

IDENTIFIKASI SESAR-PALU KORO DENGAN *CENTROID MOMENT TENSOR* (CMT) MENGGUNAKAN INVERSI *WAVEFORM* TIGA KOMPONEN

Muhammad Nurul Fahmi¹, Madlazim²

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

Email: muhammadfahmi1@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan menganalisis hasil estimasi *Centroid Moment Tensor* (CMT) gempa di sekitar Sesar Palu-Koro menggunakan inversi *waveform* tiga komponen yang di implementasikan dalam *software* MTINV. Daerah penelitian ini terletak di sekitar Sesar Palu-Koro, hal ini karena Sesar Palu-Koro merupakan sesar yang aktivitas kegempaan cukup tinggi di Pulau Sulawesi. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder *waveform* tiga komponen pada tanggal 28 September 2018 dengan magnitudo 7.5 SR dan 1 Oktober 2018 dengan magnitudo di 4.7 SR yang diunduh dari WebDC3 BMKG. Estimasi CMT sebagai parameter gempa menggunakan metode inversi *waveform* dan fungsi *Green* tiga komponen yang sudah diimplementasikan ke dalam sebuah *software* MTINV. Estimasi CMT menghasilkan antara lain yaitu momen seismik (M_0), magnitudo momen (M_w), *latitude*, *longitude*, kedalaman *centroid*, dan orientasi bidang sesar (*nodal plane/NP*) yang meliputi sudut *strike*, *dip*, dan *rake*. Selain itu estimasi CMT juga dapat memberikan informasi mengenai penyebab terjadinya gempa yang meliputi persentase ISO, DC, dan CLVD. Hasil dari penelitian ini yaitu kedua *event* gempa mempunyai nilai persentase DC yang lebih dominan daripada CLVD dengan nilai VR lebih dari 50%, hal ini menunjukkan bahwa kedua *event* gempa yang terjadi disekitar Sesar Palu-Koro ini disebabkan karena adanya aktivitas tektonik. Berdasarkan nilai VR, maka hasil dari penelitian ini bisa dikatakan *reliable* karena telah memenuhi syarat. *Event* gempa pada tanggal 28 September 2018 dan 1 Oktober 2018 keduanya disebabkan oleh tipe sesar *strike-slip*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebab terjadinya kedua *event* gempa tersebut disebabkan oleh Sesar Palu-Koro.

Kata Kunci : *Centroid Moment Tensor*, *software* MTINV, Sesar Palu-Koro, inversi *waveform* tiga komponen

Abstract

The purpose of this study is to analyze the earthquake Centroid Moment Tensor (CMT) estimation result around the Palu-Koro Fault using three component inversion waveforms implemented in the MTINV software. The research area is located around the Palu-Koro Fault, this is because the Palu-Koro Fault is a fault that has high seismic activity on Sulawesi Island. The data used in this study is secondary waveform data of three components around on 28 September 2018 with magnitudes 7.5 SR and 1 October 2018 with magnitudes 4.7 SR downloaded from WebDC3 BMKG. CMT estimation as an earthquake parameter uses the waveform inversion method and Green function of three components have been implemented into an MTINV software. The result of the CMT estimation includes seismic moments (M_0), moment magnitude (M_w), latitude, longitude, centroid depth, and fault orientation (nodal plane / NP) which includes strike, dip, and rake. In addition, the CMT estimation can also provide information about the causes of earthquakes which include the percentage of ISO, DC, and CLVD. The results of this study are that both earthquake events have a DC percentage value that is more dominant than CLVD with VR values of more than 50%, this indicates that the two earthquake events that occurred around the Palu-Koro Fault were caused by tectonic activity. Based on VR values, the results of this study can be reliable because it has qualified. Earthquake events on 28 September 2018 and 1 October 2018 are both caused by a strike-slip type fault. So it can be concluded that the cause of the two earthquake events was caused by the Palu-Koro Fault.

Keywords: Centroid Moment Tensor, MTINV software, Palu-Koro Fault, three component waveform inversion

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerawanan gempa yang relatif cukup tinggi. Hal ini disebabkan posisi Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng besar yang terus bergerak (Naryanto dan Wisyanto, 2005). Ketiga lempeng tektonik besar tersebut yaitu Lempeng Tektonik Eurasia, Indonesia Indo-Australia, dan Pasifik. Selain ketiga lempeng tersebut, masih ada lempeng-lempeng tektonik kecil lainnya, yaitu: Filipina, Laut Maluku, Halmahera dan Sangihe. Wilayah Indonesia bagian timur merupakan wilayah yang mempunyai aktivitas kegempaan yang cukup tinggi.

