

## SKENARIO TSUNAMI MENGGUNAKAN DATA PARAMETER GEMPABUMI BERDASARKAN KONDISI BATIMETRI (STUDI KASUS : GEMPABUMI MALUKU 28 JANUARI 2004 )

Robby Wallansha<sup>1)</sup> & Wiko Setyonegoro<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Geofisika Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

<sup>2)</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Diterima tanggal: 22 Januari 2015; Diterima setelah perbaikan: 29 April 2015; Disetujui terbit tanggal 8 Juni 2015

### ABSTRAK

Wilayah Maluku merupakan salah satu daerah di timur Indonesia yang memiliki potensi tsunami yang cukup tinggi, ini dibuktikan dengan lebih dari 25 kejadian tsunami yang terekam di daerah Maluku dari tahun 1629 – 2006 (katalog database tsunami online Gusiakov (2005), Puspito (2007) dan Katalog Gempa Merusak dan Tsunami BMKG), tsunami yang terbesar terjadi pada tanggal 17 Februari 1674 yang menewaskan lebih dari 2900 orang dengan *run-up* hingga mencapai 80 meter menghancurkan kota Ambon dan juga pada tanggal 12 Oktober 1899 yang menenggelamkan kota Amahai di Pulau Seram dengan korban tewas mencapai 4.000 orang. Oleh karena itu perlu dilakukan pembuatan skenario tsunami untuk mendapatkan kemungkinan tinggi *run-up* yang bersumber di daerah perairan Maluku dengan menggunakan software Tsunami L-2008. Berdasarkan Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821 – 2009 yang dikeluarkan BMKG, bahwa pada tanggal 28 Januari 2004 telah terjadi gempabumi di Maluku mengakibatkan tsunami yang terobservasi di Namlea, dengan epicenter 3,110 LS – 127,300 BT dengan kekuatan  $M_w = 6,6$  dengan kedalaman 16.8 m. Dalam pembuatan skenario tsunami dalam penelitian ini dengan merubah nilai magnituda gempabumi ( $M_w=7,0$  SR,  $M_w=7,5$  SR,  $M_w=8,0$  SR) berdasarkan referensi setelah itu menggunakan hubungan rumusan empiris dari Hanks & Kanamori untuk mendapatkan nilai *slip* (m) sekaligus membuat beberapa kombinasi skenario tsunami dengan mempertahankan nilai momen seismik dan merubah nilai luas fault dan *slip* (m), untuk momen seismik didapatkan berdasarkan rumusan empiris dari Wells & Coppersmith (1994) sedangkan untuk luas fault berdasarkan rumusan empiris dari Papazachos *et al.* (2004) dengan mengasumsikan bahwa luas fault berbentuk persegi panjang. Dari sebelas skenario tsunami yang dibuat dari setiap magnituda gempabumi diperoleh tinggi *run-up* tertinggi untuk  $M_w=7,0$  SR yaitu dengan tinggi 0,59 m di daerah Huamual sedangkan terendah di daerah Latuhalat dengan tinggi *run-up* 0,09 m, untuk  $M_w = 7,5$  SR diperoleh tinggi *run-up* tertinggi mencapai 2,73 m di Huamual dan terendah 0,36 di Latuhalat, dan untuk  $M_w = 8,0$  SR didapatkan tinggi *run-up* tertinggi hingga 8,19 m di Huamual dan terendah di Latuhalat dengan tinggi *run-up* 0,94 m.

**Kata kunci:** gempabumi Maluku, skenario tsunami, *run-up* tsunami

### ABSTRACT

*Moluccas is one region in eastern Indonesia which has a high potential for tsunami, this is evidence by more 25 events of tsunami that record in Maluku from year 1629 – 2006 (katalog database tsunami online Gusiakov (2005), Puspito (2007) dan Katalog Gempa Merusak dan Tsunami BMKG), The largest tsunami occurred in 1674 that killed more 2900 people with run-up until 80 meter and destroyed Ambon and at October 12 1899, tsunami submerge Amahai in Ceram Island that killed 4000 people. Therefore needs to create the scenarios for get a possible run-up Source in Maluku with software it Tsunami L-2008. Based on Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821 – 2009 by BMKG, at January 28, 2004 had an earthquake in Moluccas an resulted tsunami observed in Namlea, the epicenter 3,110 LS – 127,300 BT with magnitude  $M_w = 6,6$  SR, with 16.8 depth. To create the scenarios of tsunami in this research by change the magnitude of earthquake ( $M_w=7,0$  SR,  $M_w=7,5$  SR,  $M_w=8,0$  SR) based on reference and then use the empirical formula from Hanks and Kanamori to get slip (m) at once create the tsunami scenarios combination and defend the value of moment seismic and change the fault area value and slip (m) value, for moment seismic value obtain based on empirical formula from Wells and Coppersmith (1994) and fault area based on empirical formula from Papazachos et al (2004)with assumed the area fault is rectangular. By eleven of scenarios of tsunami that create from every magnitude of earthquake obtained the highest run-up for  $M_w = 7,0$  SR with 0,59 m in Huamual While the lowest Latuhalat with run-up 0,09 m, For  $M_w = 7,5$  SR get the highest run-up until 2,73 m in Huamula and the lowest is Latuhalat with 0,36 m and for  $M_w = 8,0$  SR obtain the highest run-up until 8,19 m in Huamual and Latuhalat is the lowest wiyh run-up 0,94.*

