

## INTERPRETASI EPISENTER DAN HIPOSENTER SESAR LEMBANG

Rasmid<sup>1</sup>, Muhamad Imam Ramdhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stasiun Geofisika klas I BMKG Bandung, INDONESIA

<sup>2</sup>Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SGD Bandung, INDONESIA

Jl.A.H. Nasution 105 Bandung 40614

Telp : (022)7800525, Fax : (022) 7803936

E-mail : [iiskom1975@gmail.com](mailto:iiskom1975@gmail.com), [muhamad.imam@student.uinsgd.ac.id](mailto:muhamad.imam@student.uinsgd.ac.id)

Halaman 55-62

Diterima: 10 Desember 2014, Direview: 20 Desember 2014 ,Dipublikasi: 28 Desember 2014

### ABSTRAK

Sesar Lembang merupakan sesar polemik bagi para peneliti. Dalam rangka merekam jejak seismik yang ada di sekitar Sesar Lembang, dipasanglah 4 buah *seismometer* yang disediakan oleh Stasiun Geofisika klas I BMKG Bandung di sekitar Pencut (Lembang), Tangkuban Perahu, Ciater, dan Cimencyan mulai Mei 2010 hingga sekarang. Sejak dipasang sampai sekarang telah tercatat peristiwa gempa bumi di sekitar Sesar Lembang yang dapat diketahui baik itu yang dirasakan maupun tidak dirasakan. Untuk mengetahui posisi gempa-gempa tersebut, maka dilakukan proses pengolahan lokalisasi menggunakan metoda tiga lingkaran, kemudian direlokasi dengan *Single Event Determination* (SED) menggunakan metoda *Geiger's method with Adaptive Damping* (GAD). Dari hasil relokasi gempa bumi, diperoleh episenter dan hiposenter gempa bumi di sekitar Sesar Lembang baik di bagian barat maupun bagian timur. Gempa-gempa terkonsentrasi pada kedalaman 3-6 km, sebagian lagi tersebar pada kedalaman 10-30 km. Dalam menentukan akurasi hiposenter gempa bumi tergantung pada beberapa faktor diantaranya yaitu geometri stasiun pencatat, akurasi pembacaan waktu tiba gelombang di stasiun pencatat, fasa gelombang yang tersedia, dan pengetahuan tentang struktur geologi pada daerah studi.

**Kata kunci:** Sesar Lembang, GAD, Episenter, Hiposenter

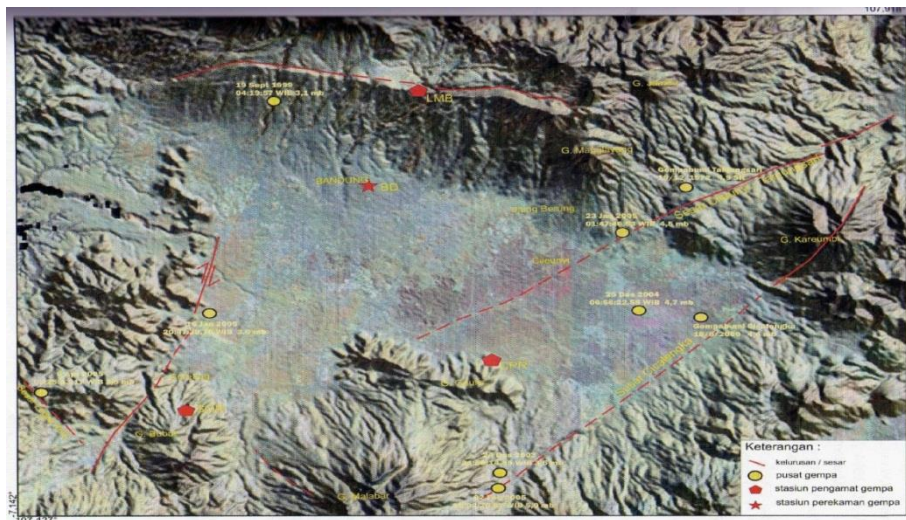
### PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan. Tumbukan tersebut dapat terjadi antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunung api, atau runtuhannya batuan. Kekuatan gempa bumi akibat aktivitas gunung api dan runtuhannya batuan relatif kecil, sehingga kita akan memusatkan pembahasan pada gempa bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif.

