ketinggian  $\pm 7$  meter sementara di data lapangan adalah 7,1 meter, Kecamatan Pangandaran pada pemodelan memiliki ketinggian  $\pm 4$  meter sementara pada data lapangan memiliki relatif yang tinggi yaitu 5,8 meter, selain itu ada Kecamatan yang memiliki rendaman tsunami relatif rendah yaitu Kecamatan Sidamulih dan Kecamatan Parigi pada hasil pemodelan memiliki ketinggian  $\pm 3$

meter sedangkan pada data lapangan didapatkan ketinggian sebesar 2,7 meter, tidak hanya itu menurut data lapangan Kecamatan Cijulang memiliki rendaman tsunami yang tidak berbeda jauh dengan Kecamatan Kalipancung yang sama-sama mempunyai ketinggian yang relatif tinggi yaitu 7,8 sedangkan pada pemodelan  $\pm 8$  meter, dengan hasil ketinggian tersebut bahwa pada pemodelan menggunakan comcot memiliki perbedaan yang relatif kecil dengan data lapangan karena data batimetri dari GEBCO memiliki resolusi yang besar yaitu 15 Arc-second sehingga hasil detail pemodelan kurang akurat untuk dijadikan acuan mitigasi, tetapi untuk resolusi pada GEBCO sudah memiliki perbedaan yang kerelatifannya kecil.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil pemodelan menggunakan Comcot dapat diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Pemodelan penjalaran gelombang tsunami menggunakan software COMCOT dengan data batimetri GEBCO di Pantai Pangandaran didapatkan hasil penjalaran tsunami dengan waktu tiba di Kabupaten Pangandaran lebih cepat dari pada data lapangan yaitu pada menit ke 12, dengan ketinggian run-up maksimum tsunami sebesar 8,6 meter dan waktu tempuh tsunami selama 38 menit yang menerjang 6 Kecamatan yaitu Kec. Pangandaran, Kec. Cijulang, Kec. Parigi, Kec. Cimerak, Kec. Sidamulih, dan Kec. Kalipancung.
2. Hasil pemodelan dengan data lapangan terdapat perbedaan pada ketinggian *run-up* tsunami, hasil yang didapatkan tidak sama tetapi masih memiliki perbedaan yang relatif kecil. Perbedaan waktu tiba tsunami pada pemodelan yaitu 3 menit lebih cepat dari data lapangan, sedangkan untuk ketinggian *run-up* maksimum memiliki perbedaan 0,6 meter lebih tinggi dari hasil pemodelan. Untuk waktu

tempuh tsunami 3 menit lebih lama dari data lapangan.

## **B. SARAN**

1. Pemodelan tsunami menggunakan Comcot dengan memasukan data parameter gempa dan data batimetri perlu ketelitian dalam menginput data tersebut, jika salah memasukan nilai Comcot tidak akan bisa mengeluarkan *output*.
2. Untuk mencapai hasil data yang akurat sesuai data yang ada, maka data batimetri yang digunakan harus lebih kecil dari 15 *Arc-second* atau setara dengan jangkauan 750 meter.

## DAFTAR PUSTAKA

- Behrens, J., et.al. (2007). *"Tsunami Technical Documentation Part I: Mathematical, Numerical and Implementation Concepts"* Tsunami Technical Documentation No. 004. Alfred Wegener Institut, Germany
- BMKG. (2019). Katalog Tsunami Indonesia Tahun 2016-2018. <https://cdn.bmkg.go.id/Web/KatalogTsunamiIndonesia-pertahun-416-2018> diakses 17 Juli 2022
- Bryant, E. (2008). *Tsunami: The Underrated Hazard . 2nd Ed.* Praxis, Chichester
- Dudley, C. dan Lee, M. (2006). *Tsunami*. ISBN 0-8248-1125-9. 1988.
- Ferreras, S. F., (2000). Post-Tsunami Field Survey Produres: An Outline, *Natural Hazards*, 207-214.
- Hartuti. (2009). *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: Diva Press
- <https://download.gebco.net/> diakses 14 Agustus 2021
- <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> diakses 14 Agustus 2021
- <https://garudacyber.co.id/artikel/1401-software-untuk-membuat-gis-nomor-1-paling-direkomendasi> diakses 17 Juli 2022
- <https://pangandaran.pikiran-rakyat.com/lokal-pangandaran/pr-10600489/menolak-lupa-gempa-17-juli-guncangan-sampai-pangandaran-picu-tsunami-dan-tewaskan-ratusan-orang> diakses 5 September 2022
- <https://www.kompas.com/tren/read/2021/07/17/085500365/hari-ini-dalam-sejarah--gempa-dan-tsunami-pangandaran-668-tewas> diakses 5 September 2022

<https://www.ruangguru.com/blog/apa-saja-sih-faktor-yang-dapat-menjadi-penyebab-tsunami> diakses 25 Agustus 2021

<https://www.tafsirweb.com/12934-surat-az-zalزالah-ayat-1.html> diakses 17 Juli 2022

Kompas, 2001, Terbitan tanggal 25 November 2001.

Madrinovella, Iktri., Sri Widiyantoro., Irwan Meilano. (2011). Relokasi Hiposenter Gempa Padang 30 September 2009 Menggunakan Metode Double Difference. *JTM* Vol. 18 No. 1.

Malik Yakub, Nanin. (2009). *Gempa Bumi dan Tsunami. Buana Nusantara: Bandung.*

Mutmainah, H., Cristiana, D. (2016). Tsunami Mentawai 25 Oktober 2010 Dan Dampaknya Kini Terhadap Pantai Barat Mentawai. *Jurnal Kelautan*, Vol. 9 No. 2

Natawidjaja, D. H. (2012). Tectonic Setting Indonesia dan Pemodelan Sumber Gempa dan Tsunami.

