

ANALISIS CMT GEMPA BUMI 06 FEBRUARI 2013 DAN 03 MARET 2015 YANG TERJADI DI SUMATERA SELATAN

Dina Aljufri Estria¹ dan Supardiyono²

¹Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Email: dinaestria16030224002@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian analisis Centroid Moment Tensor (CMT) di Sumatera Selatan ini bertujuan untuk menganalisis *focal mechanism* gempa bumi dan pola bidang patahan pada event gempa bumi Tanggal 06 Februari 2013 dan 03 Maret 2015. Metode penelitian yang digunakan adalah metode inversi *waveform* tiga komponen dengan menggunakan *software* MTINV. Data yang digunakan merupakan data *waveform* yang direkam oleh stasiun seismik PBSI, PPSI, SISI, SLSI, MKBI, dan SDSI yang diperoleh melalui webdc3 BMKG. Pada event gempa bumi 06 Februari 2013 data *waveform* difilter pada frekuensi 0,020-0,045Hz dengan kedalaman centroid antara 1- 10 km, sedangkan pada event gempa 03 maret 2015 data *waveform* difilter pada frekuensi yang sama dengan kedalaman antara 4-40km. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gempa bumi 06 Februari 2013 dengan *latitude* -1.5 , *longitude* 100.20 memiliki varian reduksi 49,1% yang berkorelasi dengan *Double Couple* (DC) sebesar 95,2% dan pola bidang sesar gempa bumi berbentuk *strike-slip*, sedangkan gempa bumi pada 03 Maret 2015 dengan *latitude* -0.72, *longitude* 98.74 diperoleh varian reduksi 63,3% yang memiliki korelasi dengan *Double Couple* sebesar 99,1% dan pola bidang sesar gempa bumi berbentuk *reverse*. Kedua event gempa bumi tersebut menunjukkan bahwa nilai DC lebih besar dari pada 50%. Nilai DC ini menunjukkan bahwa gempa bumi disebabkan oleh aktivitas tektonik.

Kata Kunci: Focal Mechanism, Sesar Mentawai, Centroid Momen Tensor, Inversi Waveform Tiga Komponen, Software MTINV

Abstract

Study of analyze Centroid Moment Tensor aims to analyze the earthquake focal mechanism and fault patterns in the earthquake events of February 6, 2013 and March 3, 2015. The method used is a three component waveform inversion using MTINV software. The data used are waveform data recorded by the seismic PBSI, PPSI, SISI, SLSI, MKBI, and SDSI stations and obtained through at webdc3 BMKG. At the earthquake event on February 6, 2013 waveform data was filtered at frequencies of 0.020-, 045Hz with centroid depths between 1-10 km, while at the March 03 earthquake event waveform data was filtered at the same frequency as depths of 6-60km. The results showed that the earthquake February 6, 2013 with latitude -1.5, longitude 100.20 has a reduction variant of 49.1% which correlates with a Double Couple (DC) of 95.2% and earthquake fault pattern in the form of strike-slip, while the earthquake on March 03, 2015 with latitude -1.5, longitude 100.20 has a reduction variant of 63.3% which has a correlation with a Double Couple by 99.1% and earthquake fault pattern in the form of *reverse*. Both earthquake events indicate that DC values are greater than 50%. This DC value indicates that the earthquake was caused by tectonic activity.

Keywords: Focal Mechanism, Mentawai Fault, Centroid Moment Tensor, Three Component Waveform Inversion, MTINV Software

PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan bencana alam yang akan terus terjadi dan tidak dapat dihindari karena terjadi secara tiba-tiba dalam waktu yang cepat dan relative singkat. Indonesia adalah negara yang terletak diantara beberapa lempengan bumi dan dangkalan laut. Terletak diantara

pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik. Adanya pertemuan antara tiga lempeng tersebut mengakibatkan sering terjadinya bencana alam besar seperti gempa bumi, tsunami, dan tanah longsor. Kondisi ini disebabkan besarnya energi yang tidak sanggup tertahan.

