Plagiarism Checker X - Report

Originality Assessment

Overall Similarity: **11%**

Date: Feb 2, 2022

Statistics: 368 words Plagiarized / 3295 Total words

Remarks: Low similarity detected, check with your supervisor if changes are required.

Table of Contents

Articles ANALISIS INVERSI SEISMIK SIMULTAN UNTUK MEMPREDIKSI PENYEBARAN RESERVOAR BATUPASIR PADA LAPANGAN “KAIROS” CEKUNGAN SUMATERA SELATAN Abdi Kristianto, Bagus Sapto Mulyatno, Nandi Haerudin, Mochamad Razi PDF 3-16 ANALISIS ZONA RAWAN GEMPABUMI DAERAH LAMPUNG BERDASARKAN NILAI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM (PGA) DAN DATA ACCELEREROGRAPH TAHUN 2008-2017 Agnes Cahya Windiyanti, Karyanto Karyanto, Rustadi Rustadi, Rudianto Rudianto PDF 17-27 ANALISIS SATURASI AIR DARI DATA SUMUR T-RX PADA LAPANGAN AQUILLA Bima Fajar Ertanto, Ordas Dewanto, Karyanto Karyanto PDF 28-35 ANALISIS SEBARAN HIPOSENTER GEMPA MIKRO DAN POISSON’S RATIO DI LAPANGAN PANASBUMI DESERT PEAK SEBELUM DAN SESUDAH STIMULASI ENHANCED GEOTHERMAL SYSTEM (EGS) Farkhan Raflesia, Nandi Haerudin, Rustadi Rustadi PDF 36-51 ANALISIS RESERVOAR MIGAS BERDASARKAN PARAMETER PETROFISIKA DARI 7 SUMUR DI CEKUNGAN SUMATERA SELATAN Fernando Siallagan, Ordas Dewanto, Bagus Sapto Mulyatno PDF 52-64 RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BAGIAN SELATAN MENGGUNAKAN METODE DOUBLE DIFFERENCE (HYPO-DD) Fhera Chandra Dewi, Karyanto Karyanto, Rustadi Rustadi, Adhi Wibowo PDF 65-76 ANALISIS PERSEBARAN POTENSI TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) LAPANGAN “LINGGA” DENGAN MENGGUNAKAN METODE INVERSI SEISMIK DAN NEURAL NETWORK Muhammad Kevin Sinulingga, Bagus Sapto Mulyatno, Ahmad Zaenudin PDF 77-91 PEMODELAN 3D DAN ANALISIS KETERSEDIAAN BATUAN GRANIT BERDASARKAN DATA ANOMALI GAYABERAT DI DAERAH TANJUNG ULIE HALMAHERA TENGAH Sari Elviani, Muh Sarkowi, Ahmad Zaenudin PDF 92-107 Publisher University of Lampung Website: http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/geo Email: jge.tgu@eng.unila.ac.id Copyright (c) JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi) ISSN 2356-1599 (Print); ISSN 2685-6182 (Online)

RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BAGIAN SELATAN MENGGUNAKAN METODE DOUBLE DIFFERENCE (HYPO-DD) Fhera Chandra Dewi1,

Karyanto1, Rustadi1, Adhi Wibowo2 1Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung 2Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Jl Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145 Jurusan Teknik Geofisika, FT UNILA Email: fherachandra24@gmail.com ABSTRAK Sumatera bagian Selatan merupakan daerah yang rawan terhadap bencana gempabumi karena adanya aktifitas tumbukan lempeng tektonik yaitu Lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Kondisi tektonik wilayah ini perlu diketahui dengan melakukan penentuan hiposenter dari gempa yang terjadi. Untuk menghasilkan hiposenter yang akurat maka dilakukanlah relokasi hiposenter dengan menggunakan metode double difference. Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data arrival time gelombang P dan S pada rentang waktu April 2009 s.d Desember 2017 dengan koordinat 0º s.d 7º LS dan 98º s.d 106º BT. Jumlah gempabumi yang terelokasi adalah sebanyak 3592 dari 3630 gempabumi. Hasil dari relokasi hiposenter menggunakan hypoDD menghasilkan hiposenter yang lebih baik, dibuktikan dengan banyaknya residual waktu tempuh setelah relokasi yang mendekati nilai nol dan gempabumi dengan kedalaman 10 km mengalami perubahan serta lebih dapat menggambarkan pola tektonik dan subduksi. Distribusi gempabumi bersumber dari zona subduksi dari pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Eurasia, ditunjukkan dengan distribusi gempa yang semakin dalam ke arah timur. Serta sudut penunjaman subduksi utara ke selatan terlihat semakin curam karena usia dari zona subduksi semakin ke selatan semakin tua dan tidak mudah patah sehingga tingkat kegempaannya lebih sedikit terjadi. ABSTRACT Southern Sumatra is a prone area of earthquake due to the subduction of tectonic plates that are Indo-Australian Plate and Eurasian Plate. The tectonic condition of this region needs to be identified by determining the hypocenter of the earthquake that occurred. To produce a more accurate hypocenter, the hypocenter relocation is done by using the double difference method. In this study, the data was in the form of arrival time data of P and S waves from April 2009 to December 2017 with coordinates 0º to 7º latitude and 98º to 106º longitude. The number of relocated earthquakes was 3592 of 3630 earthquakes. The results of the hypo-centered relocation using hypoDD showed a better hypocenter, proved by the large amount of residual travel