Noor, A. (2010). Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya. *Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung – LIPI*. Vol. 7, No. 1.

Priadi, R. (2020). Analysis of Tsunami Inundation due in Pangandaran Tsunami Earthquake in South Java Area Based on Finite Faults Solutions Model. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. Vol. 10, No. 2.

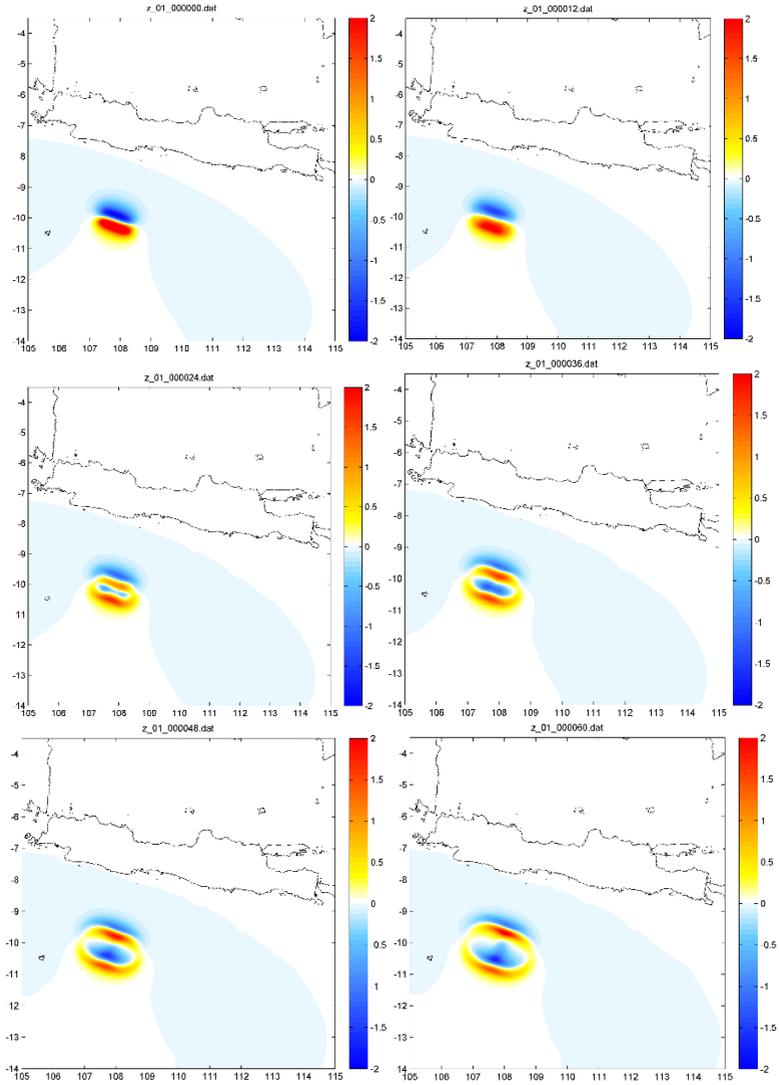
Rifwan, F. (2012). Studi Evaluasi Efektifitas Penggunaan Jalur Evakuasi Pada Zona Berpotensi Terkena Bencana Tsunami Di Kota Padang. *Tesis pada program Pasca Sarjana Teknik Sipil Universitas Andalas*. Padang: Diterbitkan.

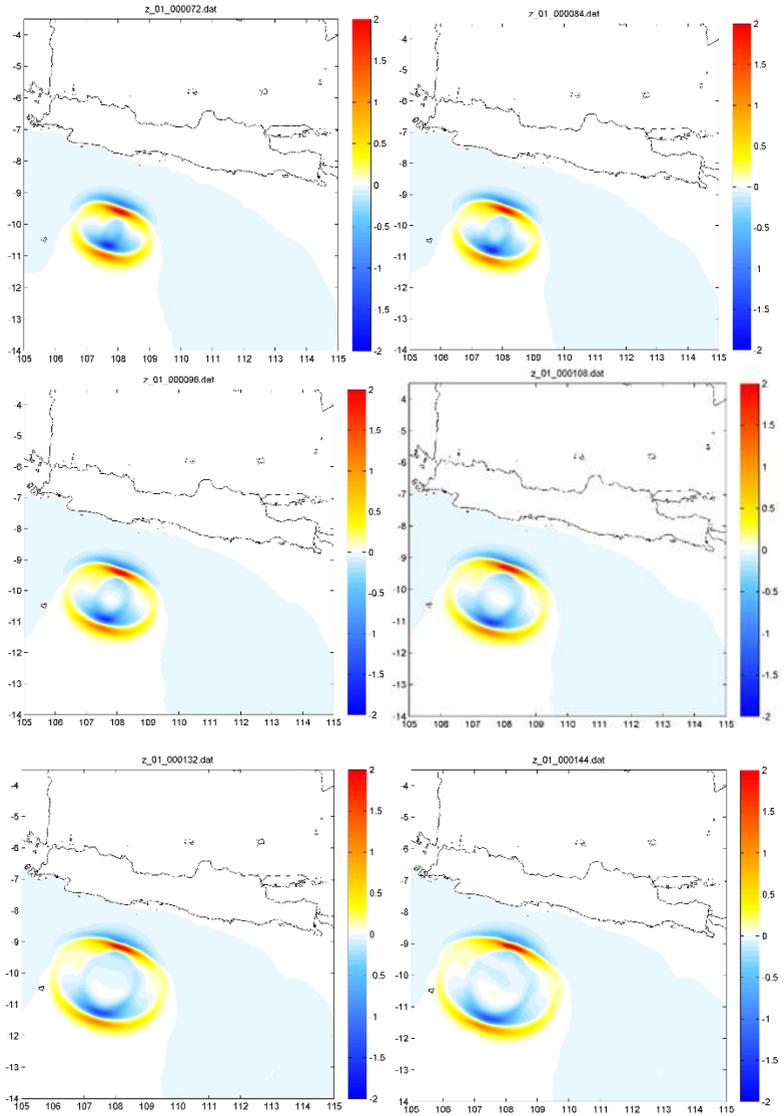
Rendyansyah, R., Saputro, S. (2017). Pemodelan Penjalaran Gelombang Tsunami Dan Analisa Daerah Jangkauan di