Daerah Sulawesi merupakan bagian dari wilayah Indonesia bagian timur yang mempunyai aktivitas kegempaan yang cukup tinggi. Sulawesi adalah zona dari pertemuan tiga lempeng, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Filipina. Kondisi tersebut dapat menyebabkan daerah di sekitar Sulawesi sangat rawan terjadi gempa bumi.

Daerah Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah rawan bencana gempa bumi di Indonesia (Supartoyo dan Surono, 2008), karena terletak dekat dengan sumber gempa bumi yang berada di darat dan di laut. Sumber gempa bumi di laut berasal dari penujaman lempeng subduksi laut Sulawesi dan Maluku, sedangkan

Identifikasi Sesar Palu-Koro Dengan Centroid Moment Tensor (CMT) Menggunakan Inversi Waveform Tiga Komponen

sumber gempa bumi di darat bersumber dari beberapa sesar aktif di daratan Sulawesi Tengah, salah satunya adalah Sesar Palu-Koro.

Sesar Palu-Koro merupakan sesar utama di Pulau Sulawesi dan tergolong sebagai sesar aktif (Bellier *et al.*, 2001). Sesar ini memanjang kurang lebih 240 km dari utara (Kota Palu) ke selatan (Malili) hingga Teluk Bone. Sesar ini merupakan sesar sinistral aktif dengan kecepatan pergeseran sekitar 25 - 30 mm/tahun. Sesar Palu-Koro berhubungan dengan Sesar Matano-Sorong dan Lawanoppo-Kendari, sedangkan di ujung utara melalui selat Makasar berpotongan dengan zona subduksi lempeng Laut Sulawesi (Kaharuddin dkk., 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Pakpahan *et al.* (2015) mengatakan bahwa hasil analisis kegempaan di sekitar Sesar Palu-Koro mengindikasikan bahwa Sesar Palu-Koro masih sangat aktif. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat di lihat bahwa Sesar Palu-Koro masih beraktivitas dan sangat memungkinkan menyebabkan gempa-gempa dengan Magnitudo $M_w > 5,0$ ataupun $M_w < 5,0$ yang bisa menyebabkan kerusakan yang cukup parah. Oleh sebab itu, diperlukan adanya usaha untuk meminimalisir dampak yang dapat ditimbulkan bencana gempa bumi. Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi Sesar Palu-Koro untuk mengetahui karakteristik sesar tersebut. Untuk memahami karakteristik Sesar Palu-Koro maka dapat menggunakan solusi *Centroid Moment Tensor (CMT)* atau dengan memodelkan momen tensor gempa bumi. Pemodelan momen tensor ini dilakukan dengan menggunakan metode inversi *waveform*. Inversi *waveform* tiga komponen memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan menggunakan data waktu tempuh atau *travel time*, karena dalam metode ini *origin time* dan kedalaman *centroid* terkait erat satu sama lain (Madlazim, 2011). Namun data *travel time* juga memiliki kelebihan yaitu pada perhitungan parameternya lebih cepat dibandingkan dengan metode inversi *waveform*.

Solusi *Centroid Moment Tensor (CMT)* merupakan solusi dari estimasi parameter sumber (*centroid*) gempa yang diekstrak berdasarkan inversi *waveform* 3 komponen. Solusi CMT meliputi; 9 komponen momen tensor (tiga di antaranya simetri, sehingga yang ditampilkan hanya 6 komponen momen tensor), momen seismik skalar (M_0), magnitudo momen (M_w), *latitude*, *longitude* dan kedalaman *centroid*, orientasi bidang sesar (nodal Plane/NP) yang meliputi sudut *strike*, *dip* dan *rake*. Solusi CMT juga memberi informasi tentang tipe sesar sebagai penyebab gempa yang meliputi *Isometric (ISO)*, *Double-Couple (DC)* dan *Compensated Linear Vector Dipole (CLVD)* serta *Variance Reduction (VR)*. *Centroid Moment Tensor (CMT)* ini dapat diimplementasikan ke dalam sebuah *software* yaitu MTINV.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua data sekunder yang bersumber dari katalog gempa WebDC3 at BMKG yang diakses dari <http://202.90.198.100/webdc3/> secara gratis. Dua data tersebut yaitu data *event* gempa dengan magnitudo > 5 SR yaitu terjadi pada tanggal 28 September 2018 pukul 10:02:45 GMT dengan magnitudo 7.5 SR, *latitude* -0.22, *longitude* 119.86 dan kedalaman 10 km, dan untuk data *event* gempa dengan magnitudo < 5 SR yaitu terjadi pada tanggal 1 Oktober 2018 pukul 17:39:03 GMT dengan magnitudo 4.7 SR, *latitude* -0.67, *longitude* 120.00 dan kedalaman 10 km.

