

JURNAL MIPA

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

- Browse
- By Issue
 - By Author
 - By Title
 - Other Journals

NOTIFICATIONS

View (3 new)

Manage



- HOME
- ABOUT
- USER HOME
- SEARCH
- CURRENT
- ARCHIVES
- PEER REVIEW
- TEMPLATE JURNAL
- PUBLICATION ETHICS
- FOCUS AND SCOPE

Home > User > Author > Active Submissions

ACTIVE SUBMISSIONS

ACTIVE ARCHIVE

ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
28811	06-09	ART	Akbar, Dewi, Ramadhani, Rasimeng, Yogi	PENENTUAN POSISI HIPOSENTER GEMPABUMI MENGGUNAKAN METODE...	Awaiting assignment

START A NEW SUBMISSION

[CLICK HERE](#) to go to step one of the five-step submission process.

REFBACKS

ALL NEW PUBLISHED IGNORED

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

There are currently no refbacks.

[View My Stats](#)



Journal Help

USER

You are logged in as...
faradico_syukron1009
[My Journals](#)
[My Profile](#)
[Log Out](#)

AUTHOR

Submissions
Active (1)
Archive (0)
[New Submission](#)

FONT SIZE

KEYWORDS

Acterial Community CLPP Ipomoea batatas Endophytes
Rhizosphere Alcohol Biodiesel Bioplastics COI
Gene Cassava Starch Coconut oil Eruption Precursor
GCMS Glycerol Hot Mud Isochoric Mount Lokon Palm
oil Phytochemicals Res2dinv Sliding Interquartile Method
Subcritical TEC-Ionosfer Anomaly Toxicity Yield

OPEN JOURNAL SYSTEMS

[JMUO] Submission Acknowledgement Kotak Masuk x



Gerald H. Tamuntuan gtamuntuan@gmail.com [lewat](mailto:gtamuntuan@gmail.com) unsrat.ac.id
kepada saya ▾

Sel, 9 Jun 16.59 (3 hari yang lalu)



Faradico Syukron Akbar:

Thank you for submitting the manuscript, "Penentuan Posisi Hiposenter Gempabumi Menggunakan Metode Grid Search, Studi Kasus: Gempa Pada Daerah Sumatera Barat Pada Tahun 2017" to Jurnal MIPA. 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:

<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo/author/submission/28811>

Username: faradico_syukron1009

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

Gerald H. Tamuntuan
Jurnal MIPA

Jurnal MIPA

<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Penentuan Posisi Hiposenter Gempabumi Menggunakan Metode Grid Search, Studi Kasus: Gempa Pada Daerah Sumatera Barat Pada Tahun 2017

Faradico Syukron Akbar^a, Rafika Dewi^a, Sebrina Putri Ramadhania^a, Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.^a, Ida Bagus Suananda Yogi, S.T., M.T.^a

^aJurusan Teknik Geofisika, Teknik, Universitas Lampung

KATA KUNCI

Gempabumi
Hiposenter
Metode grid search

ABSTRAK

Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan posisi hiposenter gempabumi pada daerah Sumatera Barat yang terjadi pada tahun 2017. Pada penelitian menggunakan satu event dan menggunakan tiga stasiun gempabumi dengan melakukan proses picking waktu tiba gelombang P dan gelombang S, kemudian mencari origin time menggunakan diagram wadati. Penentuan hiposenter gempa dengan menggunakan Metode Grid Search dengan melakukan pengolahan pada software Matlab dan software Phyton untuk menentukan titik koordinat. Pada penelitian ini dilakukan pencarian hiposenter gempabumi secara regional sehingga dihasilkan nilai RMS Error terkecil yaitu 2.3 s. Dilakukan pengecilan range pengukuran untuk menghasilkan error yang lebih kecil sehingga dihasilkan nilai RMS error yaitu 0.3 s. Kemudian dilakukan konversi guna mendapatkan koordinat lintang dan juga bujur dari hiposenter gempa, sehingga dihasilkan lintang -1.123° LS, bujur 99.3514° BT, dan 35 km. Sedangkan untuk posisi hiposenter BMKG yaitu lintang -1.159° LS, bujur 99.6881° BT, dan 43.14 km, hasil ini menunjukkan bahwasanya perhitungan sudah dapat mendekati posisi sebenarnya.