**Keywords:** Moluccas Earthquake , scenario of tsunami, tsunami run-up

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi, ini dikarenakan tatanan tektonik Indonesia yang terbentuk akibat pertemuan tiga lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang bergerak secara konvergen, karena aktivitas seismik yang cukup tinggi sehingga menimbulkan kekhawatiran penduduk Indonesia akan bencana alam yang akan terjadi di

Indonesia, salah satunya kemungkinan tsunami akibat gempabumi yang akan terjadi di Indonesia cukup besar terlebih jika gempabumi memiliki episenter di laut dengan jenis gempabumi dangkal. Indonesia bagian timur merupakan daerah yang paling kompleks dalam hal tatanan tektoniknya, ini dikarenakan pada daerah timur Indonesia merupakan daerah pertemuan tiga lempeng tektonik atau yang dikenal sebagai triple junction sehingga meningkatkan resiko terjadinya tsunami yang diakibatkan oleh gempabumi ini

Korespondensi Penulis:

Jl. Pasir Putih I Ancol Timur, Jakarta Utara 14430. Email: wiko\_setyonegoro@yahoo.co.id

dibuktikan dengan banyaknya data sejarah tsunami yang terjadi di Indonesia timur dan kajian yang dilakukan oleh Puspito (2007) tentang karakteristik gempa pembangkit tsunami di Indonesia menunjukkan bahwa 67% tsunami di Indonesia terjadi di Indonesia bagian timur. Maluku merupakan salah satu daerah di timur Indonesia yang memiliki potensi tsunami yang cukup tinggi, ini dibuktikan dengan lebih dari 25 kejadian tsunami yang terekam di daerah Maluku dari tahun 1629 – 2006 (katalog database tsunami online Gusiakov (2005), Puspito (2007) dan Katalog Gempa Merusak dan Tsunami BMKG). (Gambar 1).

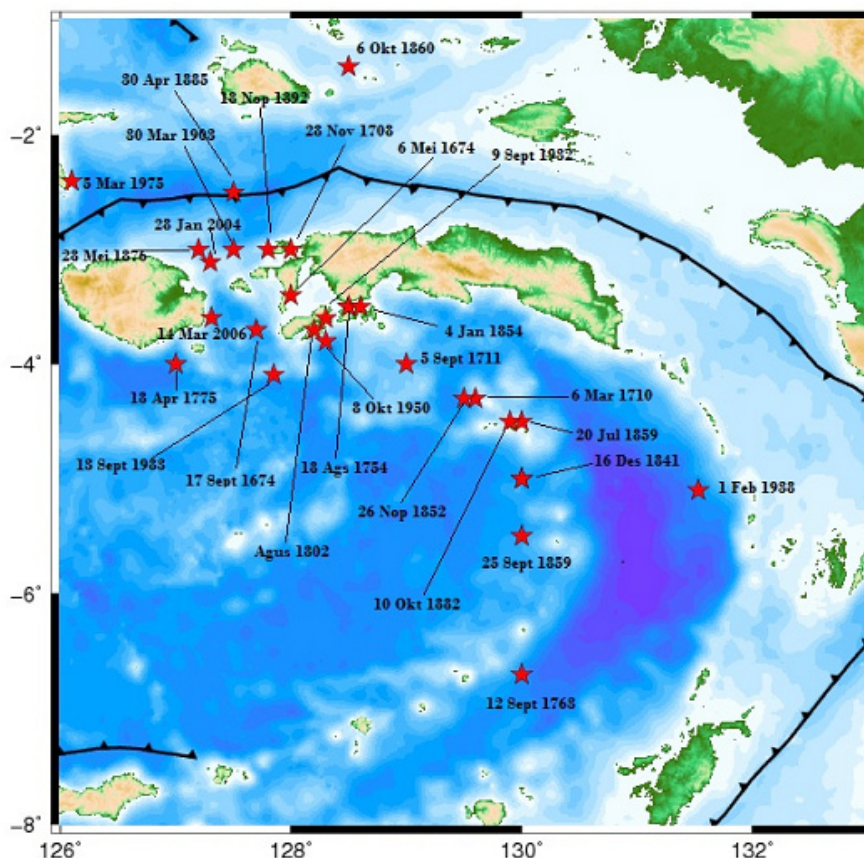
### Tinjauan Pustaka

Data batimetri standar yang menjelaskan kondisi ketinggian dasar laut, hingga mencapai garis pantai. Klasifikasi koordinat gangguan yang berasal dari kejadian gempabumi akan sangat menentukan potensi tsunami di garis pantai. Akan dipaparkan selanjutnya penelitian mengenai analisis batimetri dapat menjadi perumusan tambahan dalam aplikasi pembuat keputusan pada SOP (*standard operational Procedure*) warning tsunami yang menyatakan bahwa kejadian

gempabumi dengan magnitudo diatas 7 SR selalu akan berpotensi tsunami. Melalui penelitian ini akan ada argumentasi bahwa potensi tsunami bukan tergantung dari besaran magnitudo saja, akan tetapi sangat ditentukan oleh kondisi struktur batimetri bawah permukaan. Beberapa faktor lain dalam upaya mendukung keputusan bahwa suatu gempabumi berlokasi di laut akan berpotensi tsunami ditentukan oleh bentuk topografi dari garis pantai itu. Gelombang tsunami yang menjalar kearah pantai akan mengalami kenaikan amplitudo dan berbanding lurus dengan inundasi gelombang dari garis pantai. Luasan inundasi bergantung pada struktur topografi daratan dekat pantai (Setyonegoro, W., et al. 2012).

