

ESTIMASI CENTROID MOMENT TENSOR GEMPA BUMI DI WILAYAH SUMATERA SELATAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MTINV

Rona Dwi Rahmah¹, Madlazim²

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email: ronadwirahmah70@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mengetahui parameter sumber gempa bumi dan jenis sesar gempa bumi di wilayah Sumatera Selatan dengan menggunakan software MTINV. Di Sumatera terdapat dua pembangkit gempa bumi, pertama zona subduksi, kedua zona patahan sumatera yang biasa disebut sesar semangko. Sumatera selatan termasuk dalam patahan aktif sumatera dan dilalui oleh zona subduksi dan sesar semangko, sehingga memiliki sejarah kegempaan yang cukup tinggi setiap tahunnya. Dari beberapa gempa yang terjadi diketahui bahwa disekitar Sumatera terdapat sesar yang memiliki sejarah dan menimbulkan gempa bumi yang dapat merusak. Untuk memperkecil kerusakan gempa yang terjadi maka perlu untuk mengetahui parameter sumber gempa dan jenis gempa. Dalam penelitian ini menggunakan data gempa yang diunduh di webDC3 at BMKG yaitu data gempa tanggal 14 Januari 2012. Data tersebut meliputi *origin time*, *longitude*, *latitude* dan stasiun seismik, kemudian dilanjutkan ke proses inversi menggunakan software MTINV. Hasil dari proses inversi pada gempa tanggal 14 Januari 2012 dihasilkan persentase *Varian Reduksi* (VR) sebesar 54,9%, persentase CLVD sebesar 44,8% dan persentase *Double Couple* (DC) sebesar 55,2. Untuk jenis sesar gempa adalah tipe sesar strike slip. Maka untuk parameter sumber gempa tersebut disebabkan adanya aktivitas gempa tektonik karean *Double Couple* lebih dari 50%. Dan untuk jenis sesar gempa termasuk tipe sesar strike slip, karena lokasi gempa tersebut mendekati sesar semangko maka dapat dijelaskan pada penelitian sebelumnya lokasi yang berada pada sesar semangko yang mengakibatkan gempa tektonik.

Kata Kunci: *Centroid Moment Tensor* (CMT), *Software MTINV*, Gempa Tektonik, Strike slip

Abstrack

This research was conducted with the aim to know the parameters of earthquake source and type of earthquake fault in South Sumatera region using MTINV software. In Sumatra, there are two earthquake generators, the first subduction zone, the two Sumatran fault zones known as the semangko fault. Southern Sumatra is part of the active fault of Sumatera and it is traversed by the subduction zone and semangko fault, thus ensuring a high history of seismicity each year. From several earthquakes that occurred known that around Sumatra there is a fault which has a history then cause earthquakes that can damage it. To minimize the earthquake damage which has occurs, it is necessary to know the parameters of earthquake sources and types of earthquakes. In this study using earthquake data downloaded at webDC3 at BMKG is earthquake data on January 14, 2012. The data include the origin time, longitude, latitude and seismic station, then proceed to inversion process using software MTINV. The result of the inversion process in the earthquake on January 14, 2012 produced the percentage of Variance Reduction (VR) of 54.9%, the percentage of CLVD by 44.8% and the percentage of Double Couple (DC) of 55.2. For the type of fault in both earthquakes are type of strike slip fault. So for the earthquake source quake parameter is caused by tectonic earthquake activity because Double Couple more than 50%. And for the type of earthquake fault including strike slip fault type, because the location of the earthquake is close to the fault of semangko then it is described in previous research the location in the fault of semangko which caused tectonic earthquake.

Keywords: centroid moment tensor (CMT), software mtinv, tectonic earthquake, strike slip.

PENDAHULUAN

Indonesia yang mempunyai ribuan pulau kecil dan besar yang tersebar di beberapa pulau di Indonesia yang membujur dari utara ke selatan dan melintang dari barat ke timur ini merupakan wilayah sebaran gempa bumi dan Indonesia termasuk mempunyai tingkat kerawanan gempa yang cukup tinggi.