KEYWORDS

Earthquake
Hypocenter
Grid search method

ABSTRACT

This study aims to determine the position of the earthquake hypocenter in West Sumatra that occurred in 2017. In the study using one event and using three earthquake stations by picking up the P wave and S wave arrival time, then looking for origin time using the wadati diagram. Determination of earthquake hypocenter using the Grid Search Method by processing the Matlab software and Python software to determine the coordinates. In this research, an earthquake search for regional hypocenter results in the smallest RMS Error, which is 2.3 s. Reducing the measurement range to produce a smaller error resulting in an RMS error value of 0.3 s. Then the conversion is done to get the latitude and longitude coordinates of the earthquake hypocenter, so that the resulting latitude -1.123° latitude, longitude 99.3514° east longitude, and 35 km. As for the BMKG hypocenter position, namely latitude -1.159° South Latitude, longitude 99.6881° East, and 43.14 km, these results indicate that the calculation can approach the actual position.

TERSEDIA ONLINE

01 Oktober 2019

1. Pendahuluan

Sumatera merupakan wilayah busur kepulauan Sunda yang terbentang dari kepulauan Andaman Nicobar sampai busur Banda (Timor). Busur Sunda adalah busur kepulauan hasil dari interaksi lempeng samudera yang menunjam di bawah lempeng benua. Penunjaman tersebut terjadi di selatan busur Sunda yang berupa palung (trench) yang membentuk jajaran gunung-gunung api dan perbukitan vulkanik sepanjang dataran Sumatera dan patahan Sumatera yang membelah daratan Sumatera (Madlazim, 2013). Apabila dilihat dari keadaannya, pulau Sumatera memiliki kemiringan penunjaman punggung busur muka dan cekungan busur muka yang telah terfragmentasi akibat suatu proses yang terjadi. Kenyataan menunjukkan bahwa adanya transtensi Paleosoikum Tektonik Sumatera menjadikan tatanan Tektonik Sumatera menunjukkan adanya tiga bagian pola (Chasanah dkk, 2013).

Tektonik di wilayah Sumatera oleh batas antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia bagian tenggara. Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara sampai N260 dengan kecepatan 60-70 mm/tahun. Dikarenakan arah subduksi tersebut, maka terbentuklah sudut dengan batas lempeng sehingga timbul dua buah sesar besar yaitu Sesar Sumatera dan Sesar Mentawai. Sesar Sumatera memiliki aktivitas yang tinggi sedangkan Sesar Mentawai hanya sebagian yang memiliki aktivitas sesar yang cukup tinggi. Melalui aktivitas dari subduksi dan pergeseran sepanjang sesar tersebut sehingga dapat menimbulkan peristiwa gempa bumi (Pratama, 2011).

Sumatera Barat berada pada pantai barat Sumatera yang berdekatan dengan zona subduksi, dimana zona subduksi (subduction zone) adalah pertemuan antara lempeng tektonik Indo-Australia dan Eurasia. Pergerakan dari lempeng tersebut yang akan menjadikan terjadinya gempabumi dengan kekuatan yang cukup besar. Pada wilayah Sumatera Barat terdapat beberapa patahan Sumatera yang masih aktif. Sehingga menyebabkan Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang termasuk kawasan rawan gempabumi. Selain itu, terjadinya gempabumi tersebut salah satunya diakibatkan oleh adanya suatu pergerakan segmen sesar yang aktif yang membentang sepanjang Solok Selatan sampai Rao, Kabupaten Pasaman. Segmen sesar tersebut yaitu sesar Mentawai, sesar Sumpur, sesar Suliti, dan sesar Sumani. Sehingga menjadikan daerah ini sebagai daerah yang dipengaruhi oleh proses tektonik. Pada daerah pulau Sumatera pun banyak terdapat sesar yang masih aktif. Sesar geser yang memotong Sumatera yaitu sesar geser aktif

Sumatera yaitu Sesar Semangko yang terbentang sepanjang kurang lebih 1.700 km yang terbentang dari Aceh hingga Lampung dan tentunya terbagi menjadi beberapa segmen.