Gempa bumi Tektonik disebabkan oleh adanya aktivitas tektonik, yaitu pergeseran lempeng lempeng tektonik secara mendadak yang mempunyai kekuatan dari sangat kecil hingga yang sangat besar. Gempa bumi ini banyak menimbulkan kerusakan atau bencana alam di bumi, getaran gempa bumi yang kuat mampu menjalar keseluruh bagian bumi. Teori dari *tectonic plate* (lempeng tektonik) menjelaskan bahwa bumi terdiri dari beberapa lapis batuan, sebagian besar area dari lapisan kerak itu akan hanyut dan mengapung di atas lapisan seperti salju. Lapisan tersebut bergerak perlahan sehingga bertabrakan satu sama lainnya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya gempa tektonik.

Sesar Lembang terletak sekitar 10 km di utara kota Bandung dan memanjang dengan arah barat timur melalui kota Lembang. Tingkat aktivitas Sesar Lembang belum diketahui dengan baik, sehingga diperlukan penelitian yang lebih terintegrasi dari beberapa metoda antara lain dengan metoda seismik, metoda gaya berat, serta metoda deformasi.

Secara geologis, Sesar Lembang adalah satu *landmark* yang paling menarik di dataran tinggi Bandung yang terletak di lereng selatan dari gunung Tangkuban Perahu dan menurut Nossin et al., (1992) dan Brahmantyo (2005) merupakan ekspresi geomorfologi yang jelas dari neotektonik di cekungan Bandung. Secara morfologi Sesar Lembang diekspresikan berupa gawir sesar (*fault scarp*) dengan dinding gawir menghadap ke arah utara. Menurut Meilano (2011) menyatakan bahwa patahan Lembang merupakan patahan yang masih aktif dengan dominan tipe *strike slip*, hal ini dibuktikan dengan masih adanya pergeseran patahan walaupun pergeserannya sangat kecil sekali yaitu sekitar 2-4 mm dalam setahun[1]-[10].



**Gambar 1.** Sesar-sesar di sekitar cekungan Bandung [8]



**Gambar 2.** Kenampakan Sesar Lembang [9]

Berdasarkan hal di atas, maka penulis ingin melakukan penelitian mengenai interpretasi Sesar Lembang dengan melihat perilaku pusat gempa (*episenter*) dan kedalaman gempa (*hiposenter*). Untuk menentukan tingkat kegempaan/seismisitas di Sesar Lembang, maka penulis mengambil data *seismometer* sebanyak empat buah disekitar Sesar Lembang yaitu dua buah di utara patahan dan dua buah lainnya di selatan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini difokuskan pada penentuan hiposenter gempa bumi di sekitar Sesar Lembang dengan metoda Grafis tiga lingkaran dan *Single Event Determination* dengan metode GAD (*Geiger's method with Adaptive Damping*) dengan menggunakan data selama 3 bulan yaitu Agustus - Oktober 2011.

Penentuan waktu tiba gelombang *P* dan *S* di stasiun pencatat, menggunakan software Dimas. Penentuan waktu tiba gelombang *P* dan *S* merupakan salah satu faktor yang penting dalam menentukan lokasi gempa bumi. Tahap yang diperlukan untuk menentukan gelombang *P* dan *S*, sebagai berikut:

- Melakukan *filtering* (*bandpass filter*) untuk meningkatkan *S/R ratio* data.

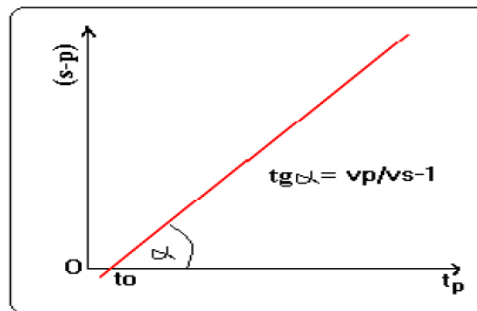
Mengurutkan *seismogram* berdasarkan waktu tiba gelombang *P*, yang ditandai dengan adanya suatu nilai amplitudo sinyal meningkat dengan tajam. Pengurutan ini tujuannya yaitu untuk memudahkan dalam melakukan *picking* baik gelombang *P* maupun *S*.

*Picking* waktu tiba gelombang *P*, biasanya akan terlihat jelas pada komponen *vertical* (*Z*) serta *picking* gelombang *S*, yang biasanya terlihat jelas pada komponen horizontal. Pada umumnya nilai *ts-tp* akan

semakin besar pada stasiun yang waktu tiba gelombang  $P$ -nya lebih lambat, ini merupakan petunjuk yang penting untuk mengetahui lokasi sumber gempa.

- Penentuan waktu terjadinya gempa bumi.

