

IDENTIFIKASI PARAMETER SUMBER GEMPA DI WILAYAH JAWA BARAT MENGUNAKAN SOFTWARE MTINV

Nurul Aulia Dewi¹, Madlazim²

^{1,2}Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Email: nuruldewi@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Identifikasi parameter sumber gempa di wilayah Jawa Barat dapat diperoleh dengan inversi *waveform* dari *event* gempa tanggal 15 Desember 2017 ($M_w > 4$) disekitar sesar Cimandiri Jawa Barat dengan menerapkan Fungsi Green. Fungsi Green ini dapat menghasilkan solusi momen tensor deviatorik yang diimplementasikan dalam *software* MTINV. Berdasarkan solusi yang diperoleh, gempa di Jawa Barat disebabkan adanya aktivitas lempeng tektonik karena persentase Double Couple yang tinggi, dimana tipe sesar pada *event* 15 Desember 2017 memiliki tipe sesar Oblique yang disebabkan karena adanya pergerakan sesar Cimandiri.

Kata Kunci : Gempabumi, sesar, *waveform*.

Abstract

The identification of source parameters in West Java can be obtained by inversion of *waveform* from an earthquake on December 15th 2017 ($M_w > 4$) around Cimandiri fault in West Java by applying Green Function. The Green Function produces solution of deviatoric moment tensor that implemented by MTINV. According to the obtained solution, the earthquake in West Java was caused by the displacement of tectonic plate due to high percentage of Double Couple, where the fault type of the earthquake on December 15th 2017 was Oblique. So, it can be known that the earthquake of December 15th 2017 was caused by the movement of the Cimandiri fault.

Key Words: Earthquake, fault, *waveform*.

PENDAHULUAN

BMKG telah menginformasikan bahwa pada bulan Januari 2018 telah terjadi gempabumi sebanyak empat kali di provinsi Jawa Barat. Hal ini menunjukkan bahwa Jawa Barat termasuk kedalam daerah yang tidak jarang terjadi gempabumi. Gempa-gempa ini tidak hanya disebabkan karena adanya subduksi di bagian selatan Laut Pulau Jawa, yakni *Trench* Sunda. *Trench* ini merupakan tumbukan antar lempeng yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Euro-Asia. Namun gempa-gempa ini disebabkan juga karena adanya sesar-sesar yang melintang di wilayah Jawa Barat (Lesitha, 2006). Sesar ini terbentuk dari deformasi-deformasi lempeng besar tektonik yang mengalami perubahan. Ketika sesar ini mengalami pergerakan maka dapat menimbulkan kerusakan di daerah sekitar sesar tersebut. Dimana gempa yang bersifat merusak sering terjadi di daerah sekitar sesar. Karena banyaknya penduduk yang tinggal di daerah ini, maka gempabumi ini dapat menimbulkan kerugian.

Oleh karena itu, upaya dalam pengurangan dampak kerugian gempabumi dengan adanya peringatan dini sangat perlu dilakukan supaya masyarakat yang terancam bahaya mampu bertindak untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerugian. Sehingga diperlukan banyaknya informasi mengenai parameter gempabumi. Namun dalam upaya peringatan ini, lembaga seismologi seperti BMKG dan Global CMT belum dapat merilis parameter sumber gempa karena BMKG dan Global CMT masih belum memiliki instrumen yang bias mengukur

langsung parameter sumber gempa dengan waktu yang singkat.

Dalam mengidentifikasi parameter sumber gempa, perlu dilakukan pemodelan momen tensor gempa menggunakan metode inversi *waveform* tiga komponen (Madlazim, 2015), karena gelombang seismik merambat dari sumber terjadinya dislokasi menuju stasiun seismik perekam dalam ruang tiga dimensi, sehingga identifikasi parameter sumber gempabumi ditentukan menggunakan metode inversi *waveform* tiga komponen (Fanthalia, 2017). Dengan diperolehnya parameter sumber gempa, maka dapat diketahui mekanisme terjadinya gempabumi seperti pola dinamika dan struktur dalam bumi secara akurat.

