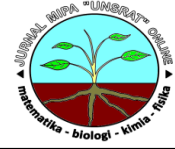




dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



## Analisis Potensi Tsunami Menggunakan Mekanisme Fokus (Studi Kasus Gempa 15 November 2014)

Aprillya J.G Arikalanga<sup>a</sup>, Guntur Pasau<sup>a\*</sup>, Ferdya<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Unsrat, Manado

### KATA KUNCI

Mekanisme Bola Fokus  
Sesar/Patahan

### ABSTRAK

Lempeng laut Maluku merupakan lempeng mikro yang berada di antara lempeng mikro Sangihe dan Halmahera yang bergerak berlawanan arah, kondisi ini mengakibatkan kegempaan daerah Sulawesi Utara dan sekitarnya terkonsentrasi di sebagian besar wilayah Laut Maluku dan sisanya terjadi di Laut Sulawesi. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik pola patahan akibat gempabumi tanggal 15 November 2014 di Laut Maluku koordinat  $1^{\circ}$  LS -  $3^{\circ}$  LU dan  $120^{\circ}$  -  $130^{\circ}$  BT dengan sumber data dari katalog gempa bumi USGS dan Global Centroid Momen Tensor. Analisis bola fokus bahwa gempa tanggal 14 November 2014 dengan koordinat  $1^{\circ}$  LS -  $3^{\circ}$  LU dan  $120^{\circ}$  -  $130^{\circ}$  BT adalah kombinasi sesar mendatar dan sesar naik atau jenis sesar ini disebut juga *oblique*. Hasil analisis menggunakan Software WinITDB dan perhitungan rumus empiris menunjukkan bahwa terjadi deformasi di dasar laut 1,409 m, yang menyebabkan terjadinya Tsunami yang kecil, karena deformasi yang terjadi belum cukup kuat pengaruhnya untuk merobek permukaan dasar laut.

### KEYWORDS

Focal Mechanism  
Fault

### ABSTRACT

Molucca Sea plate is the plate between the micro's plate Sangihe and Halmahera are moving in opposite directions, these conditions result in the regional seismicity of North Sulawesi and the surrounding area is largely concentrated in the Molucca sea and the rest occur in the Celebes Sea. As for the purpose of this research is to determine the result of fracturing pattern karakteristik gempabumi November 15, 2014 in the Molucca sea coordinates  $10^{\circ}$  LS -  $30^{\circ}$  N and  $1200$ - $1300$  BT with the source data from the USGS earthquake catalogs and the Global Centroid Moment Tensor. Analysis of the focal sphere that the earthquake on 14 November 2014 with coordinates  $10^{\circ}$  LS -  $30^{\circ}$  N and  $1200$ - $1300$  BT is a combination of horizontal fault and fault ride or any type of fault is also called oblique. The results of the analysis using WinITDB Software and calculation of empirical formula indicate that occurs on the ocean floor deformation 1.409 m, which led to a small Tsunami, because deformations that occur are not yet strong enough to rip his influence the surface of the seabed.

### TERSEDIA ONLINE

01 Februari 2018

### 1. Pendahuluan

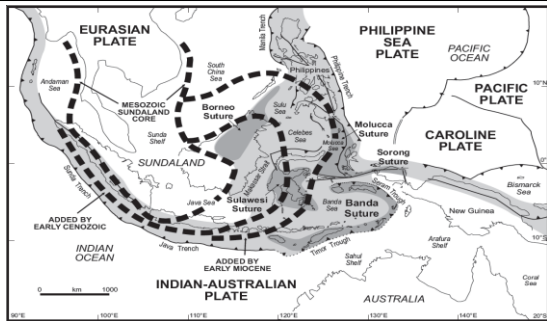
Indonesia terletak pada batas pertemuan tiga lempeng besar dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia serta satu lempeng mikro yaitu lempeng mikro Filipina, karena itu maka wilayah Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempa tektonik (Pasau, 2011).

Lempeng laut Maluku merupakan lempeng mikro yang berada di antara lempeng mikro Sangihe dan Halmahera yang bergerak berlawanan arah, kondisi ini mengakibatkan kegempaan daerah Sulawesi Utara dan sekitarnya terkonsentrasi di sebagian besar wilayah Laut Maluku dan sisanya terjadi di Laut Sulawesi.

