

ESTIMASI CENTROID MOMENT TENSOR (CMT) GEMPA DI SEKITAR SESAR CIMANDIRI MENGGUNAKAN SOFTWARE MTINV

Vicy Ariska Amy Indriyanti¹, Madlazim²

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Email: vicyindriyanti@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk menganalisis hasil kedalaman *centroid* dan momen tensor dengan estimasi *Centroid Moment Tensor* (CMT) untuk gempa yang terjadi di sekitar Sesar Cimandiri menggunakan *software* MTINV, menentukan tipe sesar yang menyebabkan gempa di sekitar Sesar Cimandiri menggunakan *software* MTINV, dan menganalisis *focal mechanism* di sekitar Sesar Cimandiri menggunakan *software* MTINV. Sumber data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder *waveform* tiga komponen di sekitar Sesar Cimandiri pada tanggal 13 Desember 2016 dan 12 Desember 2017 yang diunduh dari WebDC3 at BMKG. Dalam mengestimasi CMT digunakan metode inversi *waveform* dan fungsi *Green* tiga komponen yang diimplementasikan kedalam *software* MTINV. Hasil dari estimasi CMT antara lain momen seismik skalar (Mo), magnitudo momen (Mw), *latitude*, *longitude*, kedalaman *centroid*, serta orientasi bidang sesar (*Nodal Plane/NP*) yang meliputi sudut *strike*, *dip* dan *rake*. Selain itu juga memberikan informasi mengenai penyebab terjadinya gempa meliputi persentase ISO, DC, dan CLVD. Hasil dari kedua kejadian menunjukkan bahwa gempa terjadi akibat aktivitas tektonik yang dibuktikan dengan nilai persentase DC lebih besar daripada CLVD dengan nilai VR lebih dari 50%. Berdasarkan nilai VR, maka hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dikatakan reliabel karena telah memenuhi syarat. Kejadian gempa 13 Desember 2016 memiliki tipe sesar *left lateral strike-slip* dengan *focal mechanism* berupa nilai *strike* = 185, nilai *dip* = 51 dan nilai *rake* = 18, sedangkan untuk kejadian gempa tanggal 12 Desember 2017 memiliki tipe sesar *reverse left-lateral oblique* dengan *focal mechanism* berupa nilai *strike* = 19, nilai *dip* = 48 dan nilai *rake* = 50. Berdasarkan kedua kejadian gempa dapat disimpulkan bahwa terjadinya kedua kejadian gempa ini disebabkan oleh adanya aktivitas pergerakan di Sesar Cimandiri.

Kata Kunci : *Centroid Moment Tensor*, Sesar Cimandiri, inversi *waveform* tiga komponen, fungsi *Green*, dan *software* MTINV

Abstract

This research aims to analyze the results of centroid depth and moment tensor with estimation of Centroid Moment Tensor (CMT) for earthquakes that occur around Cimandiri fault using MTINV software, determine the type of fault that causes an earthquake around Cimandiri fault using MTINV software, and analyze the focal mechanism around Cimandiri fault using MTINV software. The data source used in this study is a secondary data waveform of three components around the Cimandiri fault on December 13, 2016 and December 12, 2017 downloaded from WebDC3 at BMKG. In estimating CMT, the waveform inversion method is used and Green function method three components that are implemented into the MTINV software. The results of the CMT estimation include scalar seismic moment (Mo), moment magnitude (Mw), latitude, longitude, centroid depth and orientation of the fault section (Nodal Plane/NP) which strike, dip, and rake. In addition, it also provides information about the causes of earthquakes such as percentage ISO, DC, dan CLVD. The results of the two events indicate that the earthquake occurred due to tectonic activity as evidenced by the percentage of DC greater than CLVD with VR values of more than 50%. Based on VR values, the results obtained in this research can be said to be reliable because they have met the requirements. The December 13, 2016 earthquake event had a fault type left lateral strike-slip with a focal mechanism in the form of value strike = 185, dip = 51 and rake = 18, whereas for earthquake events on 12 December 2017 has a fault type reverse left-lateral oblique with focal mechanism in the form of value strike = 19, dip = 48 and rake = 50. Based on the two earthquake events it can be concluded that the occurrence of these two earthquake events was caused by the movement activity in Cimandiri Fault.

Key Words: Centroid Moment Tensor, Cimandiri Fault, inversion waveform three components, Green function, and MTINV software.