Pada penelitian ini karakteristik dari gempa bumi dapat ditentukan dengan *Centroid Moment Tensor (CMT)* yang didapat dari analisis data gempa bumi yang berupa gelombang seismik. Hal pertama yang dilakukan yaitu mendownload data dari WebDC3 at BMKG dengan menentukan batasan magnitudo, *latitude*, *longitude* dan *origin time*. Kemudian juga menginput stasiun seismik dan model kecepatan kedalam proses MKGLIB. Pada proses ini inversi dengan menghitung fungsi *Green* sudah dimulai. Fungsi *Green* difungsikan untuk menghitung *waveform* sintetik yang kemudian akan dibandingkan dengan *waveform* yang teramati oleh stasiun. Setelah proses ini dihasilkan output biner. Pada tahap kedua output dari MKGLIB dimasukkan kedalam proses GLIB2INV dan proses ini juga merupakan kelanjutan dalam perhitungan fungsi *Green*. Proses inversi tiga komponen juga terlibat dalam perhitungan fungsi *Green*. Hasil dari GLIB2INV ini adalah output *ginv*. Tahap yang ketiga yaitu proses SACDATA2INV dimana pada proses ini dilakukan pembacaan data SAC yang diekstrak dari file SEED dan SAC pole-zero response file. Setelah ketiga tahap tersebut selesai maka akan didapatkan *mtinv.par* dan dilanjutkan ke proses yang terakhir yaitu MTINV dan menghasilkan output berupa teks, file dan GMT dalam bentuk *beachball* yang dapat digunakan untuk mengetahui tipe sesar yang menyebabkan gempa bumi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

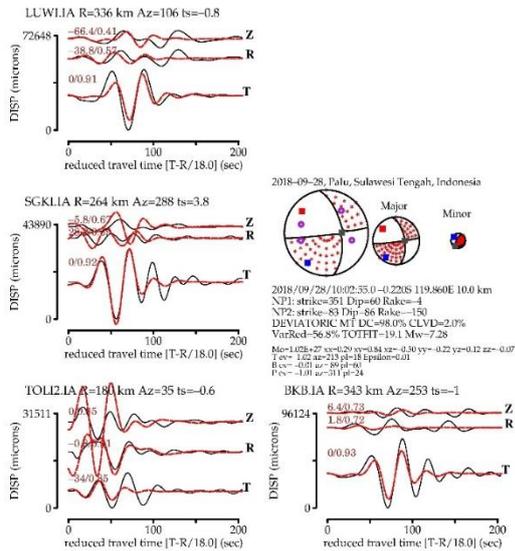
Gempa tanggal 28 September 2018

Gempa pada tanggal 28 September 2018 dengan magnitudo 7.5 SR direkam oleh beberapa stasiun seismik, namun dipilih yang dekat dengan sumber gempa dan posisinya mencakup wilayah 4 kuadran atau mendekati 4 kuadran terhadap sumber gempa. Stasiun seismik yang digunakan sebagai data pada *event* gempa ini yaitu stasiun SGK1, TOL12, BKB, dan LUWI. Pada penelitian ini untuk memfilter sinyal *broadband* yang terekam di seismogram menggunakan frekuensi inversi *waveform* antara 0.014 Hz sampai 0.039 Hz menggunakan *software* MTINV, lebar

Identifikasi Sesar Palu-Koro Dengan Centroid Moment Tensor (CMT) Menggunakan Inversi Waveform Tiga Komponen

frekuensi ini sudah bisa memenuhi syarat untuk inversi *waveform* (Ichinose *et al.*, 2003). Model kecepatan gelombang seismik yang digunakan untuk menginversi *waveform* yaitu dengan menerapkan model kecepatan lokal satu dimensi yang telah dikembangkan oleh Madlazim dkk. (2018). Pada *input* kedalaman di *setting* pada rentang antara 2 sampai 12 km dengan kenaikan sebesar 2 km.