time after the near-zero relocation and earthquake with 10 km depth changed and described tectonic clearer tectonic patterns and subduction. The distribution of earthquakes sourced from the subduction zone of the Indo-Australian and Eurasian Plate encounters shown by earthquake distributions that were getting deeper to the east. In addition, the angle of subduction from north to south seemed increasingly steep as the age of the subduction zone to the south getting older and was not easily broken so less earthquake occurred. Keywords: Earthquake, hypocenter relocation, Double Difference (HypoDD), Subduction zone. PENDAHULUAN Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak dipertemuan 3 lempeng tektonik aktif yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Adanya proses pergerakan lempeng-lempeng tektonik ini menyebabkan wilayah Indonesia menjadi wilayah yang rawan terhadap bencana alam gempabumi tektonik. Salah satunya adalah wilayah Pulau Sumatera, khususnya Sumatera bagian Selatan. Penentuan lokasi hiposenter gempabumi sangatlah penting dilakukan guna untuk menganalisis struktur tektonik secara detail, misalnya untuk identifikasi zona patahan maupun pola zona subduksi. Akurasi penentuan lokasi titik hiposenter gempabumi

memiliki tingkat kesalahan (error) yang berbeda yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya seperti jaringan stasiun seismik, distribusi data gempa, pembacaan waktu tiba gempa dan model struktur kecepatan (Palvis, 1986). Sehingga diperlukan perhitungan ulang dengan teknik relokasi hiposenter untuk memperbaiki akurasi, ketelitian dan ketepatan dalam penentuan posisi hiposenter tersebut. Salah satunya yaitu dengan menggunakan metode double difference (Waldhauser, 2001). Metode ini dipilih karena mampu merelokasi gempa meskipun dengan jumlah data yang banyak sekalipun namun model kecepatan yang digunakan dapat disesuaikan. Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Melakukan relokasi data hiposenter gempabumi wilayah Sumatera bagian Selatan dengan menggunakan metode double-difference. 2. Menganalisis perbedaan hasil sebaran kegempaan wilayah Sumatera bagian Selatan sebelum dilakukan relokasi dan sesudah dilakukan relokasi. 3. Menganalisis struktur tektonik wilayah Sumatera

bagian Selatan secara detail. METODE PENELITIAN Salah satu metode relokasi hiposenter adalah metode double difference, yang merupakan suatu pengembangan dari metode Geiger dengan menggunakan data relatif waktu tempuh antar dua titik hiposenter. Prinsip dari metode ini adalah jika terdapat dua gempa yang memiliki jarak lebih dekat satu sama lainnya dibandingkan dengan jarak gempa tersebut ke stasiun pencatatnya, maka ray path atau penjalaran lintasan dari kedua gempa tersebut dapat dianggap sama. Pada Gambar 1 terdapat lingkaran berwarna hitam dan putih yang merupakan titik sebaran hiposenter gempa yang dihubungkan dengan event gempa disekitarnya oleh data cross-correlation (ditunjukkan dengan garis tebal) atau katalog (ditunjukkan dengan garis putus-putus). Gempa i dan gempa j yang ditunjukkan dengan lingkaran putih terekam pada stasiun yang sama (stasiun k dan stasiun l) dengan selisih waktu tempuh $\boldsymbol{dk\ i}$ dan $\boldsymbol{dl\ i}$. Karena dekatnya posisi antara kedua gempa tersebut, maka raypath kedua nya dianggap sama yakni melewati medium dengan kecepatan yang sama. Arah panah $\Delta\boldsymbol{xi}$ dan $\Delta\boldsymbol{xj}$ menunjukkan vektor relokasi gempa yang akan terjadi. Dengan menggunakan teori penjalaran sinar, maka persamaan waktu tiba gelombang badan τ untuk gempabumi i dari stasiun k dapat didefinisikan sebagai sebuah integral lintasan (Waldhauser dan Ellsworth , 2000) : $\tau k\ i = \tau i + \int uds\ k\ i$ (1) Dengan τi 2 adalah waktu kejadian dari gempabumi i, u adalah slowness field, dan ds adalah sebuah elemen dari panjang lintasan. Hubungan antara waktu tiba dan lokasi gempabumi tidak linier, sehingga digunakan ekspansi deret Taylor untuk melinierkan pada persamaan (1). Kemudian didapatkan residual gempa dimana secara linier menghubungkan waktu tiba observasi dan waktu tiba teoritis $T\ k\ i$ yang sesuai dengan hiposenter dan parameter gempabumi i : $r\ k\ i = \partial\tau k\ i\ \partial x\ \Delta xi + \partial\tau k\ i\ \partial y\ \Delta yi + \partial\tau k\ i\ \partial z\ \Delta zi + \Delta\tau i$ (2) Persamaan (2) merupakan persamaan dimana gempabumi i yang terekam pada stasiun k. Dalam metode relokasi double difference ini, persamaan tersebut dihubungkan dengan gempabumi lain. Sedangkan untuk gempabumi j yang teramati pada stasiun k yaitu: $r\ k\ j = \partial\tau k\ j\ \partial x\ \Delta xj + \partial\tau k\ j\ \partial y\ \Delta yi + \partial\tau k\ j\ \partial z\ \Delta zj + \Delta\tau j$ (3) Sehingga selisih antara gempabumi i dan gempabumi j didapatkan: $r\ k\ i - r\ k\ j = \partial\tau k\ i\ \partial x\ \Delta xi + \partial\tau k\ i\ \partial y\ \Delta yi + \partial\tau k\ i\ \partial z\ \Delta zi + \Delta\tau i - \partial\tau k\ j\ \partial x\ \Delta xj + \partial\tau k\ j\ \partial y\ \Delta yi + \partial\tau k\ j\ \partial z\ \Delta zj +$