Sumatra termasuk salah satu pulau yang sering mengalami gempa bumidikarenakan letaknya berada di depan Lempeng Indo-Australia. Secara regional Sumatra selatan terbentuk akibat adanya interaksi antara lempeng Lempeng Samudera Hindia yang tersubduksi ke bawah Lempeng Eurasia. Gempa Bumi dengan magnitudo besar yang terjadi di Sumatra Selatan Sebagian besar diakibatkan adanya penyusupan lempeng yang berada di dasar laut perairan sebelah Selatan. Sumatra Selatan dan aktivitas lempeng di zona subduksi. Terdapat beberapa sesar aktif di Sumatra selatan seperti sesar semangko dan sesar mentawai termasuk sesar aktif yang terletak di laut sekitan kepulauan Mentawai.

Untuk menentukan jenis pola bidang sesar yang dapat ditentukan melalui fungsi green karena dalam perambatan gelombang seismicnya merambat dalam ruang tiga dimensi dari pusat gempa bumi yang dapat terekam stasiun pada komponen X, Y, dan Z dan mengetahui parameter penyebab gempa bumi lebih akurat dapat dilakukan menggunakan estimasi Centroid Momen Tensor yang di ekstrak melalui inverse waveform tiga komponen dengan memanfaatkan waktu waktu tiba gelombang P (Madlazim, 2017). Centroid Momen tensor memberikan hasil berupa informasi jenis pola bidang sesar dan penyebab gempa seperti Isometric, Double Couple, Compansated linier Vector Dipole, dan Variance Reduction dan dikatakan reliable apabila stasiun seismic yang berada disekitar gempa bumi telah meliputi 4 kuadrandan $VR > 50\%$ maka gempa bumi disebabkan oleh aktivitas vulkanik (Madlazim dan Prastowo, 2018).

METODE

Penelitian pola bidang sesar dengan centroid momen tensor atau CMT merupakan penelitian berbasis komputasi dengan metode inverse waveform tiga komponen. Tiga komponen dalam penelitian ini adalah komponen X, Y, dan Z yang merupakan komponen dari titik terjadinya gempa bumi menuju stasiun perekam dengan menggunakan model kecepatan wus.par. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari BMKG dengan mengakses website WebDC3 pada laman <http://202.90.198.100/webdc3/>. Data yang digunakan merupakan data gempa bumi di Sumatera Selatan pada event tanggal 06 Februari 2013 pukul 22:11:19 GMT dengan magnitudo sebesar 5.1SR, *latitude* -1.5, *longitude* 100.20, dan kedalaman 10 km, dan gempa bumi 03 Maret 2016 pukul 10:37:31 dengan magnitudo sebesar 6.2 SR, *latitude* -1.4, *longitude* 100.20, dan kedalaman 60 km.

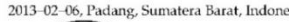
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Software* MTINV. *Software* ini berfungsi untuk menginput data sehingga dapat menghasilkan parameter gempa bumi. *Software* MTINV ini memerlukan *software* pendukung untuk menjalankannya yaitu Linux, RDSEED, GMT (*Generic Mapping Tools*), dan SAC (*Seismic Analysis Code*). Langkah pertama yang harus dilakukan dalam mengoperasikan *software* MTINV adalah dengan menginput parameter gempa bumi berupa nilai *origin time*, *latitude*, *longitude*. Kedua, menginput stasiun seismic dan model kecepatan dalam proses MKGLIB. Hasil proses MKGLIB menghasilkan data biner dari perhitungan parameter gempa bumi melalui fungsi green serta *output glib*. Ketiga, membuat *mtinv.par* dengan menginput data informasi terkait event gempa bumi dan stasiun seismic pada tiga proses yakni *glib2nv*, *sacdata2inv*, dan *mtinv*. Keempat, hasil dari proses MKGLIB yang terbaca oleh *glib2nv* akan di filter sesuai data gempa bumi yang teramati oleh stasiun seismic dengan data yang terhitung oleh *output biner* untuk menghasilkan *waveform* tiga komponen yang lebih *reliable*. Kelima, data file SEED yang telah diekstrak diinput dalam *sacdata2inv* dan menghasilkan *output* 3 data biner yang berasal dari hasil proses *glib2nv*, *sacdata2inv*, dan *mtinv.par* yang digunakan sebagai data pada proses pengoperasian *software* MTINV. Hasil dari inverse waveform menggunakan *software* MTINV ini digambarkan dalam bentuk *beachball*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil data penelitian mengenai pola bidang sesar yang telah dilakukan, maka berikut ini adalah hasil-hasil dan pembahasan dari penelitian tersebut.