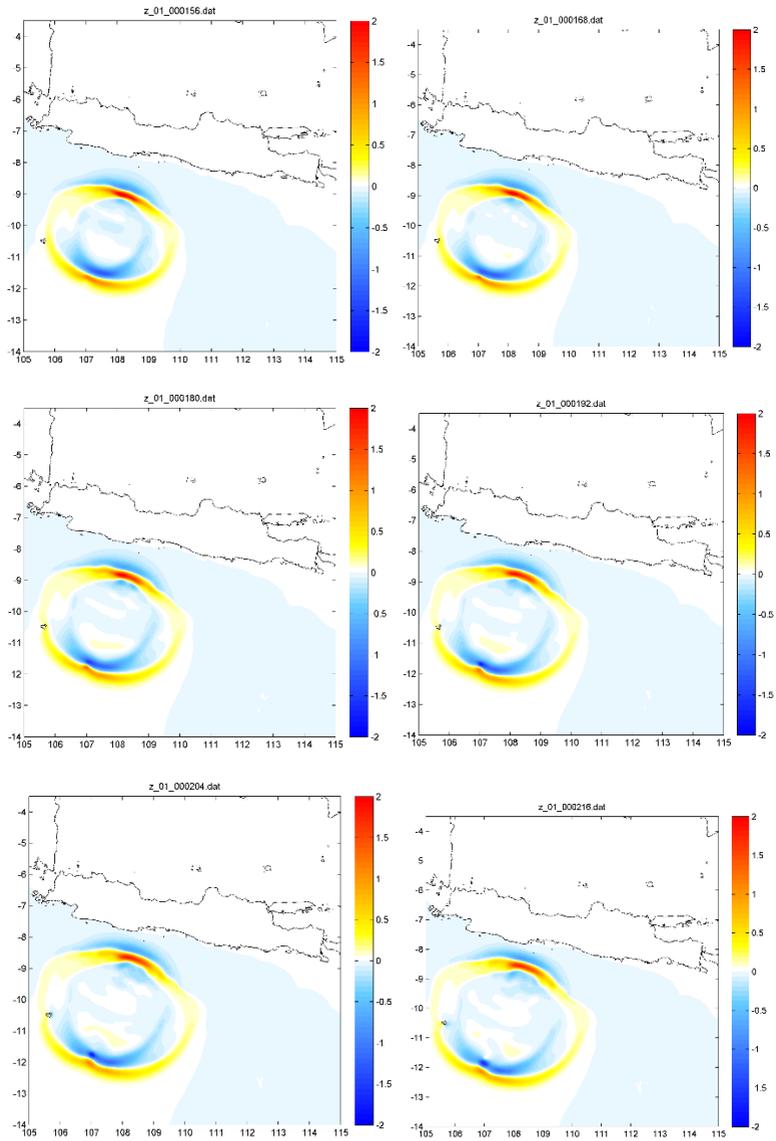
- Teluk Sumbreng, Trenggalek. *Jurnal Oseanografi*, Vol. 6, No. 1. Hlm. 295-304.
- Setyonegoro, W. (2011). Tsunami Numerical Simulation Applied to Tsunami Early Warning System Along Sumatra Region. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 12, No. 1. Hlm. 21-32.
- Tejakusuma, I. G. (2008). Analisis Pasca Bencana Tsunami Ciamis – Cilacap. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, Vol.10, No. 2. Hlm. 78-83.
- UNISDR. (2009). “Terminology on Disaster Risk Reduction.” International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) 1–30.
- Wang. (2011). User Manual For COMCOT Version 1.7. *New York: Cornell University*
- Wells, D.L., dan Coppersmith, K. J. (1994). New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, and surface displacements: *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 84, Hlm. 974–1002.
- Yuniansyah, I. (2018). Pemodelan Run Up Tsunami Menggunakan Skenario Jamak, Studi Kasus Bandaran Kulon Progo. Skripsi. *Dapartemen Teknik Kelautan, Faakultas Teknologi Kelautan*. Institut Teknologi Sepuluh November.