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia memiliki tingkat kerawanan gempa yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan negara-negara lainnya. Hal tersebut disebabkan posisi Indonesia berada pada zona tektonik yang sangat aktif. Di Indonesia terjadi pertemuan tiga lempeng tektonik besar dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Akibat pergerakan dari ketiga

lempeng tektonik menyebabkan adanya akumulasi energi di sekitar perbatasan lempeng, sehingga apabila lapisan batuan sudah tidak mampu menahan tumpukan energi, maka energi akan terlepas dan mengakibatkan adanya patahan atau deformasi pada lapisan kerak bumi sehingga terjadilah gempa tektonik (Madlazim, 2016). Salah satu daerah yang rawan mengalami kejadian gempa bumi adalah daerah Jawa.

Menurut Zakaria *et al.* (2011) Pulau Jawa termasuk daerah yang sering dilanda gempa. Hal ini berkaitan erat dengan keberadaan zona tumbukan Lempeng Indo-Australia dibagian selatan Pulau Jawa yang menumbuk Lempeng Eurasia yang terletak di utaranya. Kecepatan bergerak lempeng tersebut sekitar 70 mm/tahun. Sehingga secara langsung wilayah Jawa Barat khususnya juga mengalami pergerakan lempeng yang aktif pula. Mengingat bahwa kondisi geologi Jawa Barat memiliki kerentanan bencana geologi cukup tinggi.

Terdapat beberapa sesar aktif di Jawa Barat yang berpotensi menyebabkan gempa bumi, salah satunya yaitu Sesar Cimandiri. Sesar ini memanjang dari Teluk Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi hingga Kecamatan Padalarang Kabupaten Bandung Barat. Sesar Cimandiri telah menyebabkan beberapa gempa bumi yang telah terjadi saat ini dan baru baru ini terjadi kembali beberapa gempa dengan kekuatan sedang di sekitar Sesar Cimandiri. Akibat yang ditimbulkan gempa-gempa tersebut sangat dahsyat seperti kerusakan lingkungan, bangunan dan infrastruktur serta korban jiwa.

Dengan mengetahui karakteristik suatu sesar, maka dapat lebih meminimalisir dampak dari aktivitas sesar tersebut. Salah satu cara adalah memodelkan momen tensor gempa bumi. Pemodelan tensor ini didapat dengan menggunakan model inversi *waveform* tiga komponen yang memanfaatkan waktu tiba gelombang P. Inversi *waveform* tiga komponen memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan menggunakan data *travel time*, karena dalam metode ini *origin time* dan kedalaman *centroid* terkait erat satu sama lain (Fahntalia and Madlazim, 2017).

Centroid Moment Tensor (CMT) merupakan solusi dari estimasi parameter sumber gempa untuk mengetahui lokasi dan mekanisme sumber gempa bumi yang jauh lebih akurat dengan menggunakan inversi *waveform* tiga komponen gerakan tanah yaitu X, Y, dan Z yang tercatat oleh stasiun perekam. Dalam hal ini pentingnya estimasi CMT digunakan untuk memberikan informasi tambahan kepada lembaga seismologi seperti BMKG, karena BMKG belum mengumumkan CMT gempa dan masih banyak gempa yang belum diketahui penyebab terjadinya serta belum adanya instrumen yang dapat mengukur secara langsung suatu gempa tersebut. Walaupun solusi CMT untuk gempa dengan magnitudo diatas 5 SR telah dirilis oleh lembaga seismologi seperti GFZ dan Global CMT tetapi kita tidak dapat mengakses langsung dari solusi CMT.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis akan melakukan estimasi CMT di sekitar Sesar Cimandiri menggunakan metode inversi *waveform* tiga komponen yang diimplementasikan menggunakan *software* MTINV. *Software* ini merupakan aplikasi kode komputer dengan menggunakan fungsi *Green* tiga komponen, karena gelombang seismik merambat dari sumber menuju stasiun pengamatan dalam ruang tiga dimensi (Dahm and Kruger, 2014). Keunggulan dari *software* MTINV yaitu dapat diakses secara gratis dan proses yang dilakukan tidak rumit. Sehingga dari hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai upaya mitigasi sebelum bahaya gempa bumi di daerah Sesar Cimandiri.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian berbasis komputasi yaitu penerapan metode inversi *waveform* lokal tiga komponen menggunakan fungsi *Green* yang diimplementasikan pada *software* MTINV untuk mengestimasi CMT. Data penelitian di sekitar Sesar Cimandiri tepatnya di wilayah Jawa Barat adalah data sekunder yang diperoleh dari WebDC3 at BMKG (<http://202.90.198.100/webdc3/>). Gempa yang digunakan yaitu sebanyak 2 kejadian gempa dengan magnitudo kurang dari 5 SR yang merupakan data *waveform* tiga komponen (BHN, BHE, dan BHZ) yang direkam oleh stasiun seismik milik jaringan IA yang mencakup wilayah 4 kuadran penuh terhadap sumber.