Penelitian sebelumnya tentang metode inversi *waveform* tiga komponen untuk mengetahui parameter sumber gempa menggunakan *software* MTINV ini telah dilakukan oleh Madlazim dkk. (2017) untuk mengidentifikasi gempa vulkanik di daerah Gunung Agung Bali. Dimana solusi yang dihasilkan pada penelitian ini menyatakan bahwa parameter sumber gempa pada kejadian gempa dengan magnitudo dibawah 5 SR sedangkan Global CMT dan BMKG tidak bisa merilis parameter sumber gempa dari *event* gempa ini karena magnitudonya sekitar 4 SR. Sehingga pada penelitian ini akan diterapkan *software* MTINV dalam mengidentifikasi parameter sumber gempa pada *event* gempa di Jawa Barat dalam memberikan informasi yang akurat mengenai parameter sumber gempa di Jawa Barat

terutama disekitar sesar besar Jawa Barat yakni sesar Cimandiri.

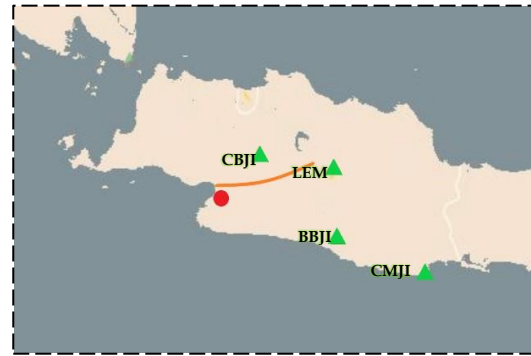
METODE

Dalam penelitian ini digunakan metode analisis inversi *waveform* tiga komponen yang dapat memberikan solusi pemodelan momen tensor dengan menerapkan Fungsi Green. Alur dalam metode ini sudah diimplementasikan secara lengkap dalam *software* MTINV, mulai konversi data gempa dari *broadband* seismogram yakni mengolah data, input data, proses perhitungan menggunakan Fungsi Green, pemodelan momen tensor sampai ketika memplot hasil. Data-data dalam *broadband* seismogram ini berisi kode stasiun, kode jaringan, *latitude*, *longitude*, dan kedalaman gempa kemudian dimasukkan juga deskripsi lokasi terjadinya gempa (Ichinose, 2003).

Setelah semua data input telah terisi lengkap, proses inversi dapat segera dimulai dengan perhitungan Fungsi Green sampai menghasilkan solusi-solusi momen tensor diantaranya *origin time*, persentase *strike*, *dip*, dan *rake*, persentase Varian Reduksi, persentase Double Couple, *depth*, dan Mw, serta model sesar mekanisme fokal dalam bentuk *beach ball* yang menunjukkan model sesar penyebab gempabumi dan tiga komponen *waveform*.

Dalam metode inversi matrik ini, penerapan Fungsi Green digunakan sebagai inversi *waveform* yang dihitung dengan integrasi frekwensi gelombang dalam model kecepatan 1D. Inversi matrik dalam teknik ini, *origin time* menjadi model parameter nonlinier sehingga harus diinvert menggunakan momen tensor dan kedalaman yang optimal (Aldamegh, 2009). Dalam penggunaan model kecepatan ini mungkin memiliki *origin time shift* yang saling tidak berimpit antara *waveform* dari rekaman *broadband* dan *waveform* sintetik dari perhitungan Fungsi Green. Sehingga untuk mengurangi terjadinya mislokasi antara *waveform* dari *broadband* seismogram dan sintetik perlu dilakukan dengan cara mengubah *travel time* pada proses input data.

Broadband yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari 4 stasiun seismik regional (tabel 1). Berikut ini adalah data lokasi gempa dan stasiun yang digunakan, serta lokasi sesar Cimandiri yang dijadikan sebagai acuan dalam menentukan lokasi gempa.