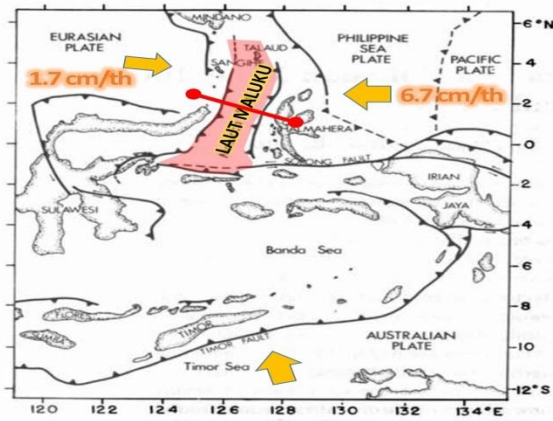
\*Corresponding author: Jurusan Fisika FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115

Email address: [aprillyaarikalang@gmail.com](mailto:aprillyaarikalang@gmail.com)

Published by FMIPA UNSRAT (2018)



Gambar 1. Zona Batas Lempeng Indonesia



Gambar 2. Subduksi Ganda Laut Maluku

Gempabumi dengan magnitudo 7.3 SR tanggal 15 November 2014 merupakan salah satu contoh gempa berskala besar yang terjadi di Laut Maluku dengan koordinat 1° LS - 3° LU dan 120° - 130° BT. Secara teoritis, gempa yang terjadi sudah memenuhi kriteria gempa yang mengakibatkan tsunami. Namun kenyataannya tidak ada tsunami yang terjadi. Maka dianggap perlu untuk menganalisis penyebab tidak adanya tsunami meskipun gempa yang terjadi memenuhi kriteria terjadinya tsunami.

Penentuan pola patahan gempa dalam penelitian ini menggunakan mekanisme bola fokus. Dengan menentukan pola patahan, hasil yang diperoleh diharapkan berupa pola patahan yang dominan di daerah laut Maluku. Penentuan pola patahan dominan Laut Maluku dikaitkan dengan gempa 7.3 SR tanggal 15 November 2014 untuk melihat proyeksi bola fokus yang didapat kemudian akan diketahui penyebab tidak terjadinya tsunami pada gempa besar tersebut.

**2. Material dan Metode**

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa data kejadian gempa bumi periode 11 Desember - 21 Desember 2014 yang diperoleh dari katalog gempa bumi USGS dan *Global Centroid Momen Tensor* (Global CMT) dan *International Seismological Center* (ISC).

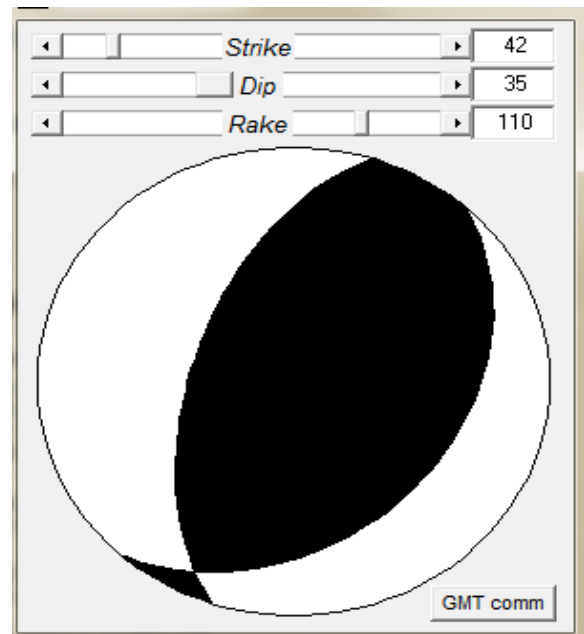
Data gempa yang dianalisis berupa data kejadian gempa bumi dengan batas daerah penelitian yaitu 1° LS - 3° LU dan 120° - 130° BT, kedalaman 1 - 60 Km (gempa dangkal). Parameter gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini berupa lokasi episenter (sumber gempa bumi), magnitudo, dan kedalaman sumber gempa bumi

serta parameter bola fokus berupa data polarisasi awal gelombang gempa pada stasiun pengamat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Mekanisme Bola Fokus (*Focal Mechanism*)**