Proses inversi data *waveform* tiga komponen ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu tahap pertama menginput file parameter diantaranya nilai *latitude*, *longitude*, dan *origin time* selain itu menginput stasiun seismik dan model kecepatan 1 Dimensi yang dimasukkan kedalam proses MKGLIB. Pada proses MKGLIB ini sudah memulai menghitung dengan fungsi *Green*. Fungsi *Green* disini berfungsi menghitung seismogram sintetik yang nantinya akan dicocokkan dengan data seismogram untuk mengestimasi parameter yang cocok dalam proses inversi setelah proses selesai akan menghasilkan output biner berupa glib output. Tahap yang kedua output biner ini masuk pada proses GLIB2INV dalam proses ini merupakan proses lanjutan perhitungan dari fungsi *Green* yang juga melibatkan proses inversi tiga komponen. Selain proses menghitung juga membaca output biner yang dihasilkan oleh proses MKGLIB yang memfilter fungsi *Green* dan menghasilkan output ginv.

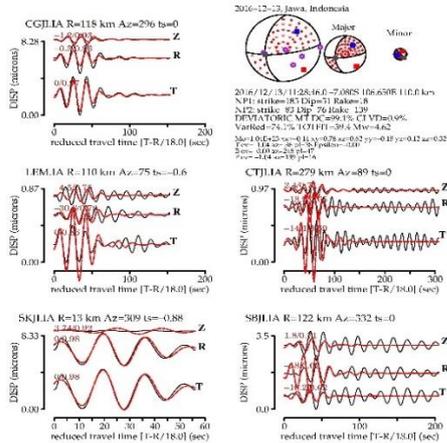
Selanjutnya, tahap ketiga yaitu proses SACDATA2INV dalam proses ini membaca data SAC yang diekstrak dari file *SEED* dan *respons file zeros* yang digunakan untuk mencocokkan stasiun seismik yang digunakan pada *software* dan model kecepatan gelombang seismik yang digunakan dalam menginversi *waveform* yaitu dengan menerapkan model kecepatan 1 Dimensi yang telah dikembangkan oleh Madlazim *et al.* (2018). Setelah ketiga proses ini selesai maka akan didapatkan *mtinv.par*. Tahap yang terakhir yaitu hasil output file biner dari GLIB2INV, SACDATA2INV, dan *mtinv.par* dimasukkan kedalam *software* MTINV dan menghasilkan output berupa teks, file, dan GMT dalam bentuk *beachball*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gempa 13 Desember 2016

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kejadian gempa pada 13 Desember 2016 pukul 11:28:47 GMT dengan magnitudo 4.72 SR, *latitude* -7.08, *longitude* 106.65, kedalaman 110 km yang direkam oleh 5 stasiun seismik milik jaringan IA yaitu SKJI, SBJI, LEM, CGJI, dan CTJI yang dipilih dekat dengan sumber gempa dan posisi mencakup wilayah 4 kuadran penuh terhadap sumber.

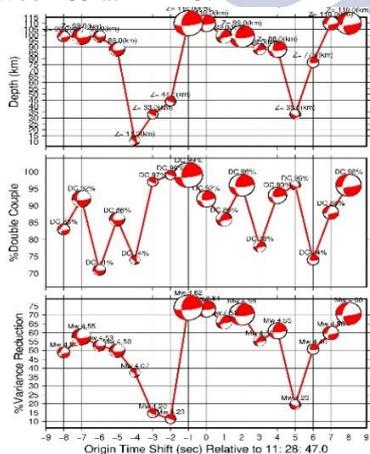
**Estimasi Centroid Moment Tensor (CMT) Gempa Di Sekitar Sesar Cimandiri
Menggunakan Software MTINV**



Gambar 1. Grafik hasil inversi *fitting waveform* tiga komponen.