Gempa bumi merupakan sebuah guncangan hebat yang menjalar ke permukaan bumi yang disebabkan oleh gangguan di dalam litosfir (kulit bumi). Gangguan ini terjadi karena terjadi akumulasi energi akibat dari pergeseran kulit bumi itu sendiri. Lapisan kulit bumi mempunyai temperatur relatif jauh lebih rendah dibandingkan dengan lapisan di bawahnya (mantel dan inti bumi) sehingga terjadi aliran konvektif, yaitu massa dengan suhu tinggi mengalir ke daerah bersuhu lebih rendah. Massa bersuhu tinggi ini berada di lapisan astenosfir yang bersifat sangat kental yang mengalir secara perlahan. Akibat dari gerakan-gerakan tersebut, maka kulit bumi terpecah menjadi bagian-bagian berupa lempengan yang saling bergerak satu sama lain, yang kemudian disebut dengan lempeng tektonik. Gempa bumi umumnya disebabkan oleh pelepasan energi yang dihasilkan oleh suatu tekanan dari lempengan yang bergerak (Meilano, 2011).

Hiposenter adalah salah satu parameter yang sangat penting di dalam bidang seismik. Berdasarkan informasi hiposenter dapat diperkirakan penyebab gempa pada suatu daerah yang berupa aktivitas magma atau aktivitas struktur seperti sesar. Hiposenter dapat ditentukan dengan berbagai metode. Beberapa metode untuk penentuan hiposenter adalah dengan menggunakan metode inversi dan metode Grid Search (Fauzi, 2010).

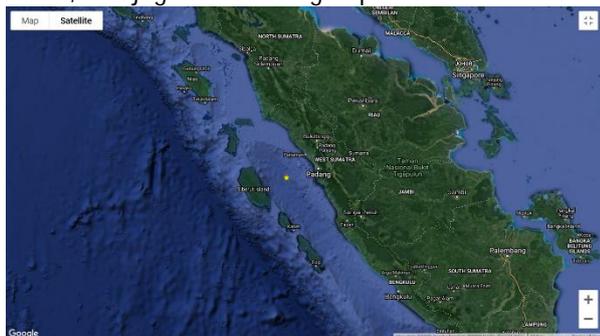
Penentuan posisi hiposentrum gempabumi menggunakan metode Grid Search dilakukan dengan perhitungan setiap titik sampelnya yang terbentuk berdasarkan grid (Grandis, 2014). Dalam perhitungannya, metode Grid Search membutuhkan waktu yang bergantung pada parameter awal pada proses iterasi. Metode ini merupakan suatu pengembangan dari metode neighborhood. Setiap grid yang telah dihitung, maka akan dilakukan peninjauan kembali nilai kesalahannya. Jika nilai kesalahan yang baru lebih kecil dibandingkan nilai kesalahan sebelumnya, maka nilai baru tersebut yang digunakan sebagai batasnya. Sehingga, perhitungan tersebut akan terus berlangsung hingga semua grid berhasil dihitung dan akan mendapatkan nilai RMS (Root Mean Square) terkecil dengan solusi terbaik (Nurwidyanto, 2011). Metode untuk menentukan hiposentrum telah dikembangkan untuk mendapatkan hasil dengan cepat, akan tetapi di beberapa kasus dapat dijumpai kecepatan pemrosesan data yang sering berbanding terbalik

dengan akurasi dari hasil yang diperoleh (Arimuko, 2019).

Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi hiposenter gempa bumi di daerah Sumatera Barat, Padang, Indonesia Pada Tahun 2017 dengan menggunakan perhitungan metode Grid Search 3D pada kecepatan 1D dengan melakukan pemrograman menggunakan software Matlab dan Phyton. Pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keakuratan penentuan hiposenter gempa bumi dengan baik.