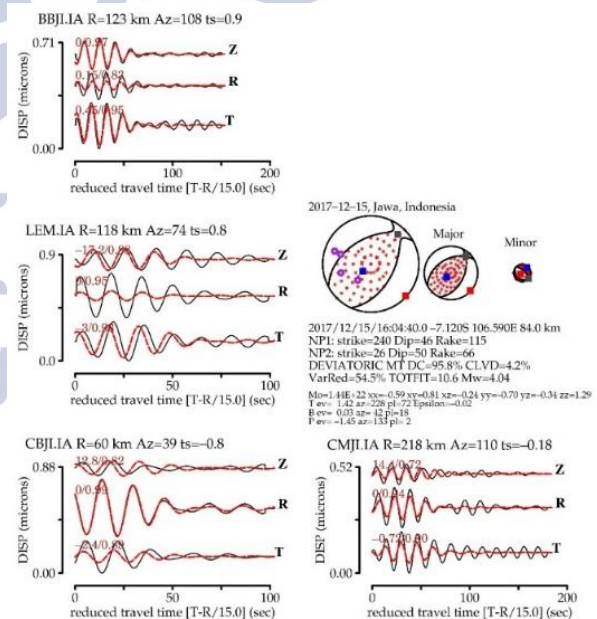
Gambar 1. Lokasi gempa di sekitar sesar Cimandiri (garis orange) pada tanggal 15 Desember 2017 serta lokasi *broadband* stasiun seismik yang digunakan dalam penelitian ini dengan *latitude* -7.12, *longitude* 106.59 dan *depth* 83.6 km.

Tabel 1. Data stasiun seismik

Stasiun Seismik	Latitude	Longitude
BBJI	-7.46	107.65
CBJI	-6.69	106.93
CMJI	-7.78	108.45
LEM	-6.83	107.62

Inversi dalam penelitian ini menggunakan frekwensi antara 0.052 sampai 0.074 Hz, dengan input *latitude*, *longitude*, dan *depth* sesuai dengan yang diperoleh dari katalog WebDC3. Kemudian dalam *event* gempa ini momen tensor deviatorik dicari mulai dari kedalaman 40 sampai 90 km dengan kenaikan setiap 4 km.

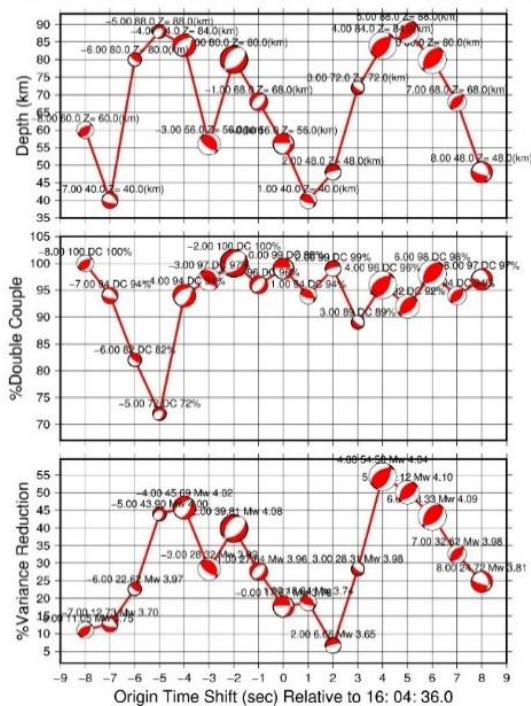
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Grafik perbandingan *time shift* antara gelombang *waveform* dari rekaman *broadband* (hitam) dan *waveform* sintetik (merah) pada *event* gempa tanggal 15 Desember 2017. Jarak antara episenter dan stasiun serta azimuth dari setiap stasiun terletak diatas grafik. Komponen Z, R, T menunjukkan komponen vertikal, radial, dan transverse.

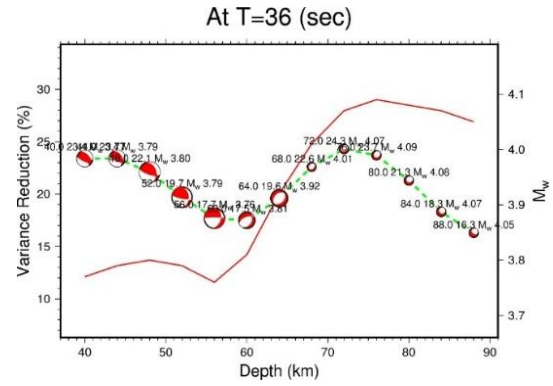
Solusi yang diperoleh dari inversi ini hanya menghasilkan momen tensor deviatorik sehingga tidak dihasilkan komponen isotropik. Solusi yang dipilih pada penelitian ini yakni yang memiliki persentase Varian Reduksi dan Double Couple tertinggi saja.