Hasil dari data *fitting waveform* pada gambar 1 menghasilkan bentuk gelombang yang diperoleh dari pengamatan (warna hitam) dengan bentuk gelombang sintetik yang telah dihitung (warna merah) saling tumpang tindih, sehingga dapat dikatakan hasil tersebut baik dengan *Variance Reduction* (VR) 74,1 % yang sesuai dengan magnitudo momen 4.62 Mw. Sedangkan untuk komponen DC sebesar 99,1%, CLVD sebesar 0,9%, dan titik kedalaman *centroid* 110 km.

Pada gambar 2 menunjukkan grafik yang saling berhubungan atau *cross correlation* antara *Double Couple* (dalam persen), *Variance Reduction* (dalam persen), dan kedalaman (dalam km). Hasil dari grafik *cross correlation* menunjukkan bahwa nilai *Variance Reduction* maksimal diperoleh 74,1% yang berkorelasi dengan DC sebesar 99,1%, serta kedalaman *centroid* 110 km. *Origin Time Shift* merupakan hasil perhitungan menggunakan software MTINV yang menunjukkan bahwa waktu terjadinya gempa pada kejadian ini 1 detik lebih cepat dari hasil pengamatan WebDC3 at BMKG.

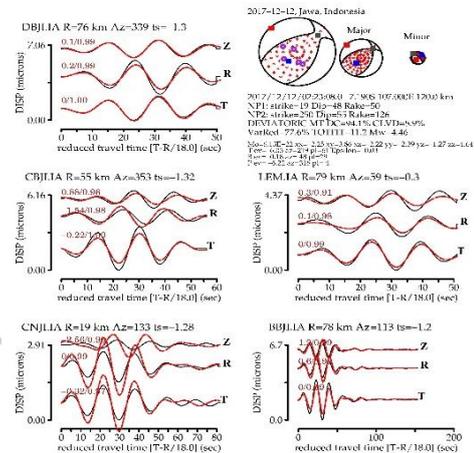


Gambar 2. Hasil *cross correlation* antara *Double Couple*, *Variance Reduction*, dan kedalaman untuk kejadian gempa 13 Desember 2016.

Gempa 12 Desember 2017

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kejadian gempa pada 12 Desember 2017 pukul

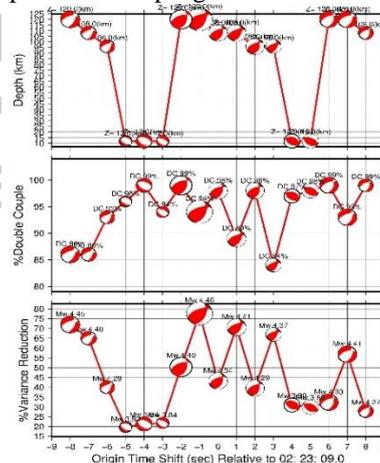
02:23:09 GMT dengan magnitudo 4.96 SR, *latitude* -7.19, *longitude* 107.00, kedalaman 126 km yang direkam oleh 5 stasiun seismik milik jaringan IA yaitu CNJI, CBJI, DBJI, BBJI, dan LEM yang dipilih dekat dengan sumber gempa dan posisi mencakup wilayah 4 kuadran penuh terhadap sumber.



Gambar 3 Grafik hasil inversi *fitting waveform* tiga komponen.

Gambar 3 memberikan hasil estimasi CMT dengan nilai *Variance Reduction* (VR) sebesar 77,6% yang sesuai dengan magnitudo momen 4.46 Mw, DC sebesar 94,1%, CLVD sebesar 5,9%, dan titik kedalaman *centroid* 120 km.

Pada gambar 4 menunjukkan grafik yang saling berhubungan atau *cross correlation* antara *Double Couple* (dalam persen), *Variance Reduction* (dalam persen), dan kedalaman (dalam km). Hasil dari grafik *cross correlation* menunjukkan bahwa nilai *Variance Reduction* maksimal diperoleh 77,6% yang berkorelasi dengan DC sebesar 94,1%, serta kedalaman *centroid* 120 km. *Origin Time Shift* merupakan hasil perhitungan menggunakan software MTINV yang menunjukkan bahwa waktu terjadinya gempa pada kejadian ini 1 detik lebih cepat dari hasil pengamatan WebDC3 at BMKG.



Gambar 4. Hasil *cross correlation* antara *Double Couple*, *Variance Reduction*, dan kedalaman untuk kejadian gempa 12 Desember 2017.