Gambar 1. Hasil inversi *waveform* antara data sintetik dan data observasi gempa tanggal 28 September 2018

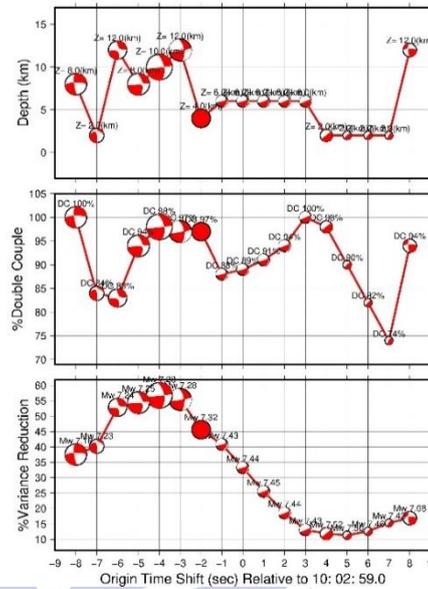


Gambar 1 merupakan hasil gambaran dari *fitting* gelombang antara stasiun data teramati dan data sintetik yang telah dihitung dengan fungsi *Green*. Setiap stasiun seismik yang merekam gempa memiliki tiga komponen lokal yang teramati dan disimbolkan sebagai T untuk komponen tangensial, R untuk komponen radial, dan Z untuk komponen vertikal. Bentuk gelombang yang berwarna hitam menunjukkan bentuk gelombang yang diperoleh dari hasil data pengamatan, sedangkan untuk bentuk gelombang berwarna merah menunjukkan bentuk gelombang sintetik yang diperoleh dari hasil perhitungan. Hasil tingkat kecocokan pada *fitting* gelombang ditentukan oleh besar nilai *Variance Reduction* (VR), jika nilai VR melebihi 50% maka dapat dikatakan hasil solusi CMT dapat dikategorikan *reliable* (Vackáar *et al.*, 2017).

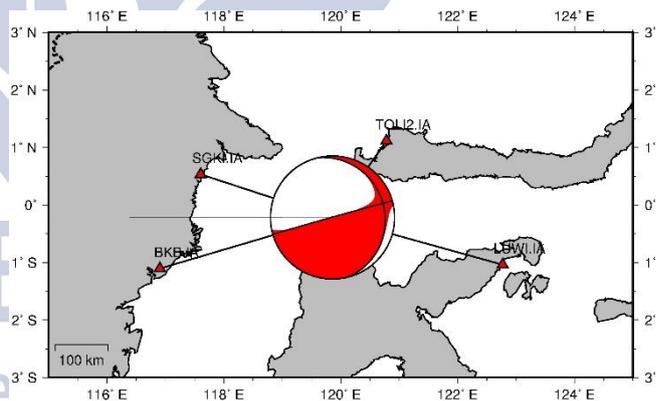
Hasil inversi momen tensor pada gambar 1 menghasilkan nilai *Variance Reduction* (VR) sebesar 56.8% dengan magnitudo momen (M_w) sebesar 7.28 dengan hasil untuk komponen DC sebesar 98.0% dan CLVD 2.0% serta kedalaman *centroid* 10 km.

Pada gambar 2 menunjukkan grafik yang saling berhubungan atau *cross correlation* antara *Double Couple* (DC), *Variance Reduction* (VR) dan kedalaman. Hasil dari grafik *cross correlation* pada gambar 2 menyatakan bahwa

nilai VR yang sesuai dengan gambar 3 yaitu pada nilai 56.8% dan berkorelasi dengan DC sebesar 98.0% serta kedalaman *centroid* 10 km. *Origin Time Shift* merupakan hasil perhitungan menggunakan *software* MTINV yang menunjukkan bahwa waktu terjadinya gempa ini lebih lambat 4 detik dari hasil pengamatan Global CMT dan lebih lambat 9 detik dari hasil pengamatan WebDC3.