2. Material dan Metode

Pada penelitian ini digunakan data gempa yang terjadi pada tanggal 31 Agustus 2017 yang terjadi di daerah pulau Sumatera tepatnya berada di daerah Sumatera bagian Barat. Kemudian pada penelitian ini digunakan data sumber gempa dari tiga stasiun, yang dapat di akses pada laman IRIS dengan memasukkan rentang tanggal event dna magnitude minimal yang diinginkan. Yang meliputi lintang, bujur, kedalaman, waktu, wilayah, magnitude, tanggal, bulan, dan juga tahun dari gempa.



Gambar 1. Daerah Penelitian

2.1. Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data untuk mengetahui letak hiposenter suatu kejadian gempa bumi maka proses yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Melakukan picking fasa gelombang P dan S dari data yang sudah diunduh sebelumnya dengan menggunakan perangkat lunak seismograv.
2. Menentukan origin time atau waktu gempa (t_{obs}) dari data stasiun yang telah tersedia menggunakan diagram wadati.
3. Menentukan hiposenter dari gempabumi menggunakan metode Grid Search
4. Memverifikasi hasil yang telah didapatkan dengan episenter hipotetik

Melakukan relokasi beberapa kejadian gempabumi yang tercatat oleh BMKG.

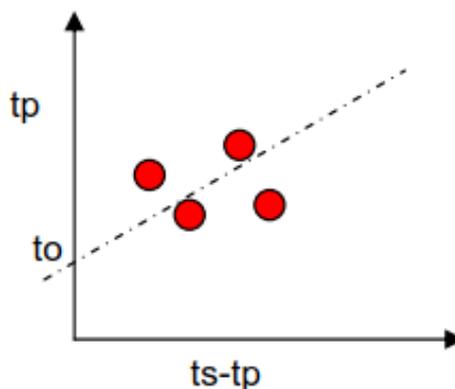
2.2. Picking fasa gelombang P dan S

Pada penelitian ini picking fasa gelombang P dan S dilakukan dengan perangkat lunak seismograv yang dilakukan dengan cara memasukkan data dari beberapa stasiun yang sebelumnya telah diunduh

kemudian akan muncul grafik gelombang gempa yang tercatat pada masing-masing stasiun dimana pada grafik tersebut sumbu X merupakan waktu tiba gelombang dan sumbu Y adalah amplitude. Lakukan picking fasa gelombang P dan S dimana gelombang P merupakan gelombang yang datang pertama kali sedangkan gelombang S adalah gelombang yang datang setelah gelombang P dan memiliki amplitude yang lebih besar dari pada gelombang P.

2.3. Penentuan waktu gempa (origin time)

Origin time adalah waktu awal terjadinya gempa di setiap suatu kejadian gempabumi. Kemudian untuk origin time atau waktu gempa ditentukan menggunakan metode diagram wadati dimana metode ini menggunakan data t_p dan t_s-t_p dari sejumlah n stasiun. Yang kemudian kedua data tersebut diplot sehingga menghasilkan titik potong garis lurus terhadap data t_p dan t_s-t_p , titik potong garis lurus itu merupakan pendekatan dari waktu terjadinya gempa.



Gambar 2. Kurva T_p vs T_s-T_p Metode Wadati (Lay dan Wallace, 1995).

2.4. Metode Grid Search

Metode yang dilakukan dalam penentuan hiposenter gempabumi di Sumatra Barat ini adalah metode Grid Search. metode grid search merupakan pengembangan dari solusi inversi non-linier dengan menggunakan pendekatan global. Metode grid search dilakukan dengan membuat ruang disuatu area yang diduga menjadi lokasi sumber gempabumi.

