

JURNAL GEOCELEBES

Home > User > Author > Active Submissions

Active Submissions

ACTIVE ARCHIVE

ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
10303	06-08	ART	Hardianto, Elvarani, Dewi, Rasimeng,...	PENENTUAN POSISI HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE...	Awaiting assignment

1 - 1 of 1 Items

Start a New Submission

CLICK HERE to go to step one of the five-step submission process.

Refbacs

ALL NEW PUBLISHED IGNORED

DATE ADDED	HITS	URL	ARTICLE	TITLE	STATUS	ACTION
------------	------	-----	---------	-------	--------	--------

There are currently no refbacs.

Publish Ignore Delete Select All



0000024574
Geocelebes Stats

- AUTHOR GUIDELINES
- FOCUS AND SCOPE
- PUBLICATION ETHICS
- EDITORIAL TEAM
- REVIEWER LIST

TEMPLATE ARTICLE



[Geocelebes] Subm... x Jurnal Geosains da... x Citra Satelit: Peng... x PKJ Edit Profile x ISO 639-2 Langua... x (156) Epic Roc... x Google Terjemaha... x

mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgxwHNldShfthMCKpDZnVqcFRhN

Gmail

Telusuri email

Tulis

Kotak Masuk 28

Berbintang

Ditunda

Terkirim

Draf 2

Selengkapnya

Meet

Mulai rapat

Gabung ke rapat

Chat

Arnas

Tidak ada chat terbaru

[Geocelebes] Submission Acknowledgement Kotak Masuk x

Muh. Altin Massinai <uhjournal@unhas.ac.id> 20.18 (4 menit yang lalu) ☆ ↶ ⋮

kepada saya ▾

Arnas Hardianto:

Thank you for submitting the manuscript, "PENENTUAN POSISI HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE GRID SEARCH DI SUMATERA BARAT, PADANG PADA TAHUN 2009" to JURNAL GEOCELEBES. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:
<http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes/author/submission/10303>

Username: arnas_hardianto

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Muh. Altin Massinai
JURNAL GEOCELEBES
<p>Salam hormat,</p><p>Redaktur Jurnal Geocelebes, Universitas Hasanuddin</p><p>website:
<http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes></p>

Windows taskbar: 20:23

Jurnal Geocelebes Vol. X No. X, April/Oktober 20XX, xxx - xxx

PENENTUAN POSISI HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGUNAKAN METODE *GRID SEARCH* DI SUMATERA BARAT, PADANG PADA TAHUN 2009

Arnas Hardianto*, Annisa Yulia Elvarani, Pegita Urmala Dewi, Syamsurijal Resimeng,
Ilham Dani*

Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Lampung 35141, Indonesia.

*Corresponding author. Email: arnashardianto32@gmail.com ilham.dani.id9@gmail.com

Manuscript received: xx; Received in revised form: xx; Accepted: xx

Abstrak

Salah satu penelitian yang perlu dilakukan untuk membantu upaya mitigasi bencana gempabumi adalah menentukan pusat gempa dengan presisi tinggi. Untuk meminimalisir dampak bencana yang terjadi akibat gempabumi maka dilakukan upaya mitigasi sedini mungkin. Salah satu penelitian yang penting dilakukan adalah relokasi gempabumi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan relokasi hiposenter gempabumi yang terjadi di wilayah Sumatera Barat tahun 2009 dengan menggunakan metode kecepatan 1D dan *Grid Search* dengan perhitungan python. Relokasi ini diharapkan mampu meningkatkan keakuratan hiposenter gempa bumi yang lebih baik. Data yang digunakan dalam pengolahan data yaitu data seismogram dari IRIS. Data tersebut terdiri dari 5 stasiun di Padang, Sumatera Barat pada tahun 2009. Pengolahan data penentuan posisi hiposenter gempa ini diawali dengan teknik sederhana untuk menentukan waktu terjadinya gempa yaitu dengan diagram Wadati. Metode yang digunakan dalam relokasi episenter ini adalah *grid search*. Pada relokasi hiposenter gempa bumi dengan metode *Grid Search* dan model struktur kecepatan 1D menghasilkan posisi hiposenter yang lebih baik. Kemudian, didapatkan episenter relokasi dengan lintang: 0.63779° LS, bujur: 99.88143° BT, dan kedalaman: 91 km. Sedangkan pada episenter BMKG lintang: 0.8° LS, bujur: 99.88° BT dan kedalaman: 81 km. Sehingga didapatkan nilai ERMS yaitu 2.38 detik.