Gambar 2. Grafik persentase *cross correlation* antara VR, DC, dan kedalaman pada gempa tanggal 28 September 2018



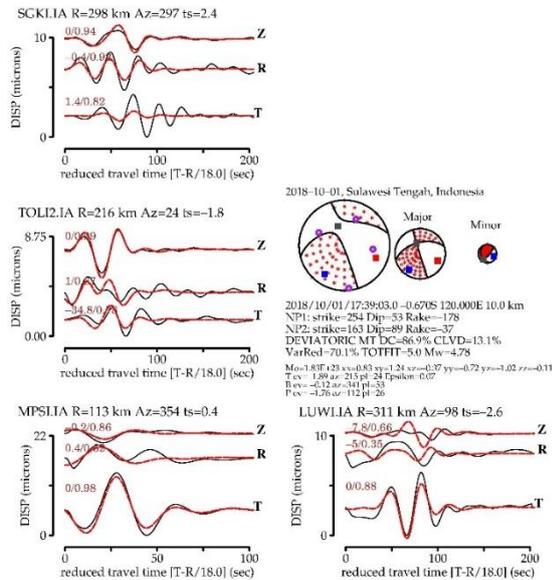
Gambar 3. Peta solusi MTINV dengan distribusi stasiun seismik pada gempa tanggal 28 September 2018

Gempa tanggal 1 Oktober 2018

Gempa pada tanggal 1 Oktober 2018 dengan magnitudo 4.7 SR direkam oleh beberapa stasiun seismik, namun dipilih yang dekat dengan sumber gempa dan posisinya mencakup wilayah 4 kuadran atau mendekati 4 kuadran terhadap sumber gempa. Stasiun seismik yang digunakan sebagai data pada *event* gempa ini yaitu stasiun SGKI, TOLI2, MPSI, dan LUWI. Pada penelitian ini untuk memfilter sinyal *broadband* yang terekam di

Identifikasi Sesar Palu-Koro Dengan Centroid Moment Tensor (CMT) Menggunakan Inversi Waveform Tiga Komponen

seismogram menggunakan frekuensi inversi *waveform* antara 0.011 Hz sampai 0.036 Hz menggunakan *software* MTINV dan lebar frekuensi ini sudah bisa memenuhi syarat untuk inversi *waveform* (Ichinose et al., 2003). Pada *input* kedalaman di *setting* pada rentang antara 1 sampai 10 km dengan kenaikan sebesar 1 km.

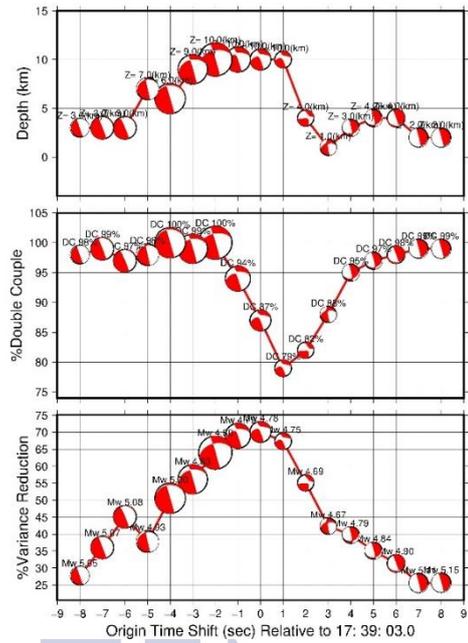


Gambar 4. Hasil inversi *waveform* antara data sintetik dan data observasi gempa tanggal 1 Oktober 2018

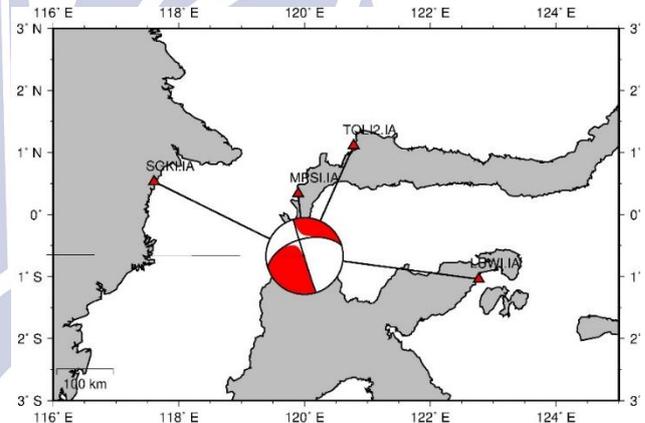
Inversi momen tensor pada gambar 4 menghasilkan nilai *Variance Reduction* (VR) sebesar 70.1% dengan magnitudo momen (M_w) sebesar 4.7 dengan hasil untuk komponen DC sebesar 86.9% dan CLVD 13.1% serta kedalaman *centroid* 10 km. Pada gambar 4 menunjukkan grafik yang saling berhubungan atau *cross correlation* antara *Double Couple* (DC), *Variance Reduction* (VR) dan kedalaman.