Metode Grid Search sendiri membutuhkan waktu yang saling berkaitan dengan parameter awal pada proses iterasi. Dalam penelitian ini, metode Grid Search dilakukan pada perangkat lunak atau software pemograman Matlab dan Phyton, dengan parameter awal yang dibutuhkan adalah waktu acuan yang dalam hal ini menggunakan acuan waktu datang gelombang P, rentang luas, step evaluasi, dan juga origin time. Rentang luas yang digunakan dimulai dari daerah yang terluas yang kemudian akan dipersempit setelah diketahui rentang luas yang memiliki nilai kesalahan terkecil dari perhitungan sebelumnya, perhitungan akan tetap berlanjut sampai diketahui nilai rentang luas atau Batasan

luas yang memiliki nilai RMS (Root Mean Square) yang terkecil, yang merupakan solusi terbaiknya. Yang perlu diperhatikan ketika menentukan parameter step evaluasi yang besar maka nilai RMS (Root Mean Square) yang digunakan terlalu kecil. Hasil yang diperoleh dari metode grid search ini akan semakin akurat apabila grid yang dibuat semakin rapat namun dengan demikian perhitungan akan membutuhkan waktu yang semakin lama.

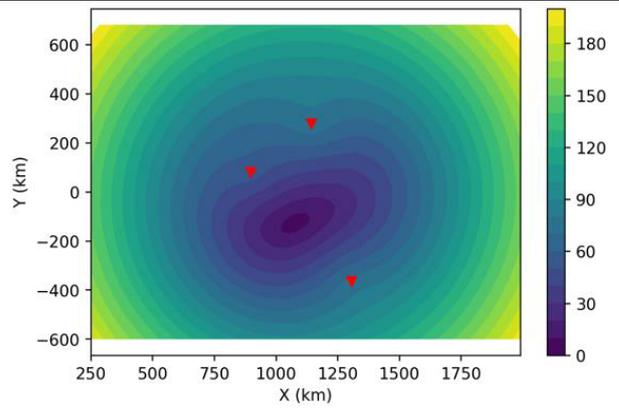
3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode grid search dengan daerah penelitian yang digunakan menggunakan satu target event atau sumber gempa yang digunakan. Dari data tersebut menggunakan tiga stasiun yang merekam gempa yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Koordinat Stasiun

Stasiun	Lintang	Bujur
IC KMI	25.12°LS	102.74°BT
II PALK	7.27°LS	80.70°BT
IU NWA0	-32.93°LS	117.24°BT

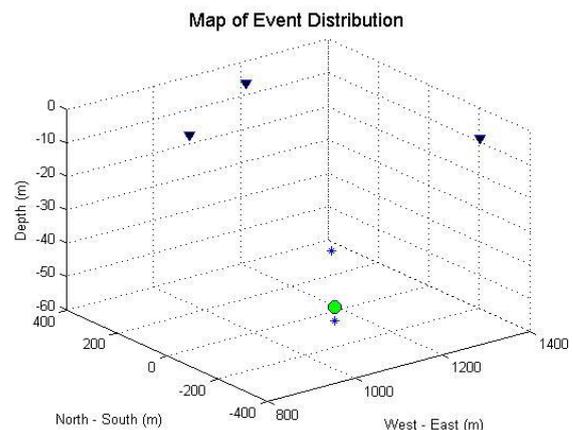
Pada tahapan perhitungan posisi hiposenter gempa yang menggunakan metode Grid Search dilakukan pencarian sumber gempa secara regional terlebih dahulu atau mencari sumber gempa dengan range yang besar. Pada hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Gambar 3. Terlihat bahwa sumbu y merupakan posisi lintang dalam satuan km dan sumbu x yang merupakan bujur yang menggunakan satuan km. Pada perhitungan secara regional ini belum dapat diketahui secara pasti posisi hiposenter pada gempa, namun dapat melihat range yang dihasilkan pada perhitungan tersebut. Pada hasil perhitungan tersebut terlihat bahwasanya posisi hiposenter gempa berada pada range pada sumbu x = 1100 km sampai 1200 km, kemudian untuk sumbu y berada pada range sumbu y = -120 km sampai -135 km dengan kedalaman yang berada antara 20 km – 80 km memiliki nilai RMS error terkecil yaitu 2.3s. Hasil yang didapat dari perhitungan hiposenter secara regional ini belum dapat untuk dijadikan acuan karena nilai yang didapat pada perhitungan ini mendapatkan hasil yang belum terlalu jelas karena nilai range yang masih terbilang luas dan perhitungan regional ini dilakukan untuk mendapatkan lokasi perkiraan awal dari posisi hiposenter gempa, sehingga dengan menggunakan posisi perkiraan awal tersebut kita dapat menentukan posisi hiposenter gempa.