Sebelum menentukan posisi pusat gempa bumi, parameter dasar yang ditentukan dulu adalah waktu terjadinya gempa bumi atau origin time. Penentuan waktu terjadinya gempa bumi menggunakan diagram Wadati, yaitu memplot antara selisih waktu kedatangan gelombang  $P$  dan  $S$  ( $T_s-p$ ), terhadap waktu kedatangan gelombang  $P$  ( $T_p$ ). Hiposenter selisih waktu antar gelombang  $P$  dan  $S$  adalah nol ( $T_s-p=0$ ), itulah pendekatan waktu terjadinya gempa bumi, seperti pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Diagram Wadati [4].

- Lokalisasi sumber gempabumi

### Metoda Lingkaran

Lokasi gempa bumi didefinisikan oleh tiga koordinat ruang ( $x, y, z$ ). Hiposenter adalah titik didalam bumi tempat bermulanya gempabumi. Untuk mendapatkan hiposenter secara garis besar ada dua metoda yang biasanya digunakan yaitu metoda grafis dan metoda inversi. Metoda grafis salah satunya adalah metoda garis berat tiga lingkaran. Dalam metoda garis berat tiga lingkaran, data yang digunakan adalah data waktu tiba gelombang  $P$  dan  $S$  dari beberapa stasiun pencatat minimal tiga stasiun pencatat. Misalnya tiga stasiun pencatat  $S_1, S_2$  dan  $S_3$ , masing-masing stasiun pencatat dijadikan sebagai pusat lingkaran dengan jari-jari  $r_1, r_2$ , dan  $r_3$ . Jari-jari lingkaran adalah jarak hiposenter  $d = (T_p - T_0) \cdot \alpha$ , dimana  $\alpha$  adalah kecepatan gelombang  $P$ ,  $T_p$  adalah waktu kedatangan gelombang  $P$ , sedangkan  $T_0$  adalah waktu terjadinya gempa di sumber. Koordinat episenter  $E$  merupakan perpotongan garis berat ketiga lingkaran tersebut seperti pada gambar 4. Garis berat lingkaran 1 dan 2 adalah garis yang menghubungkan perpotongan lingkaran 1 dan 2 ( $AB$ ). Garis berat lingkaran 1 dan 3 adalah garis yang menghubungkan perpotongan lingkaran 1 dan 3 ( $CD$ ). Sedangkan garis berat lingkaran 2 dan 3 adalah garis yang menghubungkan perpotongan lingkaran 2 dan lingkaran 3 ( $EF$ ). Kedalaman ( $Z$ ) dapat diperoleh dengan rumus *phytagoras*.

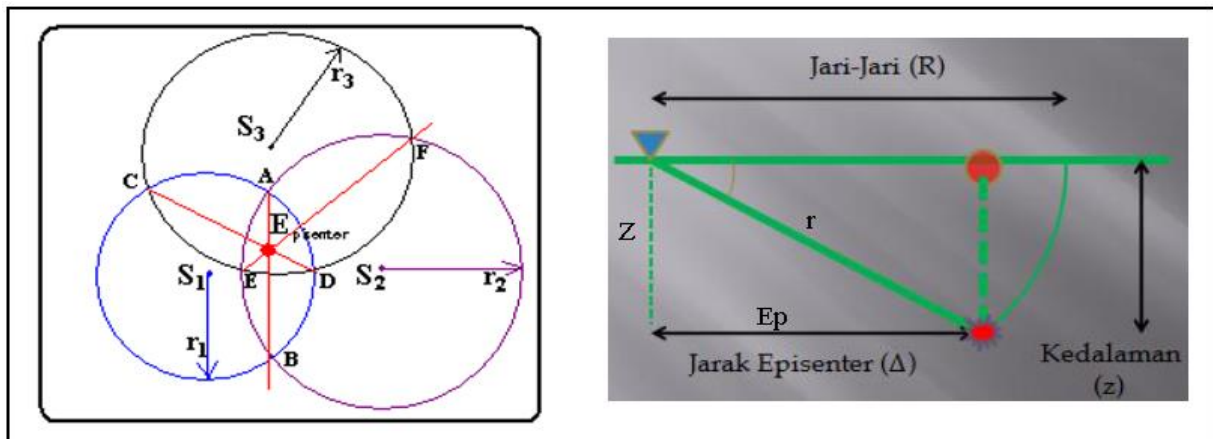
$$Z_1 = (r_1^2 - (Ep_1)^2)^{1/2} \quad (1)$$

$$Z_2 = (r_2^2 - (Ep_2)^2)^{1/2} \quad (2)$$

$$Z_3 = (r_3^2 - (Ep_3)^2)^{1/2} \quad (3)$$



Dengan  $Z$  merupakan rata-rata dari  $Z_1$ ,  $Z_2$  dan  $Z_3$ , seperti pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.** Penentuan episenter metoda titik berat lingkaran [4]

Penelitian ini menggunakan penentuan metoda titik berat tiga lingkaran menggunakan data stasiun Cimenyan, Ciater, dan Pencut.