Hasil dari grafik *cross correlation* pada gambar 5 menyatakan bahwa nilai VR yang sesuai dengan gambar 6 yaitu pada nilai 70.1% dan berkorelasi dengan DC sebesar 86.9% serta kedalaman *centroid* 10 km. *Origin Time Shift* merupakan hasil perhitungan menggunakan *software* MTINV yang menunjukkan bahwa waktu terjadinya gempa ini tidak ada perbedaan dari hasil pengamatan Global CMT dan WebDC3.

Pada gambar 6 distribusi stasiun seismiknya kurang dari 4 kuadran tapi memiliki VR yang tinggi, hal ini bisa terjadi karena pada pemilihan stasiun perlu dipilih stasiun yang menghasilkan data yang baik atau akurat, namun pada *event* untuk stasiun yang berada dikiri bawah pusat gempa bumi tidak menghasilkan bentuk gelombang yang baik sehingga menghasilkan nilai VR yang rendah. Oleh sebab itu stasiun tersebut tidak dipilih dalam proses inversi *waveform* pada *software* MTINV.



Gambar 5. Grafik persentase *cross correlation* antara VR, DC, dan kedalaman pada gempa tanggal 1 Oktober 2018



Gambar 6. Peta solusi MTINV dengan distribusi stasiun seismik pada gempa tanggal 1 Oktober 2018

Pembahasan

Penelitian ini memiliki fokus bahasan tentang estimasi CMT disekitar Sesar Palu-Koro menggunakan *software* MTINV. Metode dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode inversi pada fungsi *Green* sebagai inversi *waveform* yang dihitung menggunakan integrasi frekuensi gelombang untuk model kecepatan 1D agar diperoleh *fitting waveform* 3 komponen yang baik. CMT gempa bumi ini direpresentasikan kedalam bentuk *beachball*, yang menggambarkan patahan penyebab gempa, dan kedalaman gempa bumi (Zahradnik et al., 2008). Solusi dari hasil *software* MTINV menghasilkan MT deviatorik, dimana hanya komponen DC dan CLVD saja tanpa ada komponen ISO, selain itu dipilih solusi yang mempunyai nilai persentase VR lebih dari 50% atau yang

**Identifikasi Sesar Palu-Koro Dengan Centroid Moment Tensor (CMT)
Menggunakan Inversi Waveform Tiga Komponen**

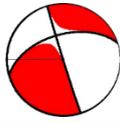
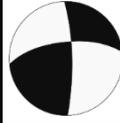
tertinggi, dimana jika nilai VR lebih dari 50% maka hasil dari *waveform* sintetik dan teramati keduanya saling tumpang tindih.

Hasil dari penelitian ini dibandingkan dengan Global CMT dan *software* HASH untuk memperkuat solusi CMT yang dihasilkan dari *software* MTINV, selain terdapat perbedaan metode *software* MTINV dengan Global CMT dan *software* HASH dalam mengolah data gempa. Global CMT mengolah data gempa menggunakan data teleseismik dan dengan model kecepatan global yang persamaan gelombangnya menggunakan persamaan bola dan untuk *software* HASH mengolah data gempa menggunakan data gempa bumi lokal dengan menggunakan metode *travel time* atau *Polarity P-wave first motion*, sedangkan untuk *software* MTINV menggunakan data gempa bumi lokal dengan menggunakan metode inversi *waveform* dan model kecepatan lokal 1D serta menggunakan persamaan koordinat kartesian. Solusi yang diberikan dari perbandingan MTINV, Global CMT, dan HASH baik itu *event* gempa yang magnitudo diatas 5 ataupun dibawah 5 memiliki kecocokan bentuk *beachball* satu sama lain dan pada dua *event* gempa menghasilkan tipe sesar yang sama dari ketiganya yaitu memiliki tipe sesar *strike-slip*.