Dalam memodelkan tsunami dari data sumber gempabumi diperlukan beberapa perumusan fisis, diantaranya yang diperoleh dari persamaan wells and coppersmith (1994) dan kanamori (2007). Setelah pemodelan diperoleh hasil keluarannya maka analisis potensi tsunami berdasarkan kondisi batimetri dari sumber gempabumi dapat dilakukan (Setyonegoro, W., et al. 2012).

Sebaran Kejadian Tsunami di Maluku dari tahun 1674 – 2006



Gambar 1. Distribusi episenter gempabumi dan tsunami di Maluku tahun 1674 -2006 (Sumber : Data BMKG dengan plot GMT).

Data batimetri turut menjadi input parameter dengan mengunduh pada website topex - extract XYZ grid topography data menurut luasan area penelitian yang diperlukan.

### Batasan Masalah

- Daerah penelitian di daerah Maluku, dengan dibatasi pada rentang kordinat  $1^{\circ}$  -  $8^{\circ}$  LS -  $126^{\circ}$  -  $133^{\circ}$  BT
- Studi kasus yang digunakan menggunakan data epicenter yang berada pada wilayah Maluku bagian utara yang terekam baik oleh instrumental geofisika dan tercatat di katalog tsunami BMKG (Gambar 1).

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang ingin dikaji dalam penelitian ini adalah :

- Membuat skenario tsunami dengan merubah parameter gempabumi (magnituda) dengan referensi terkait.
- Mengkombinasikan data parameter gempa bumi tsunami dalam pembuatan skenario sehingga mendapatkan dampak *run-up* tertinggi terjadi di titik – titik pengamatan (Gambar 2).

### Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- Desain skenario tsunami berdasarkan data gempabumi pada beberapa studi kasus menurut harga magnitude, slip (m) dan luas fault (A).
- Mendapatkan nilai *run-up* tsunami di titik–titik pengamatan pada daerah penelitian berdasarkan skenario yang telah dibuat.

### METODE PENELITIAN

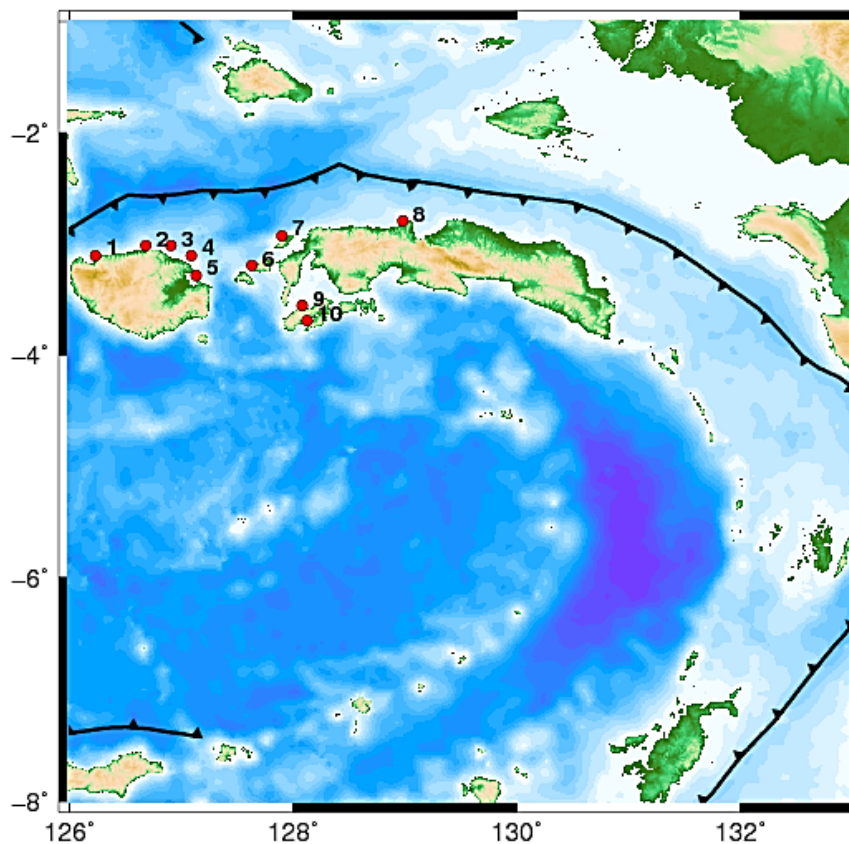
#### Data

Data yang digunakan merupakan data yang diperlukan untuk input data pada software Tsunami L-2008 , data tersebut adalah :

#### Data Batimetri

Data batimetri di download menggunakan data yang diunduh dari situs topex - extract XYZ grid topography data dengan daerah batasan penelitian pada  $1^{\circ}$  -  $8^{\circ}$  LS dan  $126 - 133$  BT.

Data parameter gempabumi menggunakan data



Gambar 2. Distribusi Titik Pengamatan.

studi kasus kejadian gempabumi di daerah Maluku pada tanggal 28 Januari 2004 dan di download melalui situs GLOBALCMT studi kasus ini di ambil berdasarkan Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821 – 2009 yang dikeluarkan BMKG bahwa pada tanggal tersebut telah terjadi tsunami kecil yang terobservasi di Namlea dengan parameter gempabumi sebagai berikut (Tabel 1).