Gambar 2 menunjukkan perbandingan antara data *waveform* dari rekaman *broadband* dan *waveform* sintetik pada *event* gempa tanggal 15 Desember 2017 dengan 4 stasiun lokal perekam gempa dengan jarak antara 40 sampai 200 km dari lokasi episenter dengan *travel time* 15s. Solusi persentase Varian Reduksi sebesar 54.5%, komponen Double Couple sebesar 95.8%, dan Mw 4.04. Mekanisme fokal berupa *beach ball* yang dihasilkan pada Varian Reduksi tertinggi ini dapat menunjukkan bahwa gempa ini terjadi di sesar Cimandiri dengan tipe Oblique, dengan koordinat bidang patahan 1 yakni strike=240, dip=46, rake=115, dan koordinat bidang patahan 2 yakni strike=26, dip=50, rake=66.



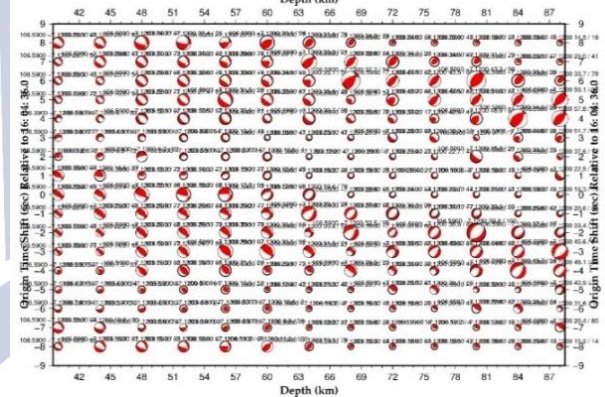
Gambar 3. Grafik persentase Cross Corellation antara Varian Reduksi, Double Couple, dan *depth* pada *event* gempa tanggal 15 Desember 2017.

Solusi ketiga grafik diatas (gambar 3) menjelaskan hubungan antara persentase Varian Reduksi, Double Couple, dan *depth* terhadap *origin time shift*, dimana solusi yang diambil dari grafik ini dilihat dari persentase Varian Reduksi tertinggi sebagai solusi inversi momen tensor deviatorik pada *origin time shift* ketika 16.04.36, sehingga dipilih persentase Varian Reduksi sebesar 54.5%, Mw 4SR, Double Couple 95.8%, dan *depth* 84 km, dimana *origin time shift* menunjukkan bahwa gempa ini terjadi 4s lebih cepat daripada *origin time* dari katalog WebDC3.

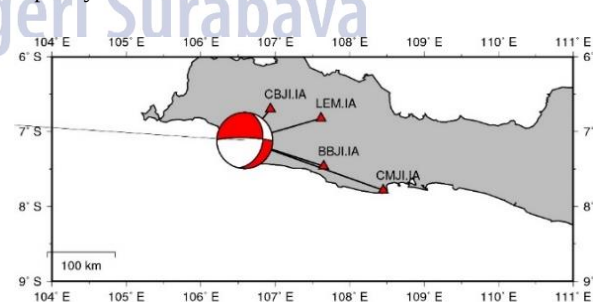


Gambar 4. Grafik antara persentase Varian Reduksi, *depth* dan Mw sebagai solusi dari inversi *waveform event* gempa pada tanggal 15 Desember 2017 yang diplot setiap kedalaman 4 km.

Grafik perubahan persentase Varian Reduksi, *depth* dan Mw (Gambar 4) ini menunjukkan bahwa ketika *origin time* 16.04.36, *event* gempa pada tanggal 15 Desember 2017 ini memiliki sesar dengan tipe Reverse pada kedalaman 40-48 km, kemudian menjadi sesar Oblique pada kedalaman 52-60 km, selanjutnya menjadi sesar Normal pada kedalaman 64 km dst. hanya berubah sudut kemiringannya saja.



Gambar 5. Mekanisme fokal dan Persentase Varian Reduksi, serta Double Couple pada tanggal 15 Desember 2017 pada fungsi kedalaman antara 40 sampai 90 km dengan fungsi *origin time* antara detik ke-31 sampai ke-39. Dimana ukuran *beach ball* ini sesuai dengan persentase besar Varian Reduksi dan Double Couple-nya.