Tabel 1. Perbandingan solusi *Centroid Moment Tensor* (CMT) pada *event* gempa tanggal 28 September 2018

<i>Focal Mechanism</i>		MTINV	GLOBAL CMT	HASH
Beach Ball				
Nodal Plane 1	Strike	351	348	357
	Dip	60	57	55
	Rake	-4	-15	178
Nodal Plane 2	Strike	83	87	-
	Dip	86	77	-
	Rake	-150	-147	-
Tipe Sesar		Strike-slip	Strike-slip	Strike-slip

Tabel 2. Perbandingan solusi *Centroid Moment Tensor* (CMT) pada *event* gempa tanggal 1 Oktober 2018.

<i>Focal Mechanism</i>		MTINV	GLOBAL CMT	HASH
Beach Ball				
Nodal Plane 1	Strike	254	258	264
	Dip	53	76	66
	Rake	178	167	170
Nodal Plane 2	Strike	163	351	-
	Dip	89	78	-
	Rake	37	14	-
Tipe Sesar		Strike-slip	Strike-slip	Strike-slip

Gempa pada tanggal 28 September 2018 menggunakan data dari Global CMT dan perhitungan dari *software* HASH sebagai data pembandingan dengan data solusi CMT yang diperoleh dari *software* MTINV untuk memperkuat data dari *software* MTINV karena keterbatasan lokasi stasiun perekam gempa bumi. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai *strike*, *dip*, dan *rake* antara *software* MTINV dengan Global CMT hampir sama, tapi jika dibandingkan dengan nilai dari *software* HASH nilai dari parameter *rake* berbeda, hal ini bisa terjadi karena pada saat pemrosesan data menggunakan metode yang berbeda, namun dimana solusi dari *software* MTINV, Global, CMT, maupun *software* HASH pada penelitian ini menunjukkan gambaran hasil yang sama bahwa bentuk *beachball* dari gempa bumi pada *event* ini yaitu memiliki tipe *strike-slip*. Begitupun gempa tanggal 1 Oktober 2018 pada tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai *strike*, *dip*, dan *rake* antara *software* MTINV, Global CMT, dan *software* HASH hampir sama atau saling mendekati. Solusi dari *software* MTINV, Global, CMT, maupun *software* HASH pada penelitian ini menunjukkan hasil yang sama bahwa bentuk dari *beachball* gempa bumi pada *event* ini yaitu memiliki tipe *strike-slip*.

Kedua gempa pada penelitian ini terjadi disekitar Sesar Palu-Koro dan memiliki tipe sesar *strike-slip*, sehingga kedua gempa ini terjadi akibat adanya aktivitas dari Sesar Palu-Koro yang memiliki tipe sesar *strike-slip*.

Identifikasi Sesar Palu-Koro Dengan Centroid Moment Tensor (CMT) Menggunakan Inversi Waveform Tiga Komponen

Demikian pendapat dengan penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh lembaga seismologi IRIS (2018) menyatakan bahwa gempa bumi yang terjadi pada tanggal 28 September 2018 karena gempa bumi terjadi sebagai slip, dan menghasilkan gelombang primer (P) di kuadran di mana pulsa pertama adalah kompresional (berbayang) dan kuadran di mana pulsa pertama adalah ekstensional (putih). Orientasi kuadran ini ditentukan dari rekaman gelombang seismik yang mengidentifikasi jenis patahan yang menghasilkan gempa. Gempa yang terjadi pada tanggal 28 September 2018 terjadi sebagai akibat karena adanya patahan *strike-slip*, BMKG (2018) juga mengatakan bahwa jika memperhatikan lokasi episenter dan kedalaman hiposenter, gempa bumi yang terjadi merupakan jenis gempa bumi dangkal akibat aktifitas sesar Palu-Koro, hasil analisis mekanisme sumber gempa, gempa ini dibangkitkan oleh struktur sesar yang bertipe mendatar atau *strike-slip*. Selain itu penelitian dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh Marjiyono, dkk. (2013) menjelaskan bahwa keberadaan Sesar Palu-Koro sebagai sesar aktif mendatar atau sesar *strike-slip* yang ditinjau dari indikasi kegempaan dan juga observasi geodesi.