Gambar 3. Posisi Hiposenter Gempa Secara Regional Menggunakan Grid Search

Untuk mendapatkan posisi hiposenter yang lebih teliti dilakukan proses pengecilan range dari hasil perhitungan model awal yang telah dilakukan. Dari hasil perhitungan tersebut didapat hasil posisi hiposenter gempa berada pada sumbu x = 1106 km dan untuk sumbu y = -125 km kedalaman 35 km dengan nilai RMS error terkecil adalah sebesar 0.3 s.

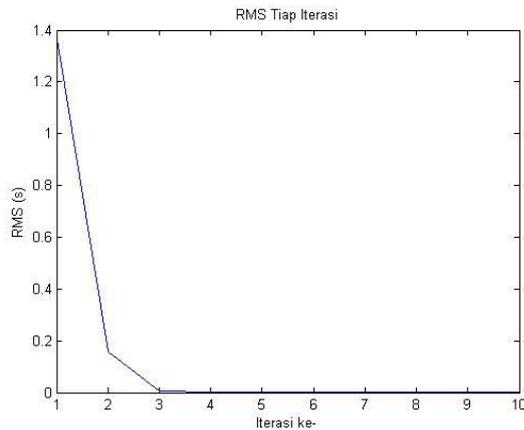
Kemudian dari hasil tersebut kembali dilakukan perhitungan posisi hiposenter menggunakan software Matlab untuk menampilkan posisi hiposenter secara 3D dengan tampilan yang lebih jelas yang dapat dilihat pada Gambar 4. Dari hasil yang telah didapatkan sebelumnya dilakukan tahapan konversi dari satuan km menjadi derajat dan hasil yang diperoleh adalah untuk posisi lintang - 1.123° LS kemudian untuk posisi bujur 99.3514° BT memiliki kedalaman 35 km dan terlihat pada gambar 5. Yang menunjukkan nilai RMS error dari setiap iterasi perhitungan yang dilakukan sudah mulai mendekati nol, sehingga dapat diasumsikan bahwasanya hasil perhitungan yang dilakukan sudah mendekati posisi sebenarnya.



Gambar 4. Posisi Hiposenter Gempa Menggunakan Metode Grid Search Secara 3d

Untuk memperjelas hasil dari penentuan posisi hiposenter gempa menggunakan metode grid search dilakukan tahapan evaluasi nilai RMS error dari setiap titik secara 1D terhadap sumbu y dan sumbu

x menggunakan data stasiun yang digunakan yaitu sebanyak 3 stasiun. Berikut hasil yang didapatkan dari tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 5. Dengan hasil RMS error yang telah didapatkan dari tahapan perhitungan menggunakan metode grid search yang ditampilkan secara 3D menggunakan software Matlab memperlihatkan hasil yang lebih jelas.



Gambar 5. Grafik RMS dari tiap Iterasi

Dari tabel 2. Memperlihatkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode grid search yang menggunakan satu event gempa dan menggunakan 3 stasiun gempa yang merekam terjadinya gempa didapatkan posisi hiposenter gempa lintang -1.123° LS kemudian untuk posisi bujur 99.3514° BT dengan kedalaman 35 km sedangkan untuk posisi hiposenter BMKG yaitu posisi lintang -1.159° LS dan posisi bujur 99.6881° BT dengan kedalaman 43.14 km. Dari hasil ini memperlihatkan terjadinya perubahan atau relokasi yang tidak terlalu jauh untuk posisi lintang dan bujur dari data hasil pengolahan dan posisi gempa dari BMKG namun terjadi perubahan yang cukup besar untuk kedalaman gempa yaitu dari 43.14 km ke 35 km.