Gambar 6. Peta lokasi gempa, stasiun seismik dan mekanisme fokal dari *event* gempa pada tanggal 15 Desember 2017 yaitu Strike-slip.

Berdasarkan solusi yang diperoleh menyatakan bahwa gempa pada tanggal 15 Desember 2017 ini

termasuk kedalam gempa tektonik karena persentase Double Couple yang tinggi. Dimana gempa ini disebabkan akibat adanya aktivitas di sesar Cimandiri, dengan tipe Oblique seperti penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sesar Cimandiri memiliki tipe Strike-slip sampai Oblique (Lastisha, 2004).

Solusi mekanisme fokal yang dipilih dalam mengidentifikasi tipe sesar pada *event* gempa tanggal 15 Desember 2017 ini dipilih dari penyajian solusi grafik *Cross Corellation* antara Varian Reduksi, Double Couple, dan *depth* meskipun solusi yang didapatkan tidak sama dengan penyajian solusi dalam peta. Hal ini disebabkan karena adanya ketidaktepatan dalam pembacaan dan perhitungan *origin time* pada *software* MTINV kedalam solusi grafik yang dihasilkannya terutama pada solusi peta.

PENUTUP

Simpulan

Identifikasi parameter sumber gempa di wilayah Jawa Barat ini dapat diperoleh dengan metode inversi *waveform* tiga komponen dengan menerapkan Fungsi Green untuk menghasilkan solusi momen tensor deviatorik yang diimplementasikan dalam *software* MTINV. Dimana pada *event* gempa dalam penelitian ini termasuk dalam gempa tektonik yang disebabkan karena adanya aktivitas disesar Cimandiri dengan tipe sesar Oblique.

Saran

Dalam penelitian ini masih menggunakan *software* MTINV versi 3.04. Dimana dalam penggunaan *software* pada penelitian ini masih memiliki kekurangan, mungkin dengan penggunaan *Software* MTINV versi terbaru dapat mengurangi kendala selama proses pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldamegh KS, Abou Elenean KM, Hussein HM, Rodgers AJ. 2009. Source mechanisms of the June 2004 Tabuk earthquake sequence, Eastern Red Sea margin, Kingdom of Saudi Arabia. Riyadh. J Seismol. DOI 10.1007/s10950-008-9148-5
- Fanhtalia C.P., dan Madlazim. 2017. Pengaruh Jumlah Stasiun Seismik terhadap Hasil Estimasi Centroid Moment Tensor Gempabumi. IFI, 1-5
- 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. 93(1) 61-84
- Lasitha, S., Radhakrisna, M., and Sanu, T.D. 2006. Seismically Active Deformation in the Sumatra-

Java Trench-Arc Region: Geodynamic Implications, Current Science. Vol.90 No.5.

Madlazim, Prastowo T, Supardiyono, Hardy T. 2017. Determination of source parameters of the 2017 Mount Agung volcanic earthquake from moment tensor inversion method using local broadband seismic waveforms. Surabaya. Journal of Physics. DOI :10.1088/1742-6596/997/1/012001

Madlazim, dan Santosa B.J.. 2014. Estimasi Parameter Sumber Gempabumi Padang 30 September 2009, Mw=7,6 dan Korelasinya dengan Aftershocks-nya. Jurnal Matematika & Sains, Desember 2014, Vol. 19 Nomor 3

Madlazim, Bagus Jaya Santosa, Jonathan M. Lees, Widya Utama. 2010. Earthquake Source Parameters at the Sumatran Fault Zone: Identification of the Activated Fault Plane. Cent. Eur. J. Geosci.

Madlazim. 2016. Fisika Bumi Seri Seismologi. Surabaya: Unipress

Santosa, B.J. 2013. Fault Plane Identification Using Three Components Local Waveform. Surabaya. International Journal of Science. DOI: 10.4236/ijg.2013.46092

Santosa, B.J. 2013. Analysis of Three Components Waveform to Invert the Moment Tensor of Earthquakes in Java 2010. Geosciences, 13-22