## LAMPIRAN

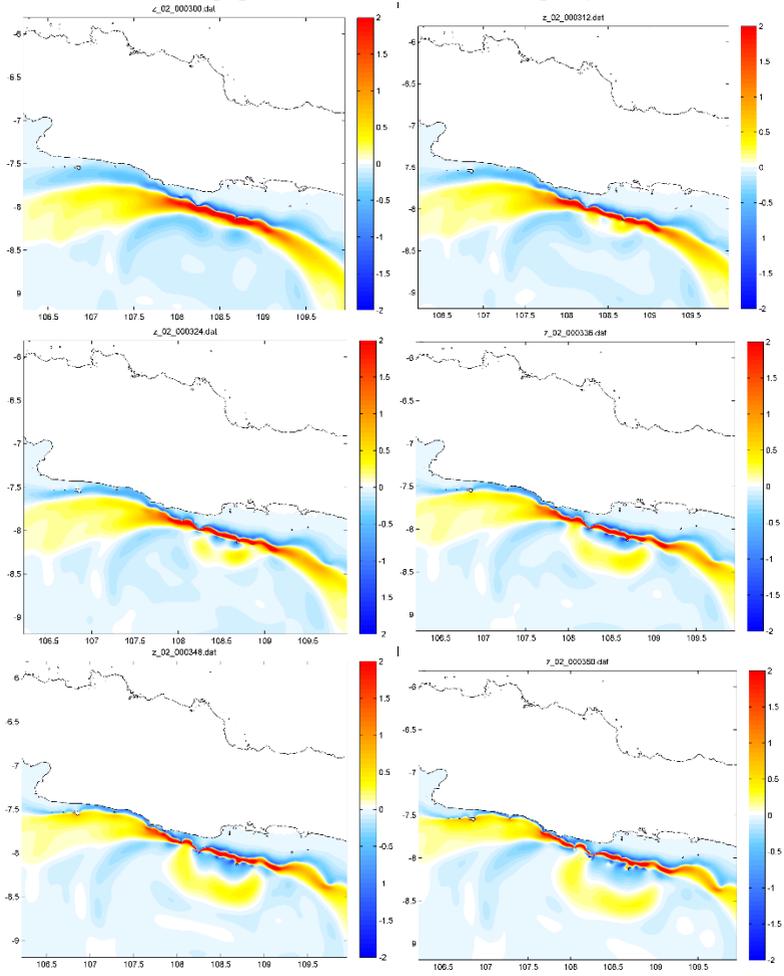
- A. Penjalaran pemodelan tsunami pada layer 1 dengan waktu 2280 detik, setiap gambar memiliki waktu penjalaran 6 detik