Pemilihan studi kasus akan lebih baik jika tsunami yang ditimbulkan cukup besar agar dapat gambaran *run-up* hasil survey, akan tetapi sulitnya data gempabumi pembangkit tsunami yang pernah terjadi di wilayah Maluku dikarenakan tsunami besar yang terjadi sekitar tahun 1674 – 1800 an, sehingga data parameter sulit didapatkan.

Dalam pembuatan skenario tsunami dalam penelitian ini dengan merubah nilai magnituda gempabumi ( $M_w=7,0$  SR,  $M_w=7,5$  SR.  $M_w=8,0$  SR) berdasarkan referensi setelah itu menggunakan hubungan rumusan empiris Pers 5 untuk mendapatkan nilai *slip* (m) sekaligus membuat beberapa kombinasi skenario tsunami dengan mempertahankan nilai momen seismik dan merubah nilai luas fault dan *slip* (m), untuk momen seismik didapatkan berdasarkan rumusan empiris Pers 1 sedangkan untuk luas fault berdasarkan rumusan empiris Pers 2, Pers 3, Pers. 4 dengan mengasumsikan bahwa luas fault berbentuk persegi panjang. Setelah mendapatkan hasil perhitungan empiris maka data tersebut digunakan sebagai data input *software* Tsunami L-2008 untuk mendapatkan tinggi *run-up* di setiap titik pengamatan.

Beberapa titik area terdampak tsunami yang akan diamati adalah seperti pada Tabel 2.

### Dasar Perhitungan Empiris

Dengan menggunakan data parameter gempabumi yaitu Magnituda momen ( $M_w$ ) dapat dilakukan analisis perhitungan untuk mengetahui besar deformasi dari gempabumi tersebut yang dapat direpresentasikan sebagai besar *slip* (m) yang dapat dihitung dari momen seismik. Momen seismik adalah besaran yang dapat menggambarkan besar energi yang dilepaskan dari suatu gempabumi (Wells & Coppersmith (1994))

$$M_w = \text{Log } M_o - 6,07 \dots\dots\dots 1)$$

dimana :

- $M_w$  = Magnituda momen
- $M_o$  = Momen seismik

Secara empiris untuk luas fault (panjang fault dan lebar fault) dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan berdasarkan persamaan Papazachos, *et al.* (2004) dengan mengasumsikan bahwa luas fault adalah persegi panjang.

$$\text{Log } L = -2,42 + 0,58 \times M_w \dots\dots\dots 2)$$

dimana:

- L = Panjang fault
- $M_w$  = Magnituda momen

Tabel 1. Data Parameter Input

Tanggal	Time (UTC)	Long	Lat	Depth (km)	$M_w$	Strike (2)	Dip (2)	Rake (2)
28/01/2004	22:15:34	127.30	-3.11	16.8	6.6	194	84	136

Tabel 2. Area terdampak tsunami

No	Titik Pengamatan Long	Lat	Nama Daerah
1	126,23344	-3,10757	Bara
2	126,684	-3,01773	Wamlana
3	126,90928	-3,01773	Hata Wanu
4	127,0895	-3,10757	Namlea
5	127,13456	-3,28724	Kayoji
6	127,63017	-3,1974	Huamual
7	127,90051	-2,9279	Lelisa Beach
8	128,98186	-2,79315	Opin
9	128,08073	-3,55674	Hitu
10	128,12579	-3,69149	Latuhalat



$$\text{Log } W = -1,61 + 0,41 \times M_w \dots\dots\dots 3)$$

dimana :

W = Lebar fault

M<sub>w</sub> = Magnitudo momen

$$A = L \times W \dots\dots\dots 4)$$

dimana :

A = Luasan fault

Sedangkan untuk mendapatkan nilai *slip* (m) menggunakan persamaan Hanks and Kanamori (1979)

$$M_0 = \mu \times A \times S \dots\dots\dots 5)$$

dimana,

M<sub>0</sub> = Momen seismic

μ = rigiditas = 3 x 10<sup>10</sup> N/m<sup>2</sup>

A = Luasan fault

S = *Slip* (meter)

**Instrumen Penelitian**

Pada instrumen penelitian dalam penelitian ini dilakukan pengaturan parameter data, diantaranya adalah dengan pengaturan konversi koordinat kedalam grid dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Bujur (X)} = \frac{X_{eq} - X_{min}}{\sum g - long} \times X_{max}(vdm) \dots\dots\dots 6)$$

$$\text{Lintang (Y)} = \frac{Y_{eq} - Y_{min}}{\sum g - lat} \times Y_{max}(vdm) \dots\dots\dots 7)$$

Dimana dari persamaan dihitung beberapa nilai :

- X<sub>eq</sub>, sebagai garis bujur epicenter gempabumi (degree).
- X<sub>min</sub>, Batas bujur minimum.
- Y<sub>eq</sub>, Lintang epicenter gempabumi (degree).
- Y<sub>min</sub>, Batas lintang minimum.
- Σg-long, Jumlah batasan dari grid bujur daerah penelitian.

- Σg-lat, Jumlah batasan dari grid lintang daerah penelitian.

X<sub>max</sub>(vdm), Batasan bujur maksimum dari peta vertical *displacement*, Y<sub>max</sub>(vdm), Batasan lintang maksimum dari peta vertical *displacement*.