Data parameter gempabumi berupa posisi lintang dan bujur lokasi kejadian gempa bumi yang kemudian diproses menggunakan bantuan *software* Mirone. *Software* ini membantu memproyeksikan bidang sesar berupa bola fokus untuk kejadian gempa bumi secara otomatis dengan menggunakan data katalog Global CMT (*Centroid momen Tensor*) berupa data *strike*, *dip* dan *slip*. Data yang digunakan bisa diakses langsung ketika akan menggunakan *software* mirone dengan koneksi data internet. Hasil dari keluaran Mirone berupa gambar bola fokus yang dapat di plot otomatis ketika dimasukkan data *strike* 42°, *dip* 35°, dan *rake* 110°. Berdasarkan Mirone keluaran bola fokus yaitu *Oblique* naik, yaitu kombinasi antara sesar mendatar dan sesar naik. Dari keluaran mekanisme bola fokus yakni *oblique* naik sehingga gempa tanggal 14 November 2014 menyebabkan tsunami.



Gambar 3. Hasil Keluaran focal menggunakan Mirone

**3.1. Hasil perhitungan panjang patahan, lebar patahan, dan pergeseran dasar laut**

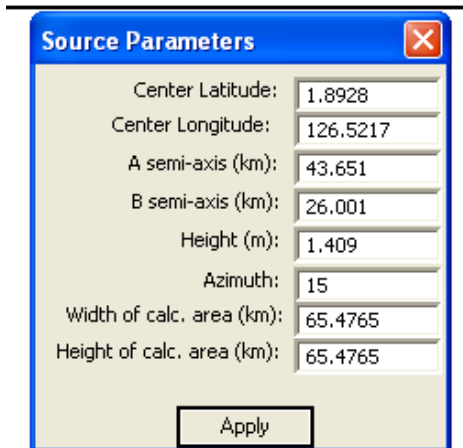
Perhitungan menggunakan yang digunakan untuk menghitung parameter patahan (Wells dan Coppersmith, 1994). Dengan hasil sebagai berikut :

- Magnitudo Gempa : 7.3 SR
- Panjang Patahan : 43,651 Km
- Lebar Patahan : 26.001 Km
- Pergeseran Dasar Laut : 1,409 m

Hasil perhitungan digunakan dalam proses pembuatan simulasi Tsunami menggunakan *software* WinITDB.

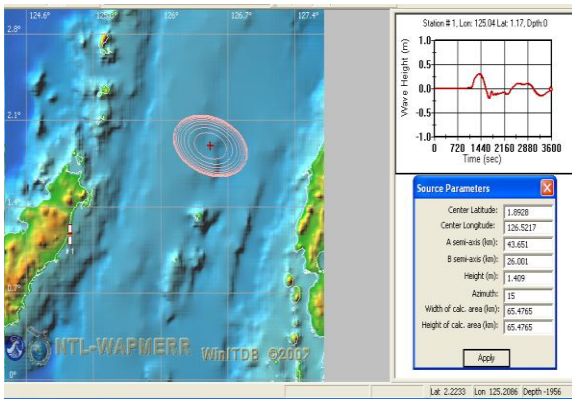
### 3.2. Simulasi Tsunami Menggunakan Software WinITDB

Langkah pertama yang dilakukan untuk membuat simulasi Tsunami yaitu menyiapkan data yaitu data sumber gempa berupa lintang, bujur daerah tunjangan tsunami, hasil perhitungan panjang patahan, lebar patahan, deformasi vertikal tanggal 14 November 2015.

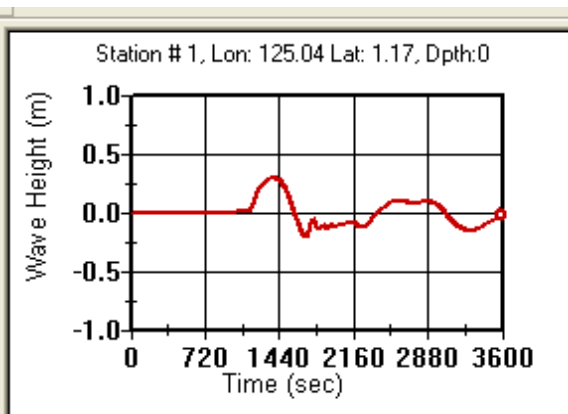


Gambar 4. Parameter Gempa

Data yang ditulis dalam source parameter selanjutnya akan digunakan sebagai data utama untuk pembuatan simulasi Tsunami.