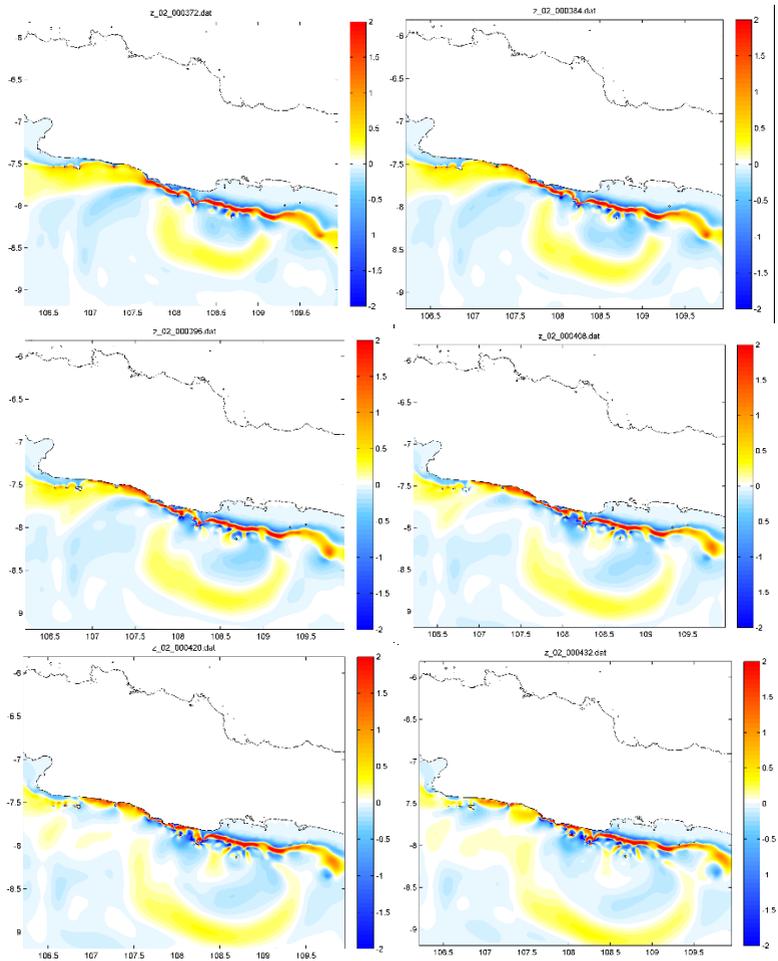


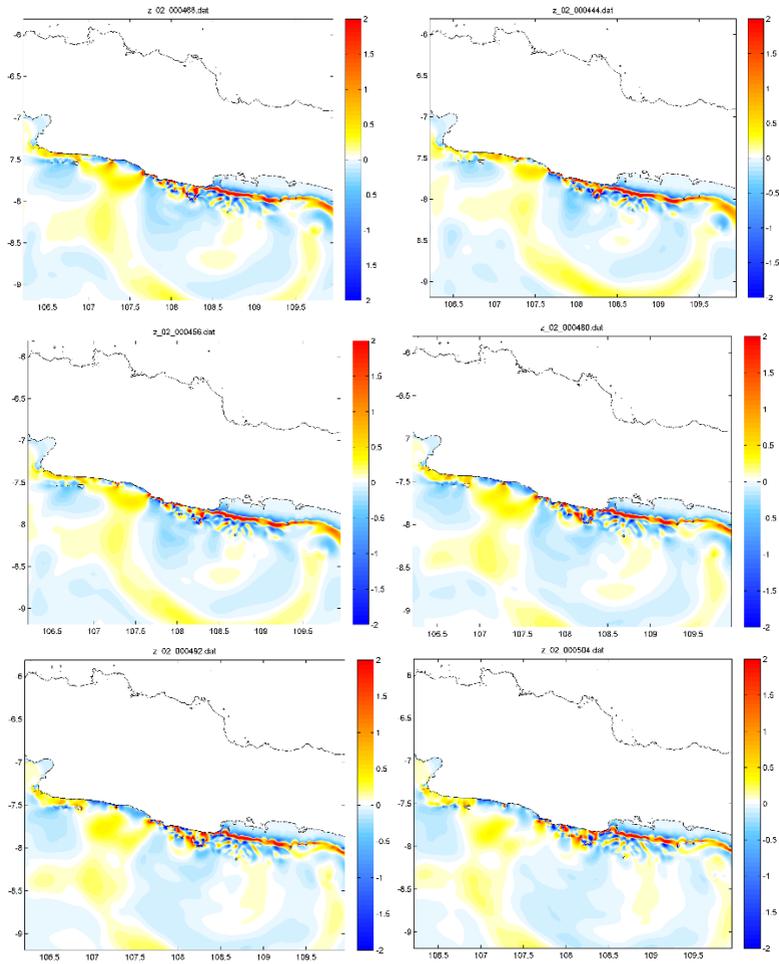


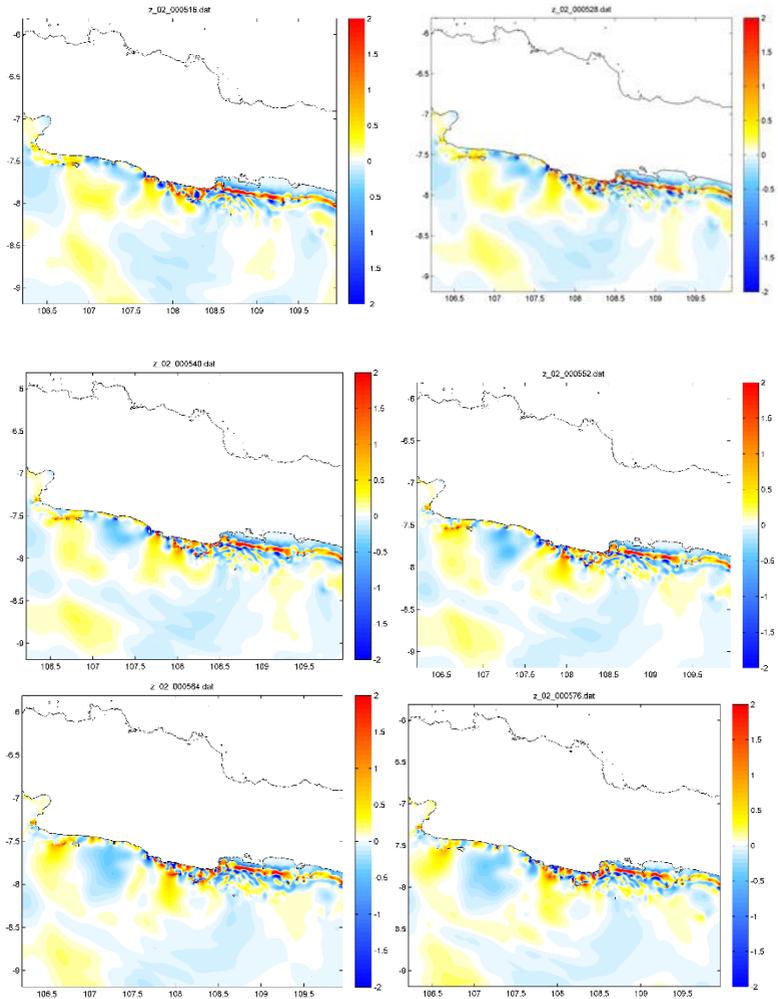


B. Penjalaran pemodelan tsunami pada layer 2 dengan waktu 2280 detik, setiap gambar memiliki waktu penjalaran 6 detik

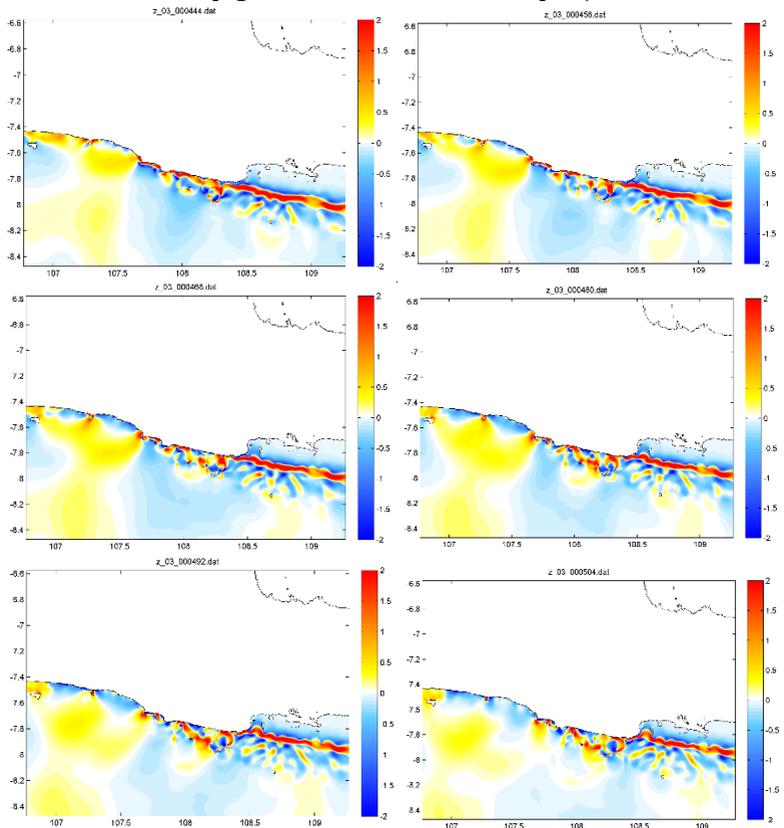