Ketentuan Pengisian Form Data Parameter :

- Kolom X<sub>eq</sub> dan Y<sub>eq</sub> diisi dengan menggunakan hasil perhitungan pers 6 dan pers 7.
- Kolom Z<sub>eq</sub> diisi dengan data kedalam gempabumi terkait dalam km.
- Kolom *Strike* dan *Dip* diisi dengan parameter yang tersedia.
- Kolom *Slip1* dan *Slip2* diisi dengan nilai 0 "nol" pada kolom *slip1* dan *Slip2* diisi dengan hasil pers5 untuk *slip* dalam meter
- Kolom panjang fault (A1 dan A2) diisi dengan cara membagi dua hasil dari perhitungan pers 2 yang kemudian diisi minus untuk A1 dan tidak untuk A2
- Kolom Aw1 dan Aw2 diisi dengan memberi tanda minus hasil dari pers 3 yang kemudian diisipada kolom Aw1 dan isi angka nol pada kolom Aw2.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Skenario untuk Magnitudo Mw = 7,0 SR**

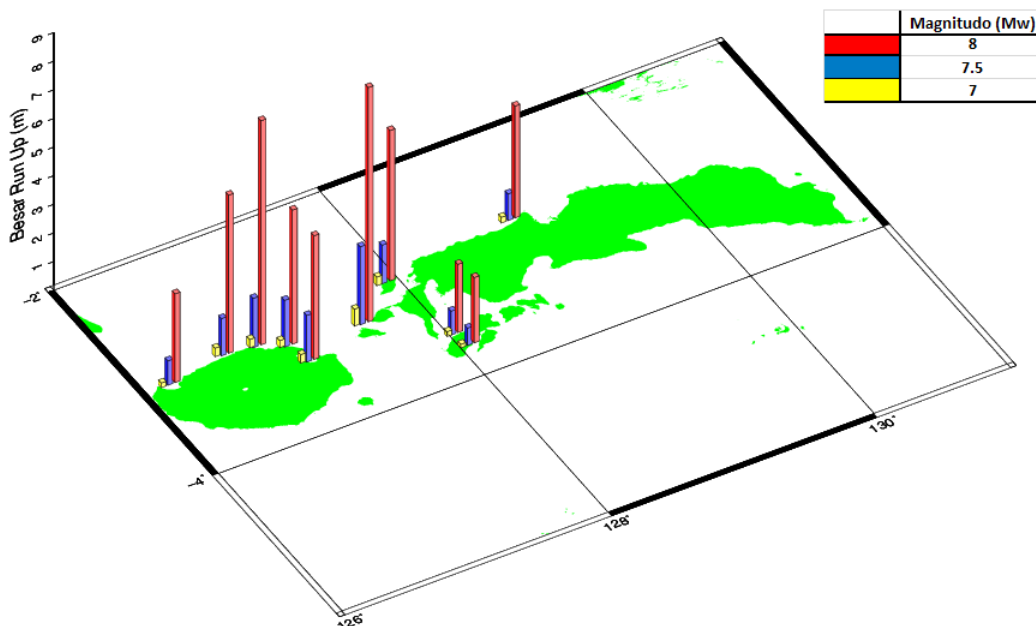
Pada besaran magntuda 7,0 SR tidak terjadi *run-up* yang sangat signifikan atau tidak terlalu menghasilkan *run-up* yang tinggi, yaitu hanya sekitar 0,59 m di daerah Huamual. Dengan Menggunakan persamaan yang telah di tentukan maka didapatkan data parameter.

Setelah skenario tsunami di buat maka data – data tersebut dapat di *input* kedalam software dengan cara yang telah di bahas sebelumnya, maka akan mendapatkan tinggi *run-up* dari setiap titik - titik pengamatan sebagai berikut (Tabel 3).

Hasil dari besaran *run up* skenario tsunami

Tabel 3. Tinggi *run-up* di 10 Titik Pengamatan (dalam meter) Mw = 7,0 Skala Richter

Titik P	(ori)	(S1)	(S2)	(S3)	(S4)	(S5)	(S6)	(S7)	(S8)	(S9)	(S10)
1	0,13	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
2	0,22	0,25	0,27	0,28	0,27	0,28	0,28	0,30	0,29	0,29	0,30
3	0,23	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
4	0,19	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,25	0,24	0,24	0,25
5	0,20	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,30	0,28	0,29	0,30
6	0,35	0,45	0,50	0,54	0,52	0,56	0,55	0,59	0,57	0,59	0,59
7	0,17	0,22	0,24	0,26	0,25	0,27	0,26	0,31	0,28	0,29	0,30
8	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,20
9	0,11	0,14	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17
10	0,09	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12



Gambar 3. Peta Run Up Maksimum Skenario Tsunami dari 33 Skenario.