Pembahasan

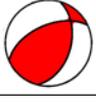
Momen tensor dapat didekomposisi menjadi komponen isotropik (ISO) dan deviatorik yang terdiri dari *Double Couple* (DC), dan *Compensated Linear Vector Dipole* (CLVD). Kecocokan hasil estimasi data pengamatan dapat diketahui berdasarkan besar selisih dari keduanya yang ditunjukkan dengan besar *Variance Reduction* (VR). VR biasanya dinyatakan dalam rentang 0 sampai 100%. Apabila inversi CMT menggunakan distribusi stasiun seismik yang mencakup 4 kuadran atau yang mendekati 4 kuadran dan VR lebih dari 50%, maka hasil dari solusi CMT dikategorikan reliabel. Jika diperoleh solusi CMT dengan persentase ISO lebih besar dibandingkan dengan persentase DC dan CLVD, maka penyebab gempa disebabkan karena ledakan. Jika diperoleh solusi CMT dengan persentase DC lebih besar dibandingkan dengan persentase ISO dan CLVD, maka penyebab gempa adalah akibat aktivitas tektonik. Sedangkan apabila persentase CLVD lebih besar dibandingkan dengan persentase ISO dan DC, maka gempa disebabkan karena aktivitas vulkanik (Madlazim *et al.*, 2018).

Tabel 1. Hasil solusi CMT untuk masing-masing kejadian gempa di sekitar Sesar Cimandiri.

Kejadian Gempa	Centroid			M_w (SR)	DC (%)	CLVD (%)	VR (%)
	Lat	Long	Depth				
13-12-2016	-7.08	106.65	110	4.62	99.1	0.9	74.1
12-12-2017	-7.19	107.00	120	4.46	94.1	5.9	77.6

Tabel 1 menunjukkan hasil dari solusi CMT untuk dua kejadian gempa di sekitar Sesar Cimandiri. Berdasarkan tabel diatas, gempa tidak didasarkan pada komponen isotropik (ISO) melainkan komponen deviatorik. Pada sistem momen tensor deviatorik merupakan penjumlahan dari persentase DC dan CLVD. Dari dua kejadian gempa menunjukkan bahwa gempa yang terjadi di sekitar Sesar Cimandiri terjadi akibat adanya aktivitas tektonik yang dibuktikan dengan nilai persentase DC lebih besar daripada persentase CLVD dengan VR lebih dari 50%. Berdasarkan nilai VR maka hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dikatakan reliabel karena telah memenuhi syarat.

Tabel 2. Nodal plane untuk masing-masing kejadian gempa di sekitar Sesar Cimandiri.

Kejadian Gempa	Beachball	Nodal Plane 1			Nodal Plane 2			Tipe Sesar
		Strike	Dip	Rake	Strike	Dip	Rake	
13-12-2016		185	51	18	83	76	139	Left lateral strike-slip
12-12-2017		19	48	50	250	55	126	Reverse left-lateral oblique

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui tipe sesar yang menjadi penyebab terjadinya gempa bumi. Pada kejadian gempa 13 Desember 2016 memiliki tipe sesar *left lateral strike-slip* dan untuk kejadian gempa 12

Desember 2017 memiliki tipe sesar *reverse left-lateral oblique*. Hal ini sesuai dengan analisa dari Cronin (2004) yang mempresentasikan jenis-jenis sesar untuk kejadian gempa bumi berdasarkan nilai sudut slip. Berikut merupakan tabel tipe sesar berdasarkan nilai dari sudut slip.

Tabel 3. Jenis-jenis sesar berdasarkan nilai sudut slip (Cronin, 2004).

Jenis Sesar	Rake of slip
<i>Pure strike-slip</i>	0° atau 180°
<i>Pure dip-slip reverse</i>	90°
<i>Pure dip-slip normal</i>	-90°
<i>Left lateral strike-slip</i>	-20° sampai 20°
<i>Reverse left-lateral oblique</i>	20° sampai 70°
<i>Reverse</i>	70° sampai 110°
<i>Reverse right-lateral oblique</i>	110° sampai 160°
<i>Right-lateral strike-slip</i>	-160° sampai 160°
<i>Normal right-lateral oblique</i>	-110° sampai -160°
<i>Normal</i>	-70° sampai -110°
<i>Normal left-lateral oblique</i>	-20° sampai -70°