Kata Kunci: hiposenter; metode *grid search*; gempa bumi.

Abstract

One of the studies that needs to be do, to help mitigate earthquakes is to determine the epicenter of the earthquake with high precision. For minimize the impact of disasters caused by earthquakes, mitigation efforts are made as early as possible. One of the important researches is the earthquake relocation. This study aims to relocate the earthquake hypocenter that occurred in the West Sumatra region in 2009 using the 1D speed method and *Grid Search* with python calculations. This relocation is expected to improve the accuracy of the earthquake hypocenter. The data used in data processing are seismogram

data from IRIS. The data consists of 5 stations in Padang, West Sumatra in 2009. Data processing to determine the position of the earthquake hypocenter begins with a simple technique to determine the time for earthquake repairs with the Wadati diagram. The method used in this epicenter relocation is a box search. In the earthquake hypocenter relocation by the *Grid Search* method and the 1D velocity structure model results in a better hypocenter position. Then, get the relocation epicenter with latitude: 0.63779° S, longitude: 99.88143° E, and altitude: 91 km. While on the BMKG epicenter latitude: 0.8° S, longitude: 99.88° E and depth: 81 km. E_{RMS} values can be found based on 2.38 second.

Keywords: hypocenter; *Grid Search* method; earthquake.

Pendahuluan

Indonesia merupakan daerah yang rawan dari bencana alam, salah satunya gempa bumi. Pada tahun 1976-2006 sudah tercatat ada 3.486 gempabumi yang terjadi dengan magnitude lebih dari 6,0 SR. Hal ini terjadi karena Indonesia secara geologis berada pada jalur rawan kegempaan yaitu pertemuan 3 lempeng tektonik. Lempeng Samudra Indo-Australia dan Lempeng Benua Eurasia yang memanjang dari pantai barat Sumatera hingga pantai selatan Jawa terus ke timur sampai Nusa Tenggara. Adanya proses penunjaman ini Kepulauan Indonesia terdapat deretan gunung api terutama dari Sumatera, Jawa hingga Nusa Tenggara. Jalur-jalur penunjaman lempeng di Indonesia ini menyebabkan terjadinya gempa tektonik yang bersifat regional dan dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat parah bahkan sampai menyebabkan terjadinya Tsunami.

Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dari dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan adanya lapisan yang patah pada batuan di kerak bumi. Bentuk energi yang dilepaskan saat terjadinya gempabumi antara lain adalah energi deformasi dan gelombang. Energi deformasi dapat dilihat pada perubahan bentuk volume sesudah terjadinya gempa bumi, seperti misalnya tanah naik, tanah turun, pergeseran batuan, dan lain-lain. Selanjutnya, energi gelombang akan menggetarkan medium

elastis disekitarnya dan menjalar ke segala arah (Susilawati, 2008).

Untuk meminimalisir dampak bencana yang terjadi akibat gempabumi maka dilakukan upaya mitigasi sedini mungkin. Salah satu penelitian yang penting dilakukan adalah relokasi gempabumi. Relokasi hiposenter ini penting dilakukan untuk mendapatkan lokasi gempa bumi dengan ketelitian yang presisi dan pemetaan kerawanan gempabumi. Ketelitian yang sangat tinggi ini diperlukan karena adanya heterogenitas materi bumi yang dilewati gelombang gempa dari hiposenter ke stasiun pencatat (Elnashai dan Sarno, 2008).