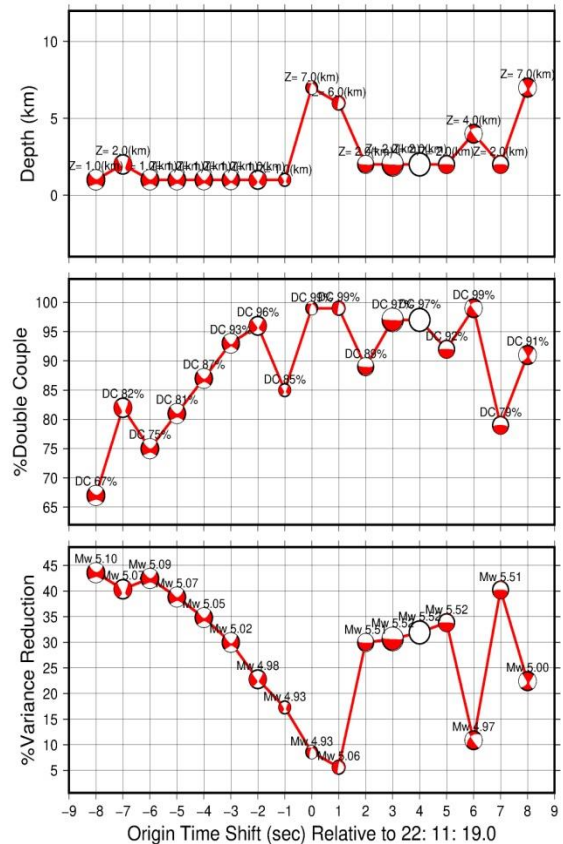
Gempa tanggal 06 Februari 2013

Gempa yang terjadi pada tanggal 06 Februari 2013 pukul 22:11:19 GMT dengan magnitudo sebesar 5.1 SR, *latitude* -1.5, *longitude* 100.20, dan kedalaman 10km dimana lokasi gempa berada didekat kepulauan mentawai ini terekam oleh beberapa stasiun yang memenuhi syarat 4 kuadran disekitar terjadinya gempa bumi diantaranya stasiun PBSI, PPSI, SISI, SLSI. Saat memfilter sinyal broadband yang terekam melalui seismogram dapat menggunakan frekuensi *waveform* 0.020Hz – 0.045Hz dan dengan input kedalaman centroid antara 1 – 10km.



Pada gambar 1 dengan hasil Mw sebesar 5.09 menunjukkan hasil variance reduction sebesar 49,1% dengan komponen DC sebesar 95,2% dan CLVD sebesar 4,8%. Dari hasil presentase DC lebih besar dari CLVD maka gempa bumi disebabkan karena gempa tektonik.

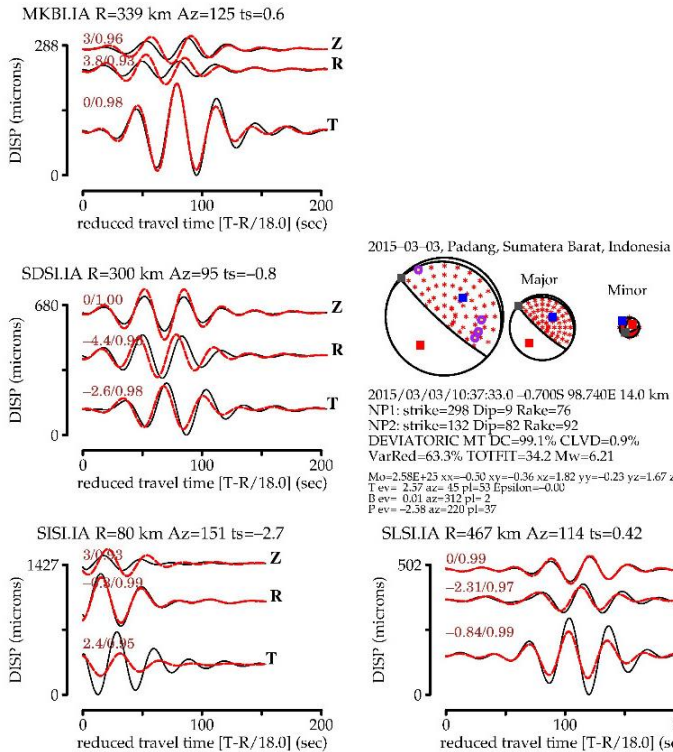
Pada gambar 2 merupakan hasil grafik *cross correlation* antara Kedalaman, *Double Couple* (DC), dan *Variance-Reduction* (VR). Hasil grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai kedalaman centroid 10 km, dan nilai *Variance Reduction* diperoleh 49,1% yang memiliki korelasi dengan *Double Couple* sebesar 95,2%.