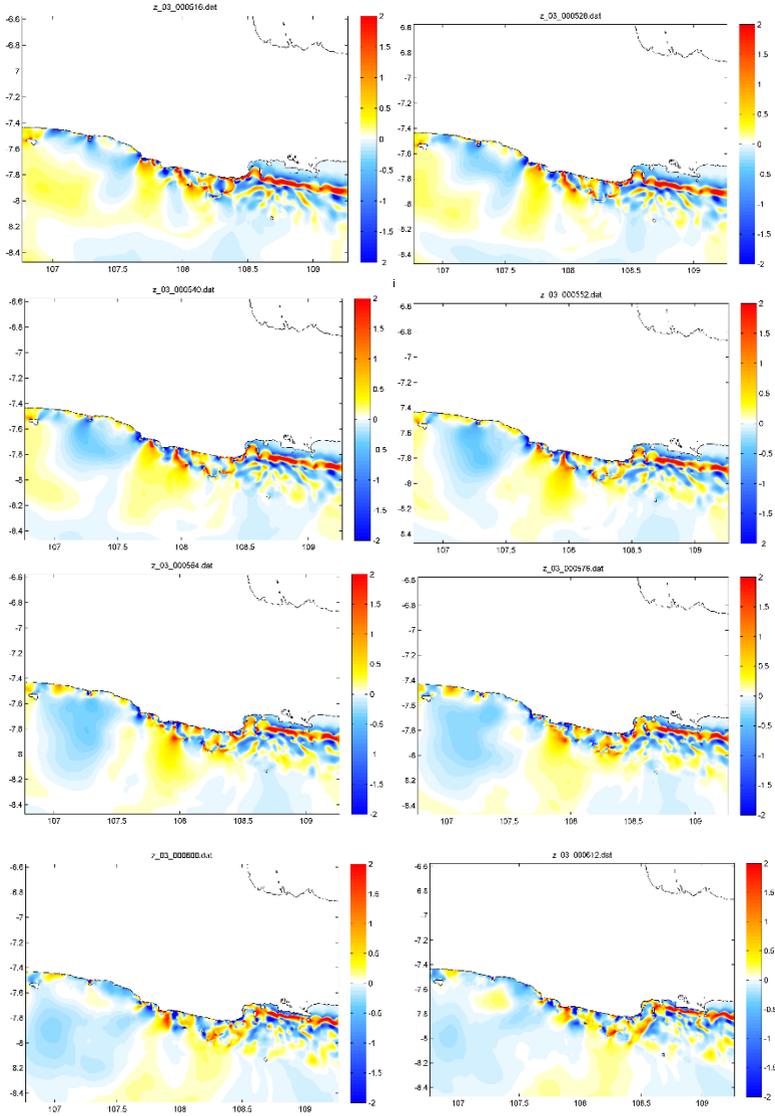


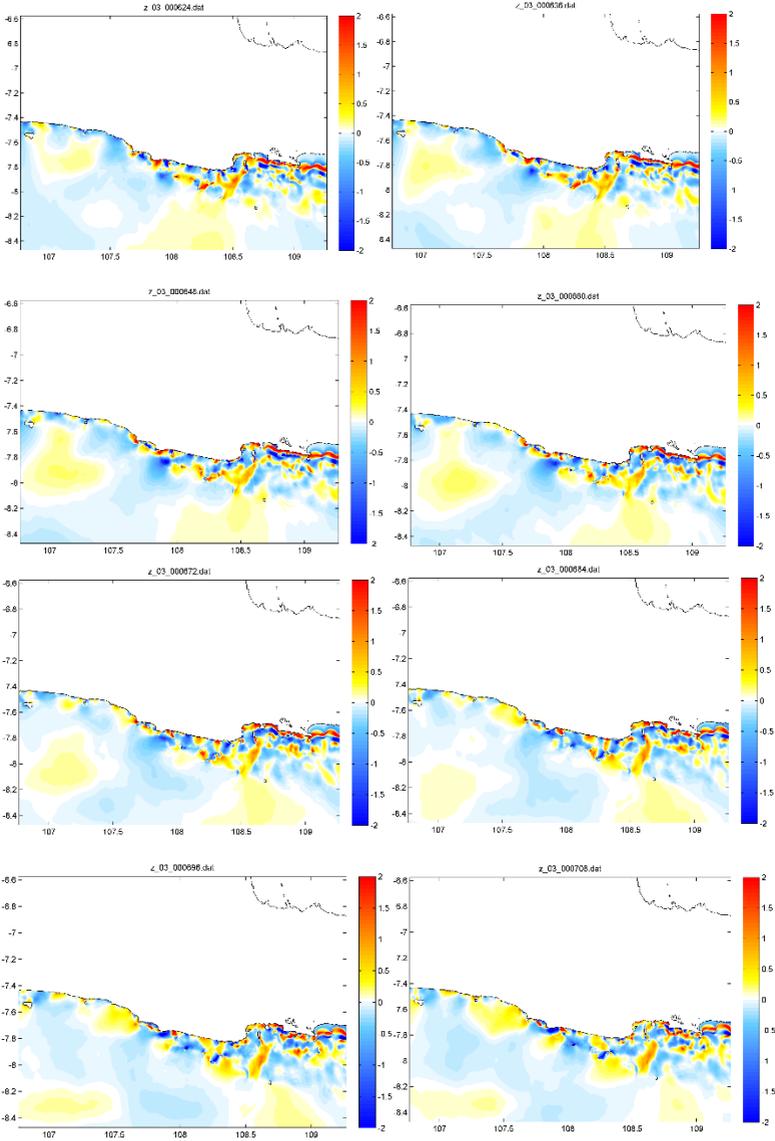


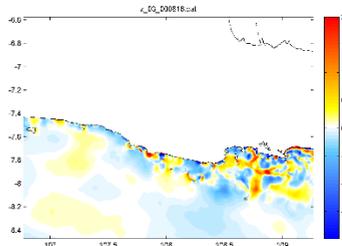
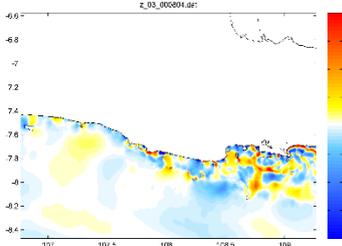
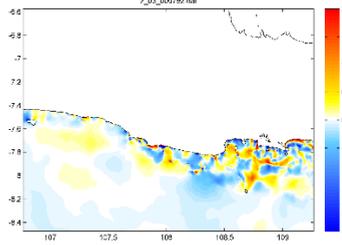
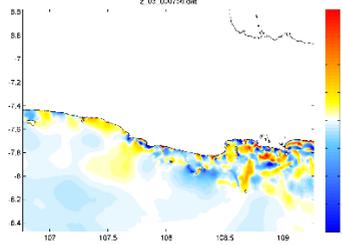
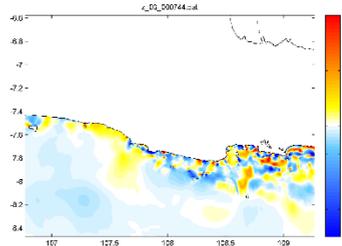