Berdasarkan penelitian Irsyam *et al.* (2016) mengatakan bahwa zona Sesar Cimandiri terdiri dari banyak sekali sesar naik (*reverse fault*) dan sesar mendatar (*strike-slip fault*) dengan arah orientasi barat-timur dan timur laut-barat daya. Selain itu menurut penelitian Haryanto (2006) mengatakan bahwa Sesar Cimandiri memiliki jalur sesar yang berarah timur laut-barat daya dengan jenis sesar mendatar (*strike-slip fault*) hingga sesar miring (*oblique fault*). Sedangkan pada penelitian ini kedua kejadian gempa menunjukkan tipe sesar yang berbeda. Kejadian gempa pada 13 Desember 2016 merupakan sesar mendatar (*strike-slip fault*) dengan tipe sesar *left lateral strike-slip*. Sedangkan gempa pada 12 Desember 2017 merupakan kombinasi antara sesar naik (*reverse fault*) dan sesar miring (*oblique fault*) yaitu diperoleh tipe sesar *reverse left-lateral oblique*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebab terjadinya kedua kejadian gempa ini disebabkan oleh adanya aktivitas pergerakan di Sesar Cimandiri.

Hasil penelitian menggunakan metode inversi *waveform* tiga komponen untuk kejadian gempa 13 Desember 2016 dan 12 Desember 2017 dibandingkan dengan *software* HASH karena *software* ini memiliki perbedaan metode dengan metode *software* MTINV, dimana *software* HASH mengolah data dengan menggunakan data *travel time*. Hasil perbandingan solusi yang dihasilkan antara *software* MTINV dan *software* HASH yang dipaparkan pada tabel 4 dan tabel 5,

Tabel 4. Perbandingan solusi yang dihasilkan antara *software* MTINV dan *software* HASH pada kejadian gempa 13 Desember 2016.

**Estimasi Centroid Moment Tensor (CMT) Gempa Di Sekitar Sesar Cimandiri
Menggunakan Software MTINV**

Focal Mechanism		MTINV	HASH
Beachball			
Origin time		11:28:46	11:28:46
Latitude		-7.08	-7.08
Longitude		106.65	106.65
Mw (SR)		4.62	4.72
Kedalaman (km)		110	110
Nodal Planes 1	Strike	185	-
	Dip	51	-
	Rake	18	-
Nodal Planes 2	Strike	83	84
	Dip	76	86
	Rake	139	139
Tipe Sesar		Left lateral strike-slip	Left lateral strike-slip

Tabel 5. Perbandingan solusi yang dihasilkan antara *software* MTINV dan *software* HASH pada kejadian gempa 12 Desember 2017.

Focal Mechanism		MTINV	HASH
Beachball			
Origin time		02:23:08	02:23:09
Latitude		-7.19	-7.19
Longitude		107.00	107.00
Mw (SR)		4.46	4.96
Kedalaman (km)		120	126
Nodal Planes 1	Strike	19	-
	Dip	48	-
	Rake	50	-
Nodal Planes 2	Strike	250	246
	Dip	55	45
	Rake	126	137
Tipe sesar		Reverse left-lateral oblique	Reverse left-lateral oblique

Dapat dilihat dari tabel 4 dan tabel 5 terlihat bahwa untuk kejadian gempa 13 Desember 2016 dan 12 Desember 2017 memiliki kecocokan bentuk *beachball* antara hasil data *software* MTINV dan data *software* HASH. Nilai *nodal plane* gempa 13 Desember 2016 antara kedua data tersebut menghasilkan patahan yang sama yaitu *left lateral strike-slip*. Kemudian untuk *nodal plane* gempa 12 Desember 2017 juga menghasilkan

patahan yang sama antara kedua data tersebut yaitu *reverse left-lateral oblique*.