Gempa tanggal 03 Maret 2015

ISSN : 2302-4216 © Prodi Fisika Jurusan Fisika 2020

*Analisis CMT Gempa Bumi 06 Februari 2013 dan 03 Maret 2015
yang Terjadi Di Sumatera Selatan*

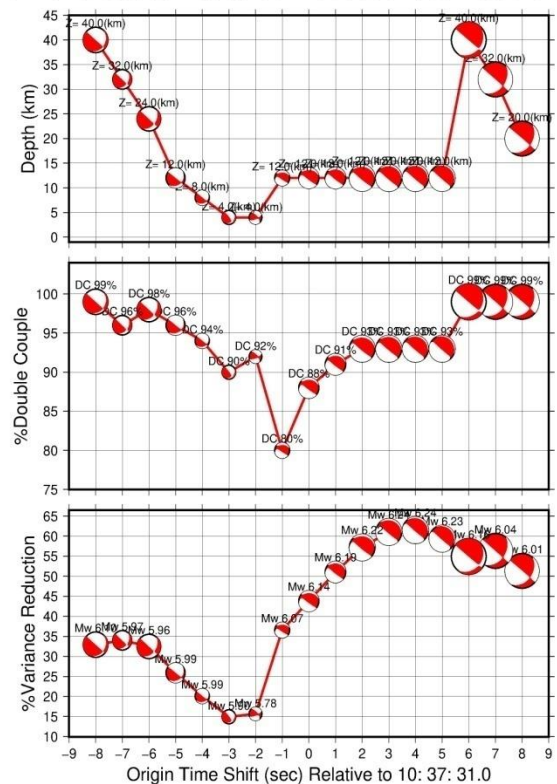


Gambar 3. Hasil fitting data waveform 3 komponen.

Pada gambar 3 dengan hasil Mw sebesar 6.2 SR menunjukkan hasil variance reduction sebesar 63,3% dengan komponen DC sebesar 99,1% dan CLVD sebesar 0,9%. Dari hasil presentase DC lebih besar dari CLVD maka gempa diakibatkan karena gempa tektonik.

Pada gambar 4 merupakan hasil grafik cross correlation antara Kedalaman, *Double Couple* (DC), dan *Variance Reduction* (VR). Hasil grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai kedalaman centroid 60 km, dan nilai *Variance Reduction* diperoleh 63,3% yang memiliki korelasi dengan *Double Couple* sebesar 99,1%

Shift versus % Variance Reduction, % Double Couple :



Gambar 4. Hasil Cross Correlation DC, VR, dan Kedalaman 03 Maret 2015.

Hasil dari penelitian pola bidang sesar dengan Centroid Momen Tensor ini dapat dikatakan *reliable* apabila stasiun seismic yang terekam telah meliputi 4 kuadran dan dengan nilai VR > 50%. *Variance Reduction* tersebut merupakan korelasi gelombang waveform sintetis dan terukur tiap komponen yang terekam oleh stasiun sekitar gempa bumi yang dinyatakan dalam rentang 0 sampai 100%. Apabila semakin besar nilai *Variance Reduction* nya, maka semakin besar pula tingkat korelasi gelombang waveform. Madlazim dan Prastowo (2018) mengatakan bahwa apabila solusi penelitian Centroid Moment Tensor ini menunjukkan angka presentase ISO < 50%, maka penyebab gempa bumi adalah dari aktivitas tektonik, bila persentase ISO > 50%, maka penyebab gempa bumi berasal dari ledakan, dan bila CLVD > 50%, maka gempa bumi disebabkan oleh aktivitas vulkanik.