Gambar 5. Simulasi Tsunami menggunakan Software WinITDB

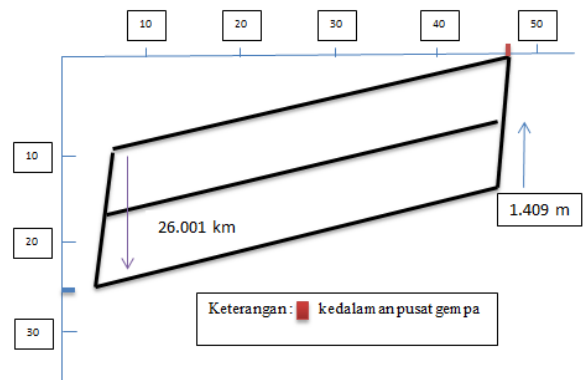


Gambar 6. Run Up simulasi Tsunami

Dari hasil simulasi yang dilakukan terlihat bahwa ada kenaikan air di permukaan yaitu 0,3 meter di 1.8928 LU dan 126.5217 BT, lokasi

berada di utara Laut Maluku yaitu di 158 km Timur Laut Bitung atau 160 km Barat Laut Ternate. Run up (ketinggian air saat mencapai permukaan) di tunjukan dengan garis berwarna merah, yang terjadi di pesisir laut Manado.

Tsunami yang terjadi tidak dapat dilihat secara langsung oleh manusia, dikarenakan kekuatan tsunaminya kecil yaitu 0.3 m hanya dapat dibaca lewat hasil simulasi dengan WinITDB. Dilihat dari kecilnya intensitas gelombang tsunami secara kasat mata tidak dapat dilihat ataupun dirasakan oleh orang sekitar. Kejadian tsunami dilihat menggunakan alat khusus pendeteksi tsunami dengan meninjau kecepatan gelombang yang tinggi dan periodenya yang panjang.

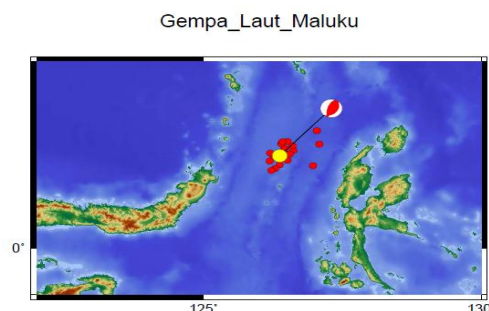


Gambar 7. Skema kondisi ekstrim gempa Laut Maluku berdasarkan panjang dan lebar patahan

Gambar skema menjelaskan kondisi ekstrim gempa 15 November 2014 dengan kedalaman yaitu 48 Km di bawah permukaan, lebar patahan 26.001 km dan dislokasi (pergeseran) sesar sebesar 1.409 m. Dilihat dari syarat terjadinya tsunami, gempa 7.3 SR ini seharusnya menimbulkan Tsunami yang cukup besar, namun setelah dilakukan perhitungan dislokasi sesar dapat dilihat bahwa pergerakan yang terjadi sangat kecil. Salah satu penyebab yaitu adanya kombinasi sesar yang terbentuk yaitu kombinasi antara sesar mendatar dan sesar naik (*oblique*).

### 3.3. Pemetaan Data Aftershock dan Mainshock

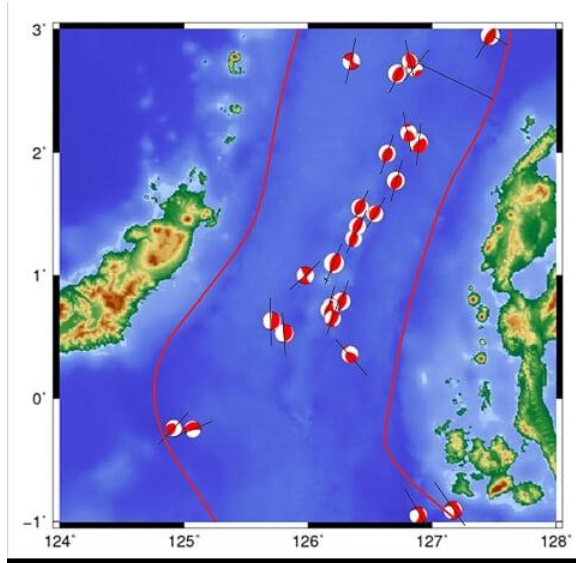
Berdasarkan gempa, setelah di plot terlihat bahwa pola patahan yang terbentuk untuk kejadian gempa 15 November 2014 adalah sesar kombinasi antara sesar mendatar dengan sesar naik atau disebut sesar *oblique*.