Hasil CMT ini merupakan solusi dari estimasi parameter sumber gempa untuk mengetahui parameter sumber dan mekanisme sumber gempa bumi yang jauh lebih akurat. Karena tidak semua lembaga seismologi seperti Global CMT dapat mengeluarkan secara pasti solusi CMT untuk mengetahui penyebab terjadinya gempa dalam bentuk persentase ISO, DC, dan CLVD terutama dengan magnitudo < 5 SR. Pada penelitian ini, dapat dibuktikan bahwa pada kejadian gempa 13 Desember 2016 dengan magnitudo 4,72 SR dan gempa 12 Desember 2017 dengan magnitudo 4.96 SR dapat diketahui penyebab terjadinya gempa bumi melalui solusi CMT dengan menggunakan *software* MTINV. Sedangkan lembaga seismologi seperti Global CMT tidak menyediakan solusi CMT untuk kedua kejadian gempa dalam penelitian ini.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil estimasi *Centroid Moment Tensor* (CMT) gempa di sekitar Sesar Cimandiri menggunakan *software* MTINV dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Gempa 13 Desember 2016 menghasilkan VR sebesar 74,1 % dengan titik kedalaman *centroid* 110 km, sedangkan gempa 12 Desember 2017 menghasilkan VR sebesar 77,6 % dengan titik kedalaman *centroid* 120 km. Berdasarkan nilai VR, maka hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dikatakan reliabel karena telah memenuhi syarat. Serta dalam solusi CMT untuk kedua kejadian gempa menunjukkan bahwa gempa terjadi akibat aktivitas tektonik yang dibuktikan dengan nilai persentase DC lebih besar dibandingkan dengan CLVD dimana untuk gempa 13 Desember 2016 memiliki nilai DC sebesar 99,1% dan gempa 12 Desember 2017 memiliki nilai DC sebesar 94,1%.
2. Gempa 13 Desember 2016 memiliki tipe sesar *left lateral strike-slip* dan gempa 12 Desember 2017 memiliki tipe sesar *reverse left-lateral oblique*. Kedua kejadian gempa ini disebabkan adanya aktivitas pergerakan di Sesar Cimandiri.
3. Gempa 13 Desember 2016 dengan *focal mechanism* berupa nilai *strike* = 185, *dip* = 51 dan *rake* = 18, sedangkan untuk gempa 12 Desember 2017 dengan *focal mechanism* berupa nilai *strike* = 19, *dip* = 48 dan *rake* = 50.

Saran

Pada saat penentuan data kejadian gempa, dimana data yang dipilih harus yang dapat dijalankan oleh *software* MTINV karena tidak semua data kejadian gempa dapat dijalankan oleh *software* ini. Oleh karena itu, agar memperoleh data yang lebih akurat dan menghasilkan *Variance Reduction* (VR) yang lebih besar, maka perlu memilih data yang terekam minimal 4 stasiun seismik dengan posisi mencakup 4 kuadran penuh terhadap sumber. Selain itu data harus mencakup 3

*Estimasi Centroid Moment Tensor (CMT) Gempa Di Sekitar Sesar Cimandiri
Menggunakan Software MTINV*

komponen (BHN, BHE, dan BHZ) dengan kualitas data gelombang yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Cronin, V. 2004. A Draft Primer on Focal Mechanism Solutions for Geologists. http://serc.carleton.edu/files/NAGTWorkshops/structure04/Focal_mechanism_primer.pdf (Vince_Cronin@baylor.edu)
- Dahm, T. and Kruger, F. 2014. Moment Tensor Inversion and Moment Tensor Interpretation. In Bormann, P.(ur.), pp.1–34, doi:10.2312/GFZ.NMSOP-2.
- Fahntalia, C. P. and Madlazim. 2017. Pengaruh jumlah stasiun seismik terhadap hasil estimasi Centroid Moment Tensor gempa bumi. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, **6**(3), 1–5.
- Haryanto, I. 2006. Struktur Geologi Paleogen dan Neogen di Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, **4**(1), 88–95.
- Irsyam, M., Hendriyawan, Asrurifak, M., Mikail, R., Sabaruddin, A., Faisal, L., Meilano, I., Widiyantoro, S., Natawidjaja, D. H., Triyoso, W., Hidayati, S., Rudiyanto, A., Imran, I., Sakti, L. M. 2017. *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*, 1-377. ISBN: 978-602-5489-01-3.
- Madlazim. 2016. *Fisika Bumi Seri Seismologi*. Surabaya: Unesa University Press, 1-143. ISBN: 978-979-028-831-1.
- Madlazim, Prastowo, T., Supardiyono, and Hardy, T. 2018. Determination of source parameters of the 2017 Mount Agung volcanic earthquake from moment- tensor inversion method using local broadband seismic waveforms. *Journal of Physics: Conference Series*, 1–7, doi:10.1088/1742-6596/997/1/012001.
- Zakaria, Z., Ismawan and Haryanto, I. 2011. Identifikasi dan mitigasi pada zona rawan gempa bumi di Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, **9**(1), 35-41.