#### Metoda *Single Event Determination* (SED)

*Single Event Determination* (SED) merupakan metode penentuan lokasi hiposenter dengan menggunakan data *travel time* dari masing-masing *event* gempa ke setiap stasiun pencatat. Pada penelitian ini, untuk SED penulis menggunakan teori dan prinsip metode Geiger. Metode Geiger adalah suatu langkah pengerjaan iterasi dengan menggunakan optimasi *least square* dalam penentuan lokasi hiposenter.

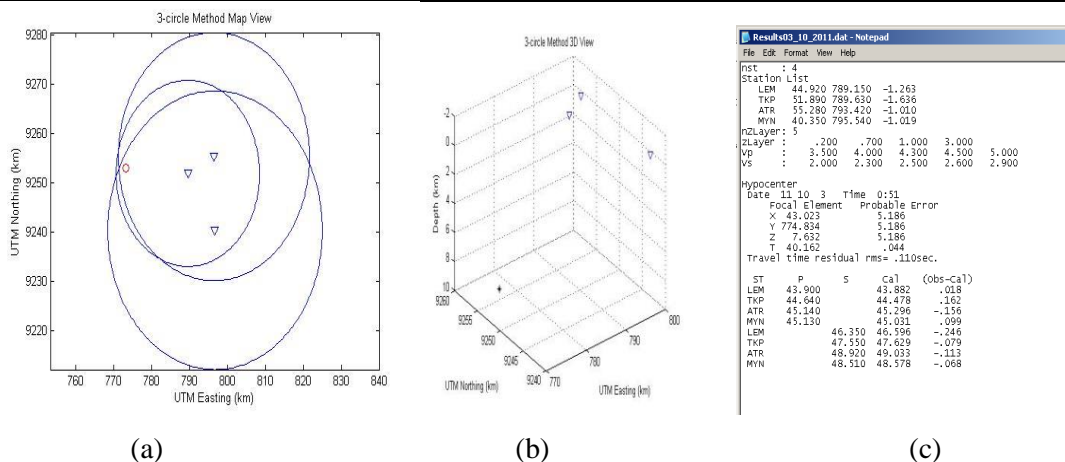
### HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1.** Hasil pengolahan dengan menggunakan metode tiga lingkaran

Event	Tanggal	Waktu terjadi gempabumi	Metode tiga lingkaran		Kedalaman
			Episenter		
			Lintang	Bujur	
1	10 - 08 - 2011	08 : 35 : 36.55	-6,794350000	107,6217500	19,20
2	28 - 08 - 2011	09 : 05 : 56.20	-6.829063889	107.5523278	9.60
3	03 - 09 - 2011	17 : 49 : 00.32	-6.878480556	107.6059417	11.08
4	03 - 09 - 2011	21 : 11 : 23.19	-6.809955556	107.5679972	6.83
5	22 - 09 - 2011	17 : 03 : 16.18	-6.796833333	107.6624556	6.75
6	27 - 09 - 2011	20 : 42 : 20.17	-6.766666667	107.7147250	14.49
7	28 - 09 - 2011	20 : 33 : 44.36	-6.827244444	107.5541278	7.05
8	03 - 10 - 2011	00 : 51 : 40.42	-6.863052778	107.6166667	20.48
9	06 - 10 - 2011	00 : 46 : 05.30	-6.874316667	107.5565778	17.50
10	17 - 10 - 2011	04 : 21 : 48.50	-7.832333333	106.9345378	30.00

**Tabel 2.** Hasil pengolahan dengan menggunakan SED metode GAD

SED metode GAD					
Event	Tanggal	Waktu terjadi gempa bumi	Episenter		Kedalaman
			Lintang	Bujur	
1	10 - 08 - 2011	08 : 35 : 37.259	-6.800167	107.56367	3.750
2	28 - 08 - 2011	09 : 05 : 57.18	-6.778667	107.70933	7.000
3	03 - 09 - 2011	17 : 49 : 00.201	-6.783333	107.51450	3.808
4	03 - 09 - 2011	21 : 11 : 23.743	-6.800167	107.58183	4.549
5	22 - 09 - 2011	17 : 03 : 15.942	-6.830833	107.72950	19.630
6	27 - 09 - 2011	20 : 42 : 17.859	-6.806500	107.73133	2.620
7	28 - 09 - 2011	20 : 33 : 41.235	-6.779833	107.471000	6.538
8	03 - 10 - 2011	00 : 51 : 42.60	-6.807500	107.60667	6.027
9	06 - 10 - 2011	00 : 46 : 04.856	-6.895417	107.71900	7.596
10	17 - 10 - 2011	04 : 20 : 52.56	-7.825726	106.9367	6.252