Sumatera Barat yaitu termasuk kawasan rawan gempa bumi disebabkan letaknya di pantai barat Sumatera yang secara tektonik berada berdekatan dengan zona subduksi (*subduction zone*), dimana terdapat zona pertemuan atau perbatasan antara 2 lempeng tektonik berupa tumbukan lempeng India-Australia ke bawah lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng-lempeng ini akan menyebabkan gempa yang tak jarang berkekuatan besar. Selain itu, Patahan Besar Sumatera (*Sumatra Great Fault*) yang masih aktif akan selalu pula mengancam kawasan itu apabila terjadi pergeseran di zona patahan tersebut.

Kemudian, aktivitas gunung berapi yang masih aktif, misalnya yaitu di Marapi, Tandikat, serta Talang dapat menimbulkan

getaran yang cukup kuat. Antara zona subduksi, Sesar Sumatera, dan gunung-gunung berapi aktif ini saling berkaitan serta mempengaruhi. Oleh karena itu, di Sumatera Barat bukan hanya rawan terhadap bencana gempa, namun juga bencana lain yaitu letusan gunung berapi, tsunami, bahkan tanah longsor (akibat getaran gempa) (Politeknik Pelayaran, 2016).

Pada tanggal 30 September 2009 terjadi gempa besar di Sumatera Barat dengan Mw 7,6. McCloskey, et al. (2010), dalam laporannya menjelaskan bahwa gempa tersebut tidak termasuk gempa yang merobek jalur subduksi Sumatera yang dikawatirkan selama ini, karena tidak berada pada batas lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Madrinovella (2011) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa gempa 30 September 2009 mengakibatkan pergeseran ke arah laut dan untuk mengetahui arah sesar, perlu dilakukan perhitungan besar deformasi vertikal akibat gempa tersebut.

Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan relokasi hiposenter gempabumi yang terjadi di wilayah Sumatera Barat tahun 2009 dengan menggunakan metode *Grid Search* 2D dan 3D pada kecepatan 1D. Relokasi ini diharapkan mampu meningkatkan keakuratan hiposenter gempa bumi yang lebih baik.

Metode Penelitian

Data

Data yang digunakan dalam pengolahan data yaitu data seismogram dari IRIS. Data tersebut terdiri dari 5 stasiun yang mengamati gempa Padang, Sumatera Barat pada tahun 2009. Kemudian, pada data tersebut berisikan waktu, lintang, bujur, kedalaman, wilayah atau daerah, *magnitude*

gempa, tanggal, bulan dan tahun. Selain itu digunakan data yang dicatat oleh BMKG sebagai pembanding dengan hasil penelitian ini. Struktur kecepatan yang digunakan adalah struktur kecepatan 1D AK-135.

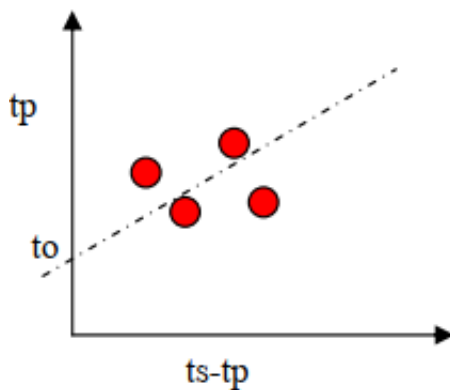
Pengolahan Data

Tahapan dalam pengolahan data pada penentuan hiposenter ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan *picking* fasa gelombang P & S dalam aplikasi Geopsy.
2. Menentukan tobs episenter hipotetik dari stasiun pengamatan menggunakan diagram wadati.
3. Mencari hiposenter gempa hipotetik dengan metode *Grid Search* 2D dan 3D.
4. Melakukan verifikasi hasil dengan episenter hipotetik.
5. Melakukan relokasi dari kejadian gempabumi yang dicatat oleh BMKG.

Diagram Wadati

Teknik sederhana untuk menentukan waktu terjadinya gempa yaitu dengan diagram Wadati. Pada diagram Wadati ini beda waktu tiba antara gelombang P dan gelombang S (ts-tp) diplot terhadap waktu tiba gelombang P. Dari hasil plotting bisa ditentukan *origin time* gempa bumi dengan cara mendapatkan titik potong ts-tp dengan sumbu x (waktu tiba gelombang P). Waktu gempa atau *origin time* (OT) ditentukan dengan menggunakan data tp dan ts-tp dari sejumlah n stasiun (Nugraha, 2005).