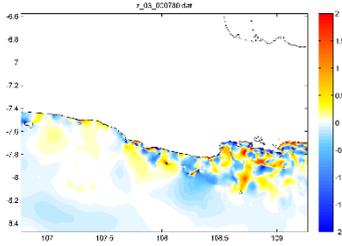
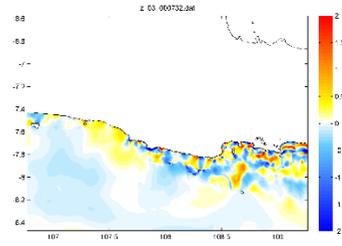
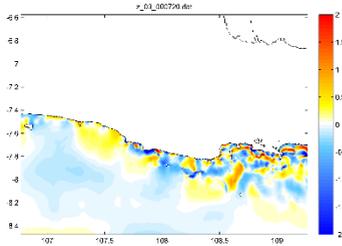


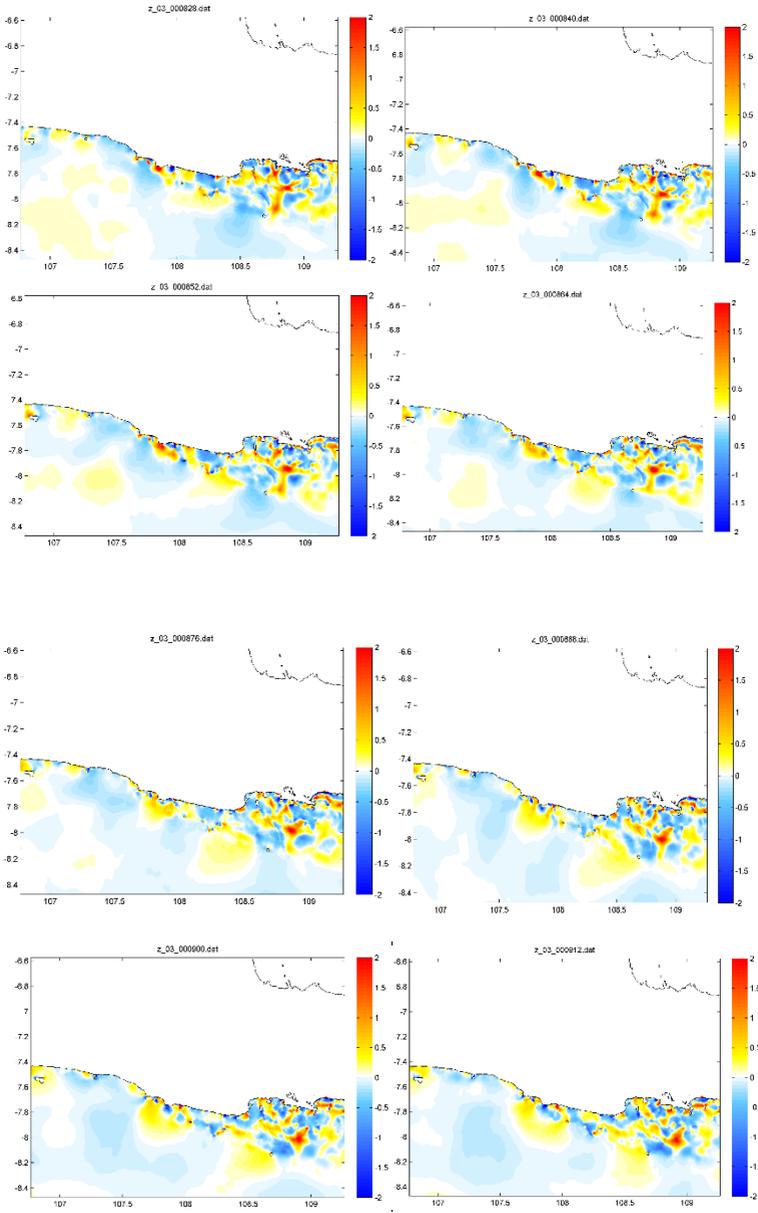
C. Penjalaran pemodelan tsunami pada layer 3 dengan waktu 2280 detik, setiap gambar memiliki waktu penjalaran 6 detik