Pertemuan tiga lempeng utama yang terjadi di Indonesia mempengaruhi tektonik yang ada di Indonesia. Salah satunya Sumatera Selatan yang terletak diantara perbatasan Lempeng Indo-Australia yang terletak di barat yang bergerak relatif ke arah utara dan Lempeng Eurasia yang terletak di selatan yang bergerak relatif ke arah barat daya mempengaruhi Pulau

Jawa dan Pulau Sumatera (Ihsan, 2008). Di Sumatera terdapat dua pembangkit gempa bumi, yang pertama zona subduksi, yang kedua zona patahan sumatera yang biasa dikenal dengan nama sesar semangko. Sesar semangko ini termasuk patahan yang membelah aktif di Pulau Sumatera menjadi dua bagian, yang membelah dari teluk semangko yang ada di selat sunda sampai wilayah Aceh di utara dan sepanjang pegunungan Bukit Barisan yang disebut *Sumatera Fault Zone* (SFZ), sesar semangko termasuk patahan yang paling aktif di dunia (Madlazim, 2010).

Sumatera Selatan termasuk dalam patahan aktif Sumatera dan dilalui oleh zona subduksi dan sesar semangko, sehingga memiliki sejarah kegempaan yang

cukup tinggi setiap tahunnya. Dari beberapa gempa yang terjadi diketahui bahwa disekitar Sumatera terdapat sesar yang memiliki sejarah dan menimbulkan gempa bumi yang dapat merusak. Untuk memperkecil kerusakan gempa yang terjadi maka perlu untuk mengetahui parameter sumber gempa dan jenis gempa. Untuk lebih memahami tentang gempa bumi maka dilakukan penelitian dengan memodelkan 3 momen tensor gempa bumi dengan menggunakan software MTINV, software MTINV adalah sekumpulan aplikasi komputer untuk mengubah momen tensor gempa menjadi tiga komponen pergerakan tanah yang direkam dalam stasiun seismik (mis., Ichinose et al., 2003). Untuk lebih memahami mekanisme gempa, struktur dan dinamika dalam bumi dapat dilakukan melalui solusi *Centroid Momen Tensor* (CMT), solusi *Centroid Momen Tensor* (CMT) adalah solusi dari perkiraan parameter gempa sumber (*centroid*) gempa yang diperoleh menggunakan metode inversi dengan memanfaatkan waveform atau waktu tiba gelombang P. kemudian untuk BMKG sendiri itu belum memberikan informasi tentang CMT kepada masyarakat dan pentingnya mengestimasi gempa bumi, karena untuk menghitung CMT secara langsung belum ada instrumennya (Madlazim, 2017).

Dalam penelitian ini, memodelkan momen tensor gempa bumi atau CMT ini menggunakan metode inversi dengan memanfaatkan waktu tiba gelombang P dan menggunakan fungsi green tiga komponen (Sokos dan Zahradnik, 2008). Yakni selain arah sumbu Z, juga komponen X dan Y pada koordinat kartesian.

Analisis data dalam penelitian ini, yaitu karakteristik gempa dimodelkan dengan momen tensor gempa, momen tensor gempa ini terkait untuk mengetahui tipe sesar dari penyebab suatu gempa meliputi *Double Couple*(DC), *Vertikal Compensated Linear Dipole*(CLVD) dan *Variance Reduksi*(VR). Sehingga dapat diketahui perbedaan penyebab gempa bumi yang terjadi apakah gempa tektonik atau vulkanik. *Varian Reduksi* biasa dinyatakan dalam 0 sampai 100%, apabila CLVD menunjukkan persentase CLVD > 50% maka gempa disebabkan oleh aktivitas vulkanik, dan apabila DC menunjukkan persentase DC > 50% maka gempa disebabkan oleh aktivitas tektonik (Madlazim, 2017).