**Gambar 5.** (a) Contoh hasil pemodelan episenter metode tiga lingkaran dengan MATLAB, (b) Contoh hasil pemodelan hiposenter (kedalaman) metode tiga lingkaran dengan MATLAB, (c) Contoh hasil pemodelan episenter dan hiposenter dengan GAD

Jika dilihat dari sebaran hasil lokalisasi dengan metode tiga lingkaran, tampak episenternya menyebar jauh dari sesar dan mengarah kearah barat dan selatan, hal ini dikarenakan menggunakan model satu lapis. Sehingga kurang memadai dalam hal interpretasi keadaan geologi sebenarnya. Sedangkan model SED dengan metode GAD memiliki sebaran episenter yang lebih baik, dikarenakan menggunakan model kecepatan lima lapis yang digunakan sebagai parameternya sehingga mendekati interpretasi keadaan geologi sebenarnya.

Berdasarkan sebaran kedalaman (hiposenter) dari metode tiga lingkaran, kedalaman berkisar antara 6 km sampai 30 km, sedangkan dengan SED metode GAD lebih dangkal sekitar 2 km sampai 19,63 km, dengan demikian mendekati sesar. Bahkan menurut database terjadi gempa yang dirasakan pada tanggal 16 Agustus dengan skala II MMI di Malimping, 3 September dengan skala I-II MMI di

Cisarua, 5 September dengan skala II-III MMI di Pangalengan, 6 Oktober dengan skala III MMI di Pangalengan, I-II MMI di Soreang, dan I-II MMI di Bandung. Sehingga episenter, hiposenter, dan karakteristik kecepatan gelombang yang terdapat pada batuan berpengaruh terhadap skala MMI.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan penentuan lokasi episenter dan hiposenter dengan dua metode, yaitu metode tiga lingkaran dan metode GAD. Diperoleh kesimpulan bahwa pusat gempa bumi (episenter) dan kedalaman (hiposenter) berbeda antara metode satu dengan yang lain hal ini dikarenakan jika metode tiga lingkaran hanya menentukan lokalisasi saja sedangkan dengan GAD (*Geiger's method with Adaptive Damping*) merelokalisasi ulang ke bentuk yang lebih baik untuk menghasilkan episenter dan hiposenter.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Stasiun Geofisika Klas I BMKG Bandung yang telah menyediakan data seismik di wilayah Bandung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afnimar, *Seismologi*. Bandung: Penerbit ITB, 2009.
- [2] B. Brahmantyo, *Geologi Cekungan Bandung*. Institut Teknologi Bandung, 2005.
- [3] B. Brahmantyo, dan D. S. Widarto, *Ekskursi Sesar Lembang*. HAGI Komisariat Wilayah Bandung, 2003.
- [4] I. Gunawan, dan Subarjo, *Seismologi*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika, 2004.
- [5] Hasanuddin, Z. Abidin, I. Meilano, "Crustal Deformation Studies in Java (Indonesia) Using GPS," *Journal of Earthquake and Tsunami*, vol. 3, no. 2, pp. 77–88, 2009.
- [6] Madrinovella, "Studi Penentuan dan Relokasi Hiposenter Gempa Mikro Sekitar Cekungan Bandung," *J. Geofisika*, Vol. 13, No. 2, pp. 80-88, 2012.
- [7] Rasmid, "Seismisitas Daerah Utara Cekungan Bandung Periode 2010-2012," Thesis Sains Kebumihan, ITB, 2012.
- [8] Wahyu, *Identifikasi Sesar Aktif di Jawa Barat*. Bandung: Badan Geologi, 2012.
- [9] [http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR.\\_PEND.\\_GEOGRAFI/195901011989011-YAKUB\\_MALIK/KONDISI\\_FISIOGRAFI\\_DAN\\_GEOLOGI\\_REGIONAL\\_JAWA\\_BARAT](http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/195901011989011-YAKUB_MALIK/KONDISI_FISIOGRAFI_DAN_GEOLOGI_REGIONAL_JAWA_BARAT) diunduh tanggal 4 Oktober 2013
- [10] <http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/679/jbptitbpp-gdl-diniparami-33918-3-2009ta-2.pdf2009>, diunduh tanggal 7 Oktober 2013.