Gambar 8. Peta After Shock dan Mainshock

### 3.4. Pola Patahan Gempa Laut Maluku

Dengan menggunakan Software GMT, bola fokus untuk setiap kejadian gempabumi diplot berdasarkan lokasi episenter, sehingga menghasilkan peta sebaran bola fokus kejadian gempabumi di Laut Maluku.



Gambar 9. Pola Patahan Gempa bumi Laut Maluku

Berdasarkan peta sebaran pola patahan wilayah Laut Maluku, jenis sesar yang dominan adalah sesar naik atau yang disebut *thrust fault*. Sesar lain yang terbentuk yaitu sesar mendatar (*strike slip fault*). Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena adanya gerak lempeng Halmahera yang relatif berlawanan dengan arah gerak lempeng Sangihe. Kedua lempeng tersebut bergerak saling menekan lempeng Laut Maluku yang posisinya berada diantara kedua lempeng tersebut. Lempeng Halmahera cenderung bergerak relatif ke arah Barat dan lempeng Sangihe relatif ke arah Timur.

### 4. Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis mekanisme bola fokus, menunjukkan bahwa gempa tanggal 14 November 2014 dengan koordinat  $1^{\circ}$  LS -  $3^{\circ}$  LU dan  $120^{\circ}$  -  $130^{\circ}$  BT adalah kombinasi sesar mendatar dan sesar naik atau jenis sesar ini disebut juga *oblique*.
2. Berdasarkan analisis hasil software WinITDB dan perhitungan menggunakan rumus empiris terjadi deformasi di dasar laut yang tidak terlalu kuat yaitu 1,409 m. Hal ini yang menyebabkan terjadinya Tsunami yang kecil, karena deformasi yang terjadi belum cukup kuat pengaruhnya untuk merobek permukaan dasar laut.

### Daftar Pustaka

- Ibrahim, G dan Subardjo. 2005. Pengetahuan Seismologi. Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta
- Ismullah, M.F, Lantu, S. Aswad, dan Massinai M.A. 2015 Tectonics Earthquake Distribution Pattern Analysis Based Focal Mechanisms (Case Studi

Sulawesi Island, 1993-2912). Ip Cof. Proc. **1658**: 030013-1-030013-10. <http://dx.doi.org/10.1063/1.4815021> [5 November 2017]

- Nielsen, P. 2007. Aktivitas Gempa Laut Maluku. Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Pasau, G. 2011. Respons Spektra Gempabumi di Batuan Dasar Kota Bitung Sulawesi Utara Pada Periode Ulang 2500 Tahun. *Jurnal Ilmiah Sains*. **11**: 13-19
- Pasau, G. dan A. Tanauma. 2011. Pemodelan Sumber Gempa di Wilayah Sulawesi Utara Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gempabumi. *Jurnal Ilmiah Sains*
- Pribadi, S., Afnimar., Puspito, N.T dan Ibrahim, G. 2013. Characteristic of Earthquake-Generated Tsunamis in Indonesia Based on Source Parameter Analysis. *J. Math.Fund. Sci.* **45**: 2: 189-207 [9 November 2017]
- Raharjo, S.S. 2013. Pemetaan Daerah Rawan Tsunami di Wilayah Pesisir Kema Sulawesi Utara [Tesis]. Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Stein S. dan Wysession, M. 2003. *An Introduction to Seismology Earthquake and Earth Structure*. *Geomag.* 140:727-735
- Wells, D.L dan Coopersmith, K.J.1994. *New Empirical Relationships among Magnitudo, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement*. *Buletin Of The Seismological Society of America*. **84**:974-1002.