Tabel 4. Besar Run Up di 10 Titik Pengamatan (dalam meter) Mw = 7,5 SR

Titik P	ORI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	0,53	0,66	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85
2	0,78	0,99	1,08	1,14	1,18	1,22	1,24	1,26	1,28	1,29	1,30
3	1,04	1,28	1,37	1,45	1,51	1,58	1,62	1,65	1,68	1,70	1,73
4	0,75	0,90	1,04	1,17	1,28	1,36	1,43	1,49	1,54	1,59	1,63
5	0,83	0,99	1,20	1,32	1,40	1,46	1,51	1,55	1,58	1,60	1,63
6	1,14	1,67	1,96	2,15	2,28	2,42	2,51	2,57	2,63	2,68	2,73
7	0,76	0,91	0,99	1,06	1,11	1,18	1,22	1,26	1,29	1,32	1,35
8	0,59	0,69	0,79	0,81	0,84	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93
9	0,37	0,52	0,62	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83
10	0,36	0,45	0,49	0,52	0,53	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60

yang telah dibuat (Tabel 6), perubahan besar run up tidak terlalu signifikan dari perubahan luasan fault dan slip (m), hasil skenario 10 merupakan skenario maksimum yang di dapat dari pengolahan software Tsunami L-2008 dengan run up terbesar pada titik 6 yang merupakan daerah Huamual dengan run up 0,59 meter dan terendah di titik 10 yaitu daerah Latuhalat dengan run up 0,12 meter, jarak epicenter gempa bumi dengan daerah juga merupakan salah satu yang mempengaruhi besar kecilnya run up selain itu besarnya slip juga mempengaruhi besar run up slip yang besar juga akan menghasilkan run up tsunam yang besar juga. Gambar 9 menunjukkan bahwa pola grafik besar run up yang dihasilkan dari pengolahan software memiliki pola grafik yang mirip dengan sumbu y merupakan besar run up dan sumbu x merupakan titik – titik pengamatan (Gambar 3).

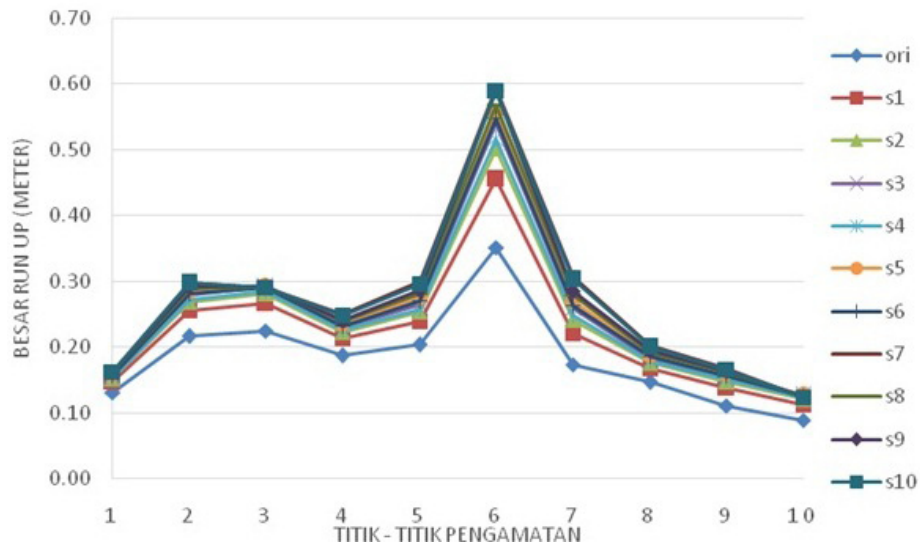
**Skenario untuk Magnitudo Mw = 7,5 SR**

Pada besaran magnitudo 7,5 SR terdapat sebelas skenario tsunami dengan besar slip (m) dibuat teratur artinya semakin besar nomor skenario maka semakin besar nilai slip dalam meter dan semakin kecil luasan fault dan tetap mempertahankan nilai Mo seperti hasil perhitungan rumusan empiris. Maka hasil dari perhitungan empiris (Tabel 4)

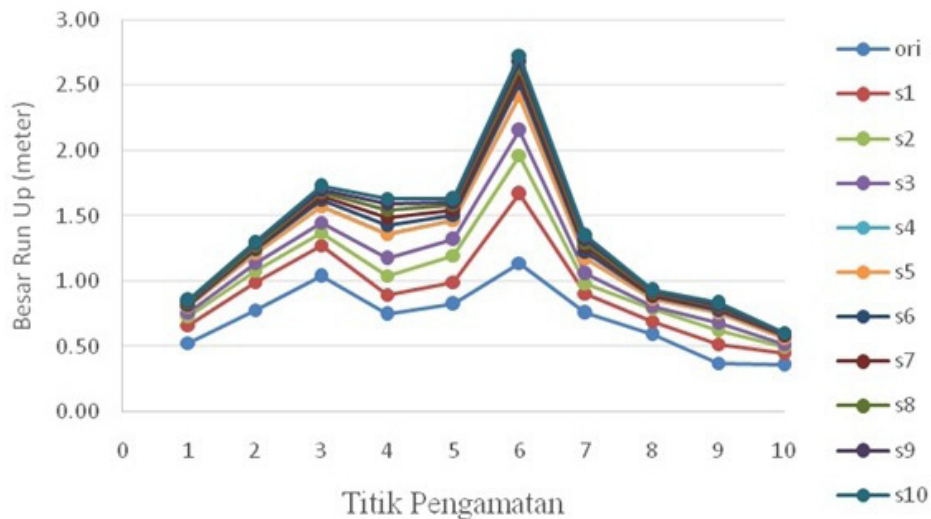
Dengan Menggunakan persamaan yang telah di tentukan maka didapatkan data parameter seperti pada Tabel 5.