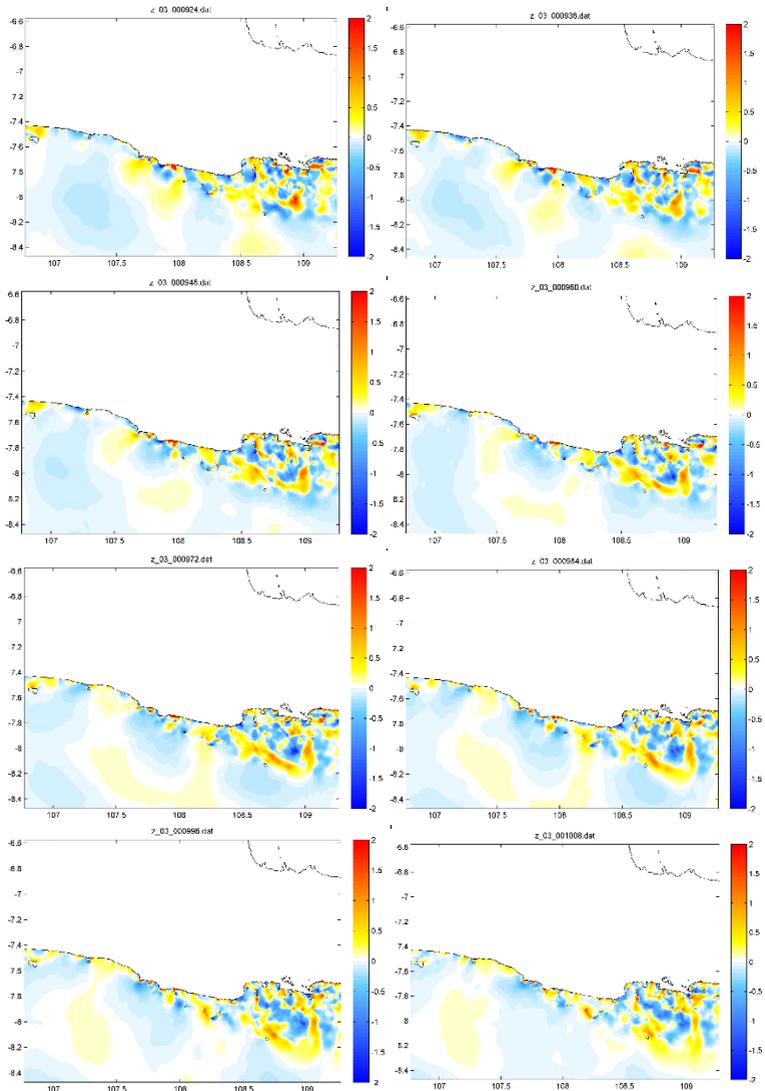










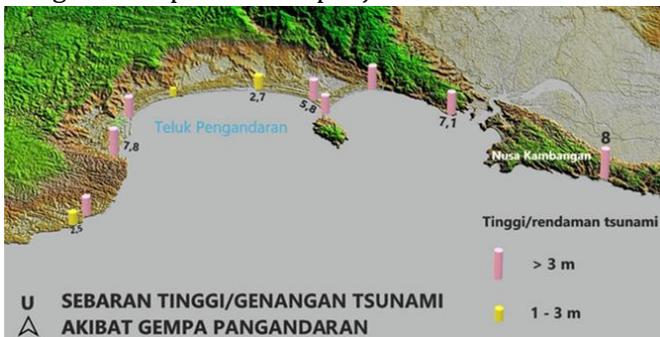


- D. Tampilan parameter gempa yang didapatkan melalui *website* USGS

## 200607170819A SOUTH OF JAVA, INDONESIA

```
Date: 2006/ 7/17 Centroid Time: 8:20:38.4 GMT  
Lat= -10.28 Lon= 107.78  
Depth= 20.0 Half duration=13.9  
Centroid time minus hypocenter time: 69.6  
Moment Tensor: Expo=27 1.630 -1.320 -0.306 4.310 -0.576 0.311  
Mw = 7.7 mb = 6.1 Ms = 7.7 Scalar Moment = 4.61e+27  
Fault plane: strike=290 dip=10 slip=102  
Fault plane: strike=98 dip=80 slip=88
```

- E. Data lapangan yang akan digunakan sebagai pembandingan dengan hasil pemodelan penjalaran tsunami



## skripsi full

### ORIGINALITY REPORT

**21** %

SIMILARITY INDEX

**21** %

INTERNET SOURCES

**2** %

PUBLICATIONS

**8** %

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repository.its.ac.id</b> Internet Source	<b>5</b> %
<b>2</b>	<b>eprints.itenas.ac.id</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>3</b>	<b>eprints.walisongo.ac.id</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>ejournal-balitbang.kkp.go.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>journal.trunojoyo.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>originku.tafsirweb.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>Submitted to UIN Walisongo</b> Student Paper	<b>1</b> %
<b>8</b>	<b>Submitted to Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta</b> Student Paper	<b>1</b> %
<b>9</b>	<b>id.123dok.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>10</b>	<b>repository.ub.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %

11	<a href="http://e-campus.iainbukittinggi.ac.id">e-campus.iainbukittinggi.ac.id</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://bocahkobam.blogspot.com">bocahkobam.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://vdocuments.site">vdocuments.site</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://ejournal.unsrat.ac.id">ejournal.unsrat.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
20	Submitted to Universitas Airlangga Student Paper	<1 %
21	Submitted to Universitas International Batam Student Paper	<1 %
22	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	<1 %

23	<a href="http://ejurnal.its.ac.id">ejurnal.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://journal.unesa.ac.id">journal.unesa.ac.id</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://catatankecil737.wordpress.com">catatankecil737.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
27	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	<1 %
28	<a href="http://sipil.ft.unand.ac.id">sipil.ft.unand.ac.id</a> Internet Source	<1 %
29	Submitted to Universitas Tidar Student Paper	<1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 15 words

Exclude bibliography  On

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Profil

Nama : Siska Aprimia Wati

Jenis Kelamin : Perempuan

Tempat Tanggal Lahir : Purwakarta, 10 April 2000

Alamat : Bumi Jaya Indah Blok G no 11  
rt/rw 38/11 kel. Munjul jaya kec.  
Purwakarta

Kewarganegaraan : Indonesia

Agama : Islam

No. Hp : 082243714970

Email : siskaaprmwt@gmail.com

### Riwayat Pendidikan

- SD Plus Al-Muhajirin (2006-2012)
- SMP Negeri 2 Purwakarta (2012-2015)
- SMA Negeri 1 Purwakarta (2015-2018)