PENUTUP

Simpulan

Pada penelitian ini dapat untuk mengetahui hasil solusi estimasi *Centroid Moment Tensor* (CMT) dapat dicari dengan menggunakan metode inversi *waveform* yang sudah diimplementasikan pada *software* MTINV. Berdasarkan pada rumusan masalah pada penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

- 1) Gempa tanggal 28 September 2018 memiliki nilai *Double Couple* (DC) yang lebih dominan yaitu sebesar 98.0% yang menandakan bahwa gempa pada *event* ini disebabkan karena aktivitas tektonik dan untuk gempa tanggal 1 Oktober 2018 yaitu memiliki nilai *Double Couple* (DC) yang lebih dominan juga yaitu sebesar 86.8% yang menandakan bahwa gempa pada *event* ini disebabkan karena aktivitas tektonik pula. Kedalaman *centroid* untuk kedua gempa ini yaitu 10 km dengan nilai *Variance Reduction* (VR) masing-masing yaitu 56.8% dan 70.1%.
- 2) *Focal mechanism* yang dihasilkan untuk gempa tanggal 28 September yaitu NP 1 sebagai bidang patahan (*fault plane*) yang menjadi pusat sumber gempa bumi memiliki nilai *strike*=351, *dip*=60, *rake*=-4, sedangkan untuk gempa tanggal 1 Oktober 2018 memiliki nilai *strike*=254, *dip*=53, *rake*=178. Kedua gempa tersebut menghasilkan gambar *beachball* yang memiliki tipe *strike-slip*.
- 3) Gempa tanggal 28 September 2018 dengan M_w 7.5 SR dan gempa tanggal 1 Oktober 2018 dengan M_w 4.7 SR

yang terjadi disekitar Sesar Palu-Koro memiliki tipe *strike-slip*, sehingga kedua gempa ini terjadi akibat adanya aktivitas dari Sesar Palu-Koro yang memiliki tipe sesar *strike-slip*.

Saran

Penelitian ini memiliki beberapa kendala dalam proses pengerjaan, kendala yang ditemukan yaitu tidak semua *event* gempa bumi cocok dengan *software* MTINV karena distribusi stasiun yang kurang merata atau tidak mendekati 4 kuadran sehingga diperoleh nilai VR yang rendah. Saran untuk penelitian selanjutnya agar diperoleh data yang lebih akurat dan nilai VR tinggi yaitu dengan memilih *event* gempa yang dikelilingi stasiun yang meliputi 4 kuadran.

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). *Terra Nova*, 13(6), 463–470. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.2001.00382.x>
- BMKG. (2018). ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPABUMI UTARA DONGGALA SULTENG.
- 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. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93(1), 61–84. <https://doi.org/10.1785/0120020063>
- IRIS. (2018). Magnitude 7.5 PALU, INDONESIA.
- Kaharuddin, M. ., Hutagalung, R., & Nurhamdan. (2011). Terhadap Potensi Gempa Dan Tsunami. *PROCEEDINGS JCM MAKASSAR 2011 The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition Makassar*, (September), 26–29.
- Madlazim. (2011). Estimasi CMT, Bidang sesar dan Durasi Rupture Gempa Bumi di Sumatera Serta Kemungkinan Peringatan Dini Tsunami.
- 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 waveforms. *Journal of Physics: Conference Series*, 997(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/997/1/012001>
- Marjiyono, Kusumawardhani, H., & Soehaimi, A. (2013). STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DANGKAL BERDASARKAN INTERPRETASI DATA GEOLISTRIK, Studi Kasus Sesar Palu Koro, 23(1), 39–45.
- Naryanto, H. S., & Wisyanto. (2005). Kajian dan Analisa Potensi Bencana Tsunami, Konfigurasi Pantai serta Mitigasi Bencana di Pantai Selatan Jawa Timur. *Jurnal Alami*, 10(2).
- Pakpahan, S., Ngadmanto, D., Masturyono, Rohadi, S.,

*Identifikasi Sesar Palu-Koro Dengan Centroid Moment Tensor (CMT)
Menggunakan Inversi Waveform Tiga Komponen*

- Rasmid, Widodo, H. S., & Susilanto, P. (2015). Analisis Kegempaan di Zona Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 6(3), 253–264. <https://doi.org/10.1179/105307805807066301>
- Supartoyo, & Surono. (2008). Katalog gempabumi merusak di Indonesia tahun 1629-2007. *Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi, Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi*.
- Vackáň, 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. <https://doi.org/10.1093/gji/ggx158>
- Zahradnik, J., Gallovič, F., Sokos, E., Serpetsidaki, A., & Tselentis, A. (2008). Quick Fault-Plane Identification by a Geometrical Method: Application to the MW 6.2 Leonidio Earthquake, 6 January 2008, Greece. *Seismological Research Letters*, 79(5), 653–662. <https://doi.org/10.1785/gssrl.79.5.653>