**Skenario untuk Magnitudo Mw = 8.0 SR**

Ini merupakan magnitudo yang terbesar yang dibuat dalam laporan kerja ini dihasilkan nilai run up terendah mencapai 0,94 m di daerah Latuhalat dan tertinggi mencapai run up 8,19 m di daerah Huamual, dalam pembuatan skenario dalam magnitudo Mw = 8,0 SR, besar slip (m) dibuat acak akan tetapi tetap



Gambar 4. Pola Grafik Run Up Skenario Tsunami (Mw = 7,5 SR)



Gambar 5. Pola Grafik Run Up Skenario Tsunami (Mw = 8,0 SR)

Tabel 5. Besar Run Up di 10 Titik Pengamatan (dalam meter) Mw = 8,0 SR

Titik P	ori	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10
1	1,81	2,67	2,39	2,34	2,68	2,79	2,91	2,59	2,92	3,10	2,81
2	2,87	4,63	3,91	3,70	4,57	4,92	5,18	4,37	5,10	5,52	4,84
3	3,07	6,07	4,68	4,71	6,16	6,72	7,31	5,78	7,18	7,83	6,68
4	1,76	3,50	2,60	2,67	3,59	3,91	4,27	3,35	4,27	4,69	3,96
5	2,70	4,07	3,74	3,67	4,06	4,15	4,18	3,99	4,16	4,32	4,14
6	2,31	5,16	3,74	3,83	5,29	5,92	6,70	4,87	6,84	8,19	6,82
7	2,69	5,27	4,12	3,68	4,94	5,65	5,88	4,64	5,20	5,25	4,32
8	2,04	3,17	2,73	2,66	3,22	3,37	3,57	3,09	3,63	3,91	3,51
9	1,14	1,94	1,62	1,24	1,68	1,97	1,97	1,58	1,93	2,38	2,00
10	0,94	1,98	1,50	1,28	1,84	2,15	2,30	1,70	2,09	2,28	1,80

berpedoman dengan metode sebelumnya. Dari Perhitungan Empiris didapatkan data yang akan diolah menjadi skenario tsunami dan sebagai input ditunjukkan pada Table 11 (lampiran).

Setelah memiliki data skenario maka dapat mengolah ke dalam *Software* tsunami L-2008 maka akan mendapatkan besaran *run up* tsunami sebagai berikut :

Dalam skenario pada magnituda ini didapatkan bahwa *run up* tsunami yang dihasilkan cukup besar pada tiap titik pengamatannya karena *run up* berkisar 0,9 m, 2 m, hingga mencapai 8 m yang dapat membahayakan masyarakat di daerah – daerah tersebut. Pola grafik *run up* juga terlihat cenderung sama pada tiap skenarionya.

## KESIMPULAN

Pada skenario pemodelan tsunami ke-1 dengan Magnitudo  $M = 7,0$  SR tidak didapatkan tinggi *run-up* tsunami yang tinggi, artinya *run-up* maksimal yang dihasilkan mencapai 0,59 m. Pada skenario pemodelan tsunami ke-2 dengan Magnitudo Pada Magnitudo  $M = 7,5$  SR didapatkan tinggi tsunami hingga mencapai 2,73 m dan juga dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *slip* (m) pada sumber gempa bumi di lokasi batimetri bawah permukaan (*ocean bottom*) maka tinggi *run-up* nya juga semakin tinggi. Pada skenario pemodelan tsunami ke-3 dengan Magnitudo Pada Magntiuda  $M_w = 8,0$  SR terlihat bahwa *run-up* yang dihasilkan hingga mencapai 8 meter.

## PERSANTUNAN

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan banyak rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini. Terimakasih kepada Bapak Wiko Setyonegoro selaku dosen pembimbing teknis atas segala bimbingan, saran, kepercayaan dan bantuan sejak awal hingga tersusunnya karya ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arkwright, Darius "Potensi Kejadian Tsunami di Perairan Timur Indonesia", 2012.
- Natawidjaja, D.Hilman. (2012). "Tectonic Setting Indonesia dan Pemodelan Sumber Gempa dan Tsunami". PELATIHAN PEMODELAN RUN-UP TSUNAMI, Geoteknologi-LIPI, 2007.
- Setyonegoro, W. (2011). "Tsunami Numerical Simulation Applied to Tsunami Early Warning System Along Sumatra Region", Jurnal Meteorologi dan Geofisika BMKG. Wiko Setyonegoro. Vol.12.

No.1, Hal : 21 -32, Mei 2011.

- Ibrahim, Gunawan. & Subardjo.(2005). PENGETAHUAN SEISMOLOGI. JAKARTA: BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA
- Riyadi., Fachrizal., Setiyono U., Sembiring, A. S., Miranda., Yatimantoro. T. & Fitri Y. (2010). Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821 – 2009. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
- Wells, D.L., & Coppersmith, K.J. (1994). New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, and surface displacements: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 84, p. 974–1002.
- Papazachos, B.C., Scordilis, E.M., Panagiotopoulos, D.G., Papazachos, C.B., & Karakaisis, G.F. (2004). Global Relations between Seismic Fault Parameters and Moment Magnitude of Earthquakes. Bull. Geol. Soc. Greece, Vol. XXXVI. Proceedings of the 10 International Congress, Thessaloniki, April 2004Th.
- Natawidjaja, Danny Hilman. (2007). Gempabumi dan Tsunami di Sumatra dan Upaya Untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman Dari Bencana Alam, Vol. 136.
- Patty, R.Rahman. (2013). "Isu Tsunami Beredar, Warga Ambon Tak Tidur". Kompas. regional.kompas.com
- Topex, extract XYZ grid topography data, [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi), (diakses tanggal 7 Agustus 2013).
- Global CMT Catalogue Search, <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html> (diakses tanggal 18 Juli 2013).