METODE

Jenis penelitian ini yaitu jenis penelitian metode penerapan laboratorium berbasis komputasi. Data yang digunakan yaitu data gempa bumi yang dapat diakses melalui websitewebDC3 (<http://202.90.198.100/webdc3>)

untuk mengetahui stasiun-stasiun seismik dan parameter gempa bumi.

Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu jumlah stasiun yang berbeda, sehingga mampu membandingkan hasil CMT dari beberapa stasiun seismik yang digunakan. Dalam pengolahan menggunakan software MTINV dimulai dengan mendownload data dari webDC3 at BMKG dengan menentukan batasan *latitude*, *longitude*, *magnitude*, kedalaman dalam bentuk SEED kemudiandata diekstrak kedalam SAC.

Untuk proses dari software MTINV langkah pertama yaitu menginput file parameter diantaranya nilai *latitude*, *longitude*, dan *origin time*. Setelah itu juga menginput lokasi stasiun dan model kecepatan ke proses MKGLIB. Pada proses ini sudah dimulai proses inversi dengan menghitung fungsi *Green*, dengan hasil inversi berupa parameter gempa bumi kemudian digunakan untuk menentukan solusi bidang patahan (*fault-plane*) dan menghasilkan output biner. Langkah kedua output biner masuk ke proses GLIB2INV dalam proses ini melanjutkan perhitungan dari fungsi *Green* melibatkan proses inversi tiga komponen. Setelah proses menghitung dan membaca output biner dihasilkan proses MKGLIB yang memfilter fungsi *Green* dan menghasilkan output ginv. Langkah ketiga yaitu proses SACDATA2INV dalam proses ini membaca data SAC yang diekstrak dari file SEED dan respons file zeros yang digunakan untuk mencocokkan stasiun seismik dan model kecepatan. Kemudian setelah ketiga proses itu selesai maka didapatkan *mtinv.par* dan melanjutkan ke proses yang terakhir yaitu MTINV yang menghasilkan output berupa teks, file dan GMT.

Penelitian ini menggunakan analisis waveform lokal tiga komponen (BHE, BHN dan BHZ). Data yang digunakan yaitu data gempa bumi yang dapat diakses melalui website webDC3 (<http://202.90.198.100/webdc3>), yaitu gempa bumi yang terjadi di Sumatera Selatan pada tanggal 14 Januari 2012.



Gambar 1. Peta lokasi gempa

Stasiun seismik yang dipilih adalah stasiun yang sesuai dengan posisi sumber gempa yaitu KASI, MASI, MNAI dan PPSI. Stasiun-stasiun ini dengan letak geografis di pusat gempa dapat digambarkan sebagai berikut:

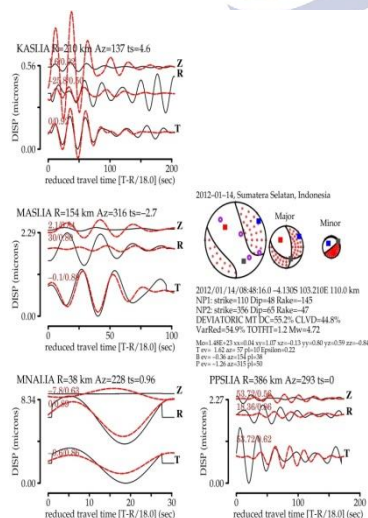
Tabel 1. Stasiun seismik lokasi gempa

Stasiun Seismik	Latitude	Longitude	Jarak Episentral (km)
KASI	-5.52	104.50	210
MASI	-3.14	102.59	154
MNAI	-4.36	102.96	38
PPSI	-2.77	100.01	386

Keempat stasiun seismik tersebut sudah cukup dapat mengkover distribusi lokasi gempa, sehingga stasiun-stasiun seismik tersebut dapat sesuai dengan posisi sumber gempa. Pada penelitian ini menggunakan frekuensi inversi *waveform* antara 0,03 Hz sampai 0,048 Hz, lebar frekuensi ini sudah bisa memenuhi dari persyaratan inversi *waveform* gempa (Ichinose et al., 2003). Dan untuk model kecepatan lokal menggunakan penelitian yang sudah dikembangkan oleh Madlazim et al. (2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