Tabel 2. Perbandingan Posisi Hiposenter Gempabumi BMKG dan Hasil Perhitungan (Relokasi)

Nama	Lintang	Bujur	Kedalaman
BMKG	-1.159° LS	99.6881° BT	43.14 Km
Relokasi	-1.123° LS	99.3514° BT	35 Km

Dengan hasil dari relokasi tersebut dengan menggunakan nilai RMS error yang didapat menggunakan metode grid search menunjukkan hasil yang lebih baik karena mendekati posisi dari posisi gempa dari BMKG namun hasil ini perlu dikembangkan lagi agar data menjadi lebih baik dan tidak terjadi perbedaan yang cukup besar. Metode grid search ini dapat kita gunakan untuk proses perhitungan penentuan relokasi posisi hiposenter dengan menggunakan struktur 3D yang memiliki hasil lebih baik dibandingkan menggunakan

kecepatan 1D. Dalam tahapan pengolahannya sendiri proses perhitungan relokasi posisi gempa hiposenter dengan menggunakan metode grid search ini membutuhkan waktu kurang lebih 10-15 menit untuk tahapan pengolahan sehingga metode ini dapat kita gunakan untuk penentuan posisi gempa yang sebenarnya.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini menggunakan 3 stasiun pengamatan gempa yang merekam terjadinya proses gempa yaitu stasiun IC KMI, II PALK dan IU NWAO. Kemudian dilakukan tahapan pencarian sumber gempa secara regional terlebih dahulu atau mencari sumber gempa dengan range yang besar untuk mendapatkan perkiraan posisi gempa awal yang didapatkan hasil posisi hiposenter gempa berada pada range pada sumbu x = 1100 km – 1200 km, kemudian untuk sumbu y berada pada range sumbu y = -120 km – 135 km dengan kedalaman yang berada antara 20 km – 80 km memiliki nilai RMS error terkecil yaitu 2.3s, kemudian range pengukuran diperkecil untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti sehingga didapatkan hasil posisi hiposenter gempa berada pada sumbu x = 1106 km dan untuk sumbu y = -125 km memiliki kedalaman 20 km dengan nilai RMS error 0.3 s. Tahapan konversi dilakukan untuk mendapat koordinat lintang bujur dari gempa, posisi hiposenter gempa lintang -1.123° LS kemudian untuk posisi bujur 99.3514° BT dengan kedalaman 35 km sedangkan untuk posisi hiposenter BMKG yaitu posisi lintang -1.159° LS dan posisi bujur 99.6881° BT dengan kedalaman 43.14 km. Hasil ini menunjukkan hasil yang mendekati posisi hiposenter BMKG namun perbedaan posisi kedalaman yang besar sehingga menunjukkan hasil perhitungan grid search ini lebih baik.

Daftar Pustaka

- Arimuko, A., dkk. 2019. Model Kecepatan 1-D Gelombang P dan Gelombang S dari Data Hasil Relokasi Hiposenter di Wilayah Gunung Sinabung. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 5(3).
- Chasanah, Uswatun, Madlazim, dan Prastowo, Tjipto. 2013. Analisis Tingkat Seismisitas dan Periode Ulang Gempa Bumi di Sumatera Barat pada Periode 1961-2010. *Jurnal Fisika*. Vol. 2(2).
- Fauzi. 2010. Analisis Data Seismogram untuk Menentukan Parameter Magnitude Gempabumi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Grandis, H dan Dahrin, D. 2014. Constrain Two-Dimensional Inversion of Gravity. *ITB Journal* 46(1) :113.
- Lay, T. and Wallace, T.C., 1995. *Modern Global Seismology*, Academic Press.
- Madlazim. 2013. Kajian Awal Tentang b Value Gempabumi di Sumatera Tahun 1964-2013. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*.
- Meilano, I. 2011. Kajian Geodesi terhadap Subduksi di Mentawai. Seminar dan Gladi Posko Bencana.
- Nurwidyanto, I, M, dan Setiawan, A, 2011. Inversi linier leastsquare dengan Matlab (Studi Kasus Model Gravitasi Bola Berlapis). *Jurnal Berkala Fisika* 14(3): 93 -100.
- Pratama Putra, Ahmad. 2011. Penataan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Penanggulangan Bencana* 2(1).
-