Gambar 1. Kurva T_p vs T_s-T_p metode Wadati (Lay and Wallace, 1995 dalam Nugroho 2007)

Grid search

Metoda yang digunakan dalam relokasi episenter ini adalah *grid search*. Sebelum masuk ke dalam metode pencarian lokasi gempa bumi, khususnya *grid search*, terlebih dahulu tentukan waktu terjadinya gempa (*origin time*). Dengan catatan bahwa *origin time* telah dihitung menggunakan diagram Wadati, kemudian dapat menentukan posisi (x,y,z) atau (x,y) dari sumber gempa. Metode *Grid Search* ini merupakan sebuah metode yang mengevaluasi rentang pencarian dari sumber gempa bumi. Metoda ini dikembangkan dari metoda solusi inversi non-linear menggunakan pendekatan global (*grid search*).

Pada metoda *Grid Search* ruang model didefinisikan terlebih dahulu dengan menentukan secara “*a priori*” interval (batas minimum dan maksimum) harga setiap parameter model yang mungkin. Kemudian dilakukan diskretisasi pada interval tersebut sehingga diperoleh *grid* yang dapat saja tidak homogen namun meliputi seluruh ruang model yang telah didefinisikan. Informasi mengenai harga fungsi obyektif untuk semua *grid* pada ruang model dapat digunakan untuk

menentukan solusi, yaitu model dengan harga fungsi obyektif minimum. Dalam penentuan parameter gempa bumi fungsi obyektif tersebut adalah selisih waktu tiba observasi dengan waktu tiba perhitungan ($t_{obs}-t_{cal}$). Definisi dari mengevaluasi setiap titik adalah menghitung nilai di titik tersebut. Dari nilai setiap stasiun akan dibandingkan dengan setiap stasiun. Jika melakukan evaluasi di setiap titik, maka akan ada sebuah titik yang memiliki nilai mirip dengan. Titik ini lah yang berpotensi menjadi titik sumber gempa. Cara untuk mengukur kemiripan nilai dan adalah dengan menghitung nilai *error root mean square* dengan persamaan berikut.

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i^{cal} - t_i^{obs})^2}{N}} \quad (1)$$

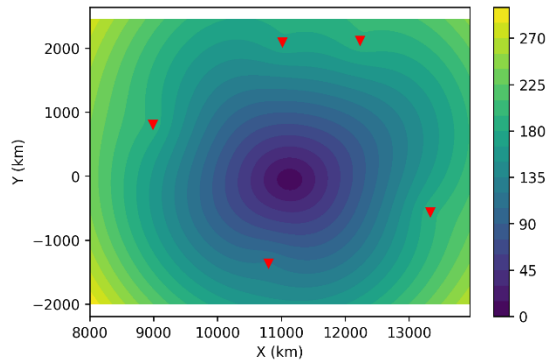
Kemudian, pada hasil pengolahan data menggunakan *software python*. Perhitungan di atas dapat dikembangkan menjadi pencarian secara 3 dimensi dengan menambahkan rentang pencarian dalam arah sumbu z. Proses evaluasi secara 2D maupun 3D dapat dilakukan satu per satu dengan iterasi pada komputer. Semakin kecil jarak antar titik atau semakin besar rentang pencarian maka akan semakin banyak pula titik yang harus dievaluasi. Hal ini akan memakan waktu perhitungan yang lama. Oleh karena itu metode ini dapat diawali dengan jarak antar titik yang luas. Kemudian dari area *error RMS* rendah, dapat mempersempit rentang pencarian dan nilai jarak antar titik dapat diperkecil. Hal ini dapat membuat proses perhitungan lebih cepat dan tetap akurat.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data secara 2D dan 3D pada daerah penelitian digunakan satu target *event* yang memberikan dampak cukup besar di area sekitarnya. Hasil

pengolahan episenter hipotetik dapat dilihat pada tabel 1.