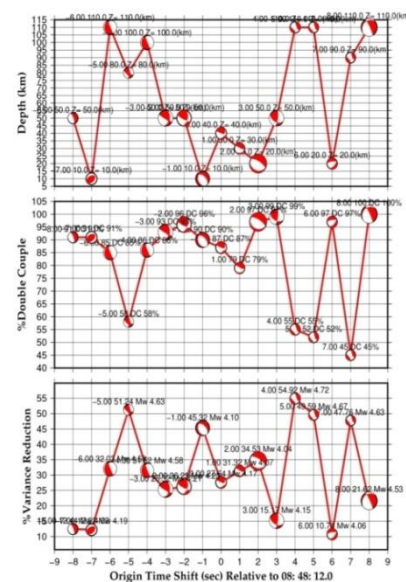
Hasil inversi *waveform* ini berupa solusi CMT yang dapat dilihat pada gambar 2 sedangkan pada gambar 3 dapat dilihat Grafik yang saling berhubungan antara *Varian Reduksi* (VR), *Double Couple* (DC) dan kedalaman dan pada gambar 4 dapat dilihat hasil CMT berupa beachball.



Gambar 2. Hasil inversi berupa fitting seismogram

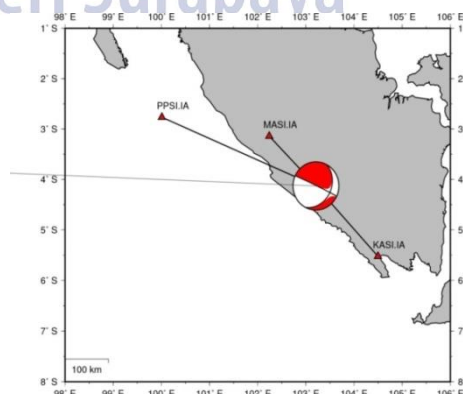
Hasil inversi penelitian menghasilkan nilai *Varian Reduksi* 54,9% yang diperoleh dari *fitting* gelombang yang sesuai dengan gempa sebesar 4,72

Mw, persentase diubah secara vertikal dengan persentase CLVD sebesar 44,8% dan persentase DC sebesar 55,2%. Dengan hasil inversi dari setiap stasiun seismik 4 komponen lokal yang teramati oleh seismogram dilambangkan dengan Z, R dan T. Untuk Z menunjukkan komponen vertikal, R untuk komponen radial dan T untuk komponen transversal. Dari semua stasiun, untuk gelombang berwarna hitam diketahui *waveform* teramati sedangkan untuk gelombang berwarna merah diketahui *waveform* sintetik. Hal ini menunjukkan bahwa gempa tersebut disebabkan adanya aktivitas tektonik karena Double Couple lebih dari 50%.



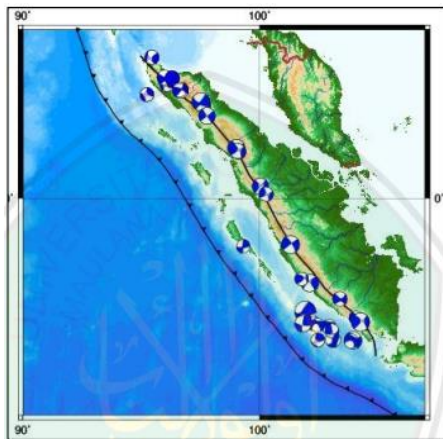
Gambar 3 Grafik cross-corelasi

Hasil inversi ini berupa grafik cross-corelasi antara grafik *Varian Reduksi* yang paling tinggi dilihat pada gambar 3 menunjukkan nilai 54,9% yang berkorelasi dengan grafik *Double Couple* yang menunjukkan nilai 55,2% hasil ini termasuk sama dengan hasil dari *fitting* seismogram yang dapat dilihat pada gambar 2, maka hasil inversi termasuk gempa tektonik dan grafik kedalaman dengan nilai 110 km di bawah permukaan air laut.