## Lampiran

Skenario untuk Magnitudo Mw = 7,0 SR

Pada besaran magntuda 7,0 SR tidak terjadi run-up yang sangat signifikan atau tidak terlalu menghasilkan

Tabel 3.4. Hasil Perhitungan Rumusan Empiris Mw = 7,0 Skala Richter.

Panjang Fault (log L)	L (km)	Lebar Fault (log W)	W(km)	Luasan Fault (A) Km	log Mo	Mo	Slip (m)
1.6400	43.6516	1.2600	18.1970	794.3282	19.60	4.03E+19	1.6900

Tabel 3.5. Data Input pada instrument penelitian

Lintang (Konversi)	Bujur (Konversi)	Panjang Fault (Km)	Lebar Fault (Km)	Slip (m)
558,857	148,57	1.6400	18.1970	1.6900

Maka akan mendapatkan skenario tsunami sebagai berikut :

Tabel 3.6. Skenario Tsunami Mw = 7,0 Skala Richter

No.	Nama	Panjang Fault (Km)	Lebar Fault (Km)	Luas Fault (km)	Slip (m)
1	ori	43,65	18,20	794,328	1,69
2	Skenario 1	40,55	8,4	360,694	3,94
3	Skenario 2	38,21	5,23	199,752	6,72
4	Skenario 3	36,82	2,92	107,473	12,49
5	Skenario 4	37,77	4,33	163,300	8,22
6	Skenario 5	31,88	2,5	79,711	16,84
7	Skenario 6	33,80	2,85	96,432	13,92
8	Skenario 7	15,22	2,19	33,39	40,2
9	Skenario 8	28,32	2,345	66,419	20,21
10	Skenario 9	26,16	2,24	58,413	22,98
11	Skenario 10	40,22	2,53	76,32	33,29

Tabel 3.7. Hasil Perhitungan Rumusan Empiris Mw = 7,5 SR

Panjang Fault (log L)	L (km)	Lebar Fault (log W)	W(km)	Luasan Fault (A) Km	log Mo	Mo	Slip (m)
1,9300	85,1138	1,4650	29,1743	2483,1331	20,3550	2,264E+20	3,04

Tabel 3.8. Data Input *Software* Tsunami L-2008 Mw = 7,5 SR

Lintang (Konversi)	Bujur (Konversi)	Panjang Fault (Km)	Lebar Fault (Km)	Slip (m)
558,857	148,57	1,9300	29,1743	3,0400

**Lampiran**

Setelah mendapatkan data input Software Tsunami L-2008 maka skenario yang dibuat untuk magnitudo Mw= 7,5 sebagai berikut :

Tabel 3.9. Skenario Tsunami Mw = 7,5 SR

No.	Nama	Panjang Fault (Km)	Lebar Fault (Km)	Luas Fault (km)	Slip (m)
1	Skenario Awal	85,13	29,17	2483,13	3,04
2	Skenario 1	62,82	19,89	1249,45	6,04
3	Skenario 2	49,31	16,93	834,80	9,04
4	Skenario 3	41,76	15,01	626,80	12,04
5	Skenario 4	36,02	13,93	501,77	15,04
6	Skenario 5	36,99	11,31	418,33	18,04
7	Skenario 6	35,51	10,10	358,68	21,04
8	Skenario 7	32,26	9,73	313,92	24,04
9	Skenario 8	30,24	9,23	279,09	27,04
10	Skenario 9	28,29	8,88	251,22	30,04
11	Skenario 10	27,68	8,25	228,41	33,04

Tabel 3.10. Hasil Perhitungan Rumusan Empiris Mw = 8,0 SR

Panjang Fault (log L)	L (km)	Lebar Fault (log W)	W(km) Fault (A) Km	Luasan	log Mo	Mo	Slip (m)
2,2200	165,9587	1,6700	46,7735	7762,4712	21,1050	1,27E+21	5,4686

Dan kemudian data yang di input ke dalam software Tsunami L-2008 dengan data sebagai berikut :

Tabel 3.11. Data Input Software Tsunami L-2008 Mw = 8,0 SR

Lintang (Konversi)	Bujur (Konversi)	Panjang Fault (Km)	Lebar Fault (Km)	Slip (m)
558,857	148,57	2,2200	46,7735	5,4686

Setelah kita mendapatkan data parameter diatas maka scenario yang dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 3.12. Skenario Tsunami (Mw = 8,0 SR)

No.	Nama	Panjang Fault (Km)	Lebar Fault (Km)	Luas Fault (km)	Slip (m)
1	Skenario Awal	165,96	46,77	7762,534	5,46
2	Skenario 1	135,56	15,29	2071,96	20,43
3	Skenario 2	149,59	25,24	3776,093	11,21
4	Skenario 3	125,85	35,63	4484,110	9,44
5	Skenario 4	122,33	19,98	2443,99	17,32
6	Skenario 5	125,69	13,18	1656,752	25,55
7	Skenario 6	115,65	12,083	1397,401	30,292
8	Skenario 7	124,68	22,952	2861,692	14,792
9	Skenario 8	99,85	18,48	1846,05	22,93
10	Skenario 9	82,64	18,04	1491,02	28,39
11	Skenario 10	80,02	28	2242,055	18,88