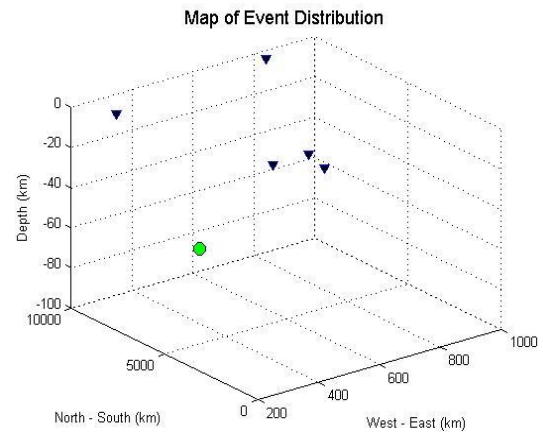
Pada perhitungan episenter gempa menggunakan *Grid Search* secara 2D diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Perhitungan dengan metode *Grid Search* secara 2D

Pada gambar di atas, sumbu x merupakan nilai bujur dalam satuan km dan sumbu y merupakan nilai lintang dalam satuan km. dari hasil perhitungan ini, posisi episenter tidak dapat ditentukan secara pasti, namun dapat diperkirakan berada pada sumbu $x=11100$ km dan sumbu $y = -100$ km. Nilai ini diambil karena berada pada daerah dengan nilai *RMS error* yang kecil yaitu antara 0-45 detik (warna ungu). Kemudian dilakukan konversi dari km ke derajat dan diperoleh nilai lintang 0.8982° LS dan nilai bujur 99.7107° BT. Hasil ini kurang dapat dijadikan acuan dalam pengukuran episenter karena posisi yang diperoleh tidak terlalu jelas. Namun metode ini dapat digunakan dalam perhitungan awal karena menghasilkan perkiraan lokasi episenter dengan *RMS error* yang kecil yang kemudian nilai ini digunakan dalam perhitungan secara 3D.

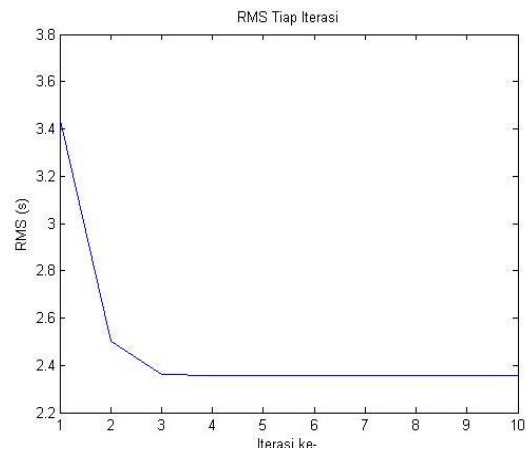
Pada perhitungan episenter gempa menggunakan *Grid Search* secara 3D diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Perhitungan dengan metode *Grid Search* secara 3D

Dari tabel 1 dapat dilihat hasil relokasi menunjukkan bahwa terdapat perubahan posisi episenter dengan hasil pengamatan dari BMKG. Hasil dari relokasi menunjukkan posisi lintang 0.63779° LS dan bujur 99.88143° BT sehingga terjadi pergeseran kedalaman yang cukup signifikan yaitu 91 km.

Berikut ini adalah hasil evaluasi (*RMS error*) tiap titik secara 1 dimensi sumbu x dan y dari data 5 stasiun.



Gambar 4. RMS Tiap Iterasi

Dengan E_{RMS} yang didapat pada perhitungan dengan metode *Grid Search* 3D menunjukkan hasil yang lebih jelas namun perlu dikembangkan lagi. Metode *Grid Search* dapat digunakan untuk menentukan relokasi dengan struktur 3D yang hasilnya lebih baik dibandingkan dengan kecepatan 1D. Untuk melakukan relokasi ini hanya membutuhkan waktu 4-5

menit sehingga metode ini dapat digunakan untuk menentukan lokasi gempa sesungguhnya.