Gambar 4. Hasil CMT berupa beachball

Hasil CMT berupa beachball tersebut menunjukkan bahwa sesar termasuk tipe sesar strike slip. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa untuk lokasi yang berada pada sesar semangko mempunyai tipe sesar strike slip yang diketahui membelah pulau Sumatera menjadi 2 bagian, yaitu membentang diwilayah Aceh Utara sampai sepanjang Bukit Barisan dari Teluk Semangko di Selat Sunda (Madlazim, 2010).



Gambar 5. Peta Focal Mechanism Bukit Barisan Sumatera (Munir, 2015)

Hasil dari penelitian sebelumnya juga dapat memberikan penguatan pada hasil penelitian ini yaitu, menyatakan sesar yang paling dominan sumatera selatan adalah strike slip, bisa dilihat pada gambar 5, didapatkan efek dari strike slip ini mengakibatkan penunjaman (subduksi) atau konvergensi. Konvergensi menimbulkan dua lempeng tektonik yang saling menumbuk satu sama lainnya yaitu antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Penunjaman yang terjadi membentuk *Sumatera Fault Zone* (SFZ) dengan arah sekitar 40-45°. Maka tumbukan antar lempeng tersebut mengakibatkan gempa tektonik (Munir, 2015).

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan untuk mengetahui parameter sumber gempa dan jenis sesar ini bisa dicari dengan menggunakan metode inversi *waveform* yang diimplementasikan ke dalam *software* MTINV. Data yang digunakan yaitu data gempa tanggal 14 Januari 2012. Maka dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sumber gempa Double Couple lebih dari 50% disebabkan adanya aktivitas tektonik. Dan untuk jenis sesar gempa termasuk tipe sesar strike slip, karena lokasi gempa tersebut mendekati sesar semangko maka dijelaskan pada

penelitian sebelumnya lokasi yang berada pada sesar semangko mempunyai tipe sesar strike slip dimana sesar tersebut mengakibatkan gempa tektonik.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya agar hasil sesuai dengan penelitian yang diharapkan maka harus memilih data di webDC yang sesuai karena tidak semua data di webDC bisa digunakan untuk menjalankan *software* MTINV.

DAFTAR PUSTAKA

- Ichinose G A, Anderson J G, Smith K D and Zeng Y. 2003. "Source parameters of eastern California and western Nevada earthquakes from regional moment tensor inversion". *Bull.Seismol. Soc. Am.* Vol. 93(01): Hal 61-84
- Ihsan, M. 2008. *Analisa Ketahanan Gempa*. Universitas Indonesia.
- Madlazim and Santosa B. J. 2010. "Seismic moment tensors of padang 20090930 and Jambi 20091001 Events in Jambi using Three Component Local Waveform: identification of the Active Fault Plane". *Indonesian Jurnal of Physics* Vol. 21(04).
- Madlazim, et al. 2017. "Determination of source parameters of the 2017 Mount Agung volcanic earthquake from moment-tensor inversion method using local broadband seismic waveforms". *Journal of Physics*. Vol. 997
- Munir, Badrul. 2015. *Penggunaan Data Gempa dan Data Geologi untuk Menganalisa Pola-Pola Sesar di Daratan Pulau Sumatra*. Skripsi tidak diterbitkan.. Malang; Prodi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Shearer, M. Peter. 2009. *Introduction to seismology* second edition, Cambridge: Cambridge University Press
- Sokos, E. N., Zahrandik, J. 2008. "A Matlab GUI for Use with ISOLA Fortran Code, Universty of Patras, Seismological Laboratory and Charles University in Prague, Faculty of Mathematics and Physics", *Comput. Geosci.* Vol. 34: Hal 967-977.