Berdasarkan Tabel 1 komponen deviatorik yang merupakan penjumlahan DC dan CLVD menunjukkan bahwa gempa bumi yang terjadi adalah akibat dari aktivitas tektonik. Aktivitas tektonik ini dilihat melalui presentase nilai DC yang lebih besar dibandingkan nilai CLVD. Gambar 1 menunjukkan bahwa gempa yang terjadi pada *latitude* -1.5 , *longitude* 100.20 disebabkan oleh aktivitas pergerakan Sesar Mentawai yang

ditunjukkan oleh bentuk beachball *strike-slip*. Gambar 3 menunjukkan bahwa gempa yang terjadi pada *latitude* - 0.72, *longitude* 98.74 disebabkan oleh aktivitas pergerakan zona subduksi yang ditunjukkan oleh bentuk beachball *reverse*.

Tabel 1. Hasil solusi *Centroid Moment Tensor*

Tanggal	Depth	Mw	DC (%)	CLVD (%)	VR (%)
06 Februari 2013	10 km	5.09	95.2	4.8	49.1
03 Maret 2015	60 km	6.21	99.1	0.9	63.3

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pola bidang sesar gempa bumi yang terjadi pada tanggal 06 Februari 2013 berbentuk *strike-slip* dengan nilai VR 49,1% sedangkan pola bidang sesar gempa bumi yang terjadi pada tanggal 03 Maret 2015 berbentuk *reverse* dengan nilai VR 63,3%. Nilai DC yang lebih besar dari CLVD menunjukkan bahwa gempa diakibatkan oleh aktivitas Tektonik

Saran

Penelitian Analisis CMT gempa bumi ini mengalami beberapa kendala dalam proses pengerjaan seperti data yang sudah tidak dapat di akses melalui webdc3 BMKG serta tidak semua event gempa bumi yang terjadi terekam oleh stasiun disekitarnya sehingga sulit memenuhi syarat 4 kuadran. Agar memperoleh hasil yang lebih reliable dan akurat maka perlu lebih memperhatikan dalam pemilihan data yang dikelilingi stasiun seismic sesuai yakni minimal 4 kuadran sehingga menghasilkan data korelasinya yang jauh lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bellier, O., Siame, L., Beaudouin, T., Villeneuve, M., & Braucher, R. (2001). High slip rate for a low seismicity along the Palu-Koro active fault in Central Sulawesi (Indonesia). 463–470.
- Ichinose, G. A., Anderson, J. G., Smith, K. D., & Zeng, Y. (2003). Source parameters of eastern California and western Nevada earthquakes from regional moment tensor inversion.
- Madlazim, Prastowo, T., Supardiyono, & Hardy, T. (2018). Determination of source parameters of the 2017 Mount Agung volcanic earthquake from moment tensor inversion method using local broadband seismic waveform. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/997/1/012001>
- Madlazim. 2011. Estimasi Momen Tensor, Bidang Sesar dan Durasi Rupture Gempa Bumi di Sumatera serta Kemungkinan Penerapannya untuk Sistem Peringatan Dini Tsunami.
- Madlazim. 2016. Fisika Bumi Seismologi. Surabaya: Unesa University Press
- Mukti, M. M., Singh, S. C., Deighton, I., Hananto, N. D., Moeremans, R., Permana, H., 2012. Structural evolution of backthrusting in the Mentawai Fault Zone, offshore Sumatran forearc. *Geochem.*
- Sumatra. *Geophysical Journal International*, 180 (2), 703-714.
- Vackáar, J., Burjánek, J., Gallovič, F., Zahradník, J., & Clinton, J. (2017). Bayesian ISOLA: New tool for automated centroid moment tensor inversion. *Geophysical Journal International*, 210(2), 693– 705.