Tabel 1. Posisi episenter BMKG dan episenter relokasi pada gempa Padang, Sumatera Barat tahun 2009.

Episenter BMKG			Episenter Relokasi			E_{RMS}
Lintang	Bujur	Kedalaman	Lintang	Bujur	Kedalaman	
0.800 LS	99.880 BT	81 km	0.63779 LS	99.88143 BT	91 km	2.38 s

Kesimpulan

1. Pada relokasi hiposenter gempabumi di Padang, Sumatera Barat pada tahun 2009 yaitu dengan metode *Grid Search* dan model struktur kecepatan 1D ini menghasilkan posisi hiposenter yang lebih baik, dimana dapat terlihat dari hasil pengolahan *Grid Search* secara 3 dimensi sumbu xyz dari 5 stasiun.
2. Dari hasil pengolahan posisi gempabumi dengan metode *Grid Search* dan model struktur kecepatan 1D ini didapatkan episenter relokasi dengan lintang: 0.63779° LS, bujur: 99.88143° BT, dan kedalaman: 91 km. Sedangkan pada episenter BMKG lintang: 0.8° LS, bujur: 99.88° BT dan kedalaman: 81 km. Sehingga didapatkan nilai E_{RMS} yaitu 2.38 detik.
3. Perhitungan *Grid Search* secara 2 dimensi sumbu xy dari 5 stasiun yaitu pada warna menunjukkan nilai RMS. Dimana harus memilih nilai RMS yang kecil, karena mengindikasikan nilai t^{cal} dan t^{obs} mirip. Ketika mirip, maka titik tersebut merupakan lokasi sumber gempa (titik 0,0).

Ucapan Terima Kasih

Diucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan artikel Penentuan Posisi Hiposenter Gempa Bumi Menggunakan Metode *Grid Search* di Sumatera Barat,

Padang pada Tahun 2009, sehingga artikel ini dapat selesai dengan baik. Terutama kepada dosen pembimbing dalam pembuatan artikel ini. Terimakasih kepada pihak IRIS dan BMKG yang telah menyediakan data penelitian ini secara gratis.

Daftar Pustaka

- Elnashai, S.A. dan Sarno, D.L. 2008. *Fundamental of Earthquake Engineering*. Wiley, Hongkong.
- Lay, T., & Wallace, T. C. 1995. *Modern Global Seismology*. California: Academic Press.
- Madrinovella, I., Widiyantoro, S., & Meilano, I. 2011. *Relokasi Hiposenter Gempa Padang 30 September 2009 Menggunakan Metode Double Difference*. JTM Vol. XVIII No. 1/2011
- McCloskey, J., Lange, D., Tilmann, F., Nalbant, S.S., Bell, A.F., Natawidjaja, D.H. and Rietbrock, A., 2010. *The September 2009 Padang Earthquake*. Nature Geoscience, 3 (2), 70-71.
- Nugraha, A.D., 2005. *Studi Tomografi 3-D Non Linar untuk Gunung Guntur dengan Menggunakan Waktu Tiba Gelombang P dan S*. Tesis Magister. Departemen Geofisika dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung.

ISSN: 2579-5821 (Print)

ISSN: 2579-5546 (Online)

URL address: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes>

DOI: 10.20956/geocelebes.vxix.xxxx

Nugroho, H., Widiyantoro, S., & Ibrahim, G. 2007. *Penentuan Posisi Hiposenter Gempabumi dengan Menggunakan Metoda Guided Grid Search dan Model Struktur Kecepatan Tiga Dimensi*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 8(1).

Politeknik Pelayaran. 2016. *Balai Diklat Pelayaran (BPPP) Padang Pariaman Bekerjasama Dengan Bpbd Kab. Padang Pariaman Mengadakan Sosialisasi Dan Simulasi Gempa Dan Tsunami*. [Online]. [Accessed 21 May 2020]. Available from: <https://www.poltekpelsumbar.ac.id>

Susilawati. 2008. *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa pada Penelaahan Struktur Bagian dalam Bumi*. Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.