$\Delta\tau j$ (4) Dengan asumsi bahwa gempabumi terjadi tersebut berdekatan, maka lintasan dari gempabumi ke stasiun dianggap sama. Persamaan (4) adalah selisih waktu tiba dari gempabumi i dan j terhadap masing- masing parameter (x,y,z,t). Persamaan diatas dapat ditulis sederhana dalam persamaan : $dr\ k\ ij = (tk\ i - tk\ j\ )obs - (tk\ i - tk\ j\ )cal$ (5) Dengan $dr\ k\ ij$ adalah selanjutnya disebut persamaan Double Difference $dr\ k\ ij$ adalah selisih antara waktu tiba gelombang observasi dan waktu tiba kalkulasi pada gempabumi i dan gempabumi j (Yadnya dkk.,2012). Selanjutnya Persamaan (5) dapat ditulis dalam bentuk : $\Delta d = \partial tk\ i\ \partial m\ \Delta mi - \partial tk\ j\ \partial m\ \Delta mj$ (6) Persamaan (6) dapat ditulis menjadi : $\Delta d = \partial tk\ i\ \partial x\ \Delta xi + \partial tk\ i\ \partial y\ \Delta yi + \partial tk\ i\ \partial z\ \Delta zi + \Delta tk\ i - \partial tk\ i\ \partial x\ \Delta xj - \partial tk\ i\ \partial y\ \Delta yj - \partial tk\ i\ \partial z\ \Delta zj - \Delta tk\ j$ (7) Apabila dinyatakan dalam bentuk matriks maka persamaannya akan menjadi : ($\Delta d1\ \Delta d2 \ldots \ldots \Delta dn$) = ($\partial t1\ \partial x1\ \partial t1\ \partial y1\ \partial t1\ \partial z1\ 1\ \partial t2\ \partial x2\ \partial t2\ \partial y2\ \partial t2\ \partial z2\ 1 \ldots \cdots \ldots \cdots \ldots \cdots \partial tn\ \partial xn\ \partial tn\ \partial yn\ \partial tn\ \partial zn\ 1$) ($\Delta x\ \Delta y\ \Delta z\ \Delta t$) (8) Atau $W\Delta d = WG\Delta m$ (9) dimana Δd adalah matriks waktu residu berdimensi $M \times 1$. M dan G berturut-turut merupakan jumlah data observasi doubledifference dan matriks Jacobi yang berdimensi $M \times 4N$, N dan Δm berturut-turut adalah jumlah gempa bumi dan matriks perubahan model yang berdimensi $4N \times 1$, sedangkan W merupakan matriks diagonal yang menjadi pembobotan dalam persamaan perhitungan waktu tempuh gelombang. Dalam relokasi dengan metode doubledifference ini menggunakan model kecepatan gelombang P yang berasal dari interpolasi model Wagner dkk., 2007 untuk kedalaman hingga 20 km dan model kecepatan ak135 (Kennett, dkk., 1995) untuk kedalaman lebih dari 20 km. Sedangkan untuk model kecepatan gelombang S menggunakan nilai rasio Vp/Vs sebesar 1,78 (Wibowo, 2017) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. HASIL DAN PEMBAHASAN Untuk menguji hasil relokasi hiposenter digunakanlah metoda histogram dengan jumlah travel time yang digunakan adalah fasa gelombang P sebanyak 530462 dan fasa gelombang S sebanyak 134281 yang merupakan jumlah travel time dari 3592 gempabumi yang berhasil direlokasi dan terekam di berbagai jaringan stasiun seismik. Dari histogram residual waktu tempuh (Gambar 2) dapat dilihat bahwa hasil dari relokasi hypoDD yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang baik dan lebih akurat dibandingkan

sebelum nya dimana frekuensi residual waktu tempuh mendekati nol sesudah relokasi menunjukkan frekuensi lebih tinggi daripada sebelum relokasi. Dalam sebaran event gempa sebelum (ditunjukkan pada Gambar 3) dan sesudah dilakukan relokasi (ditunjukkan pada Gambar 4) ini terlihat sebaran gempabumi paling dominan adalah gempa dengan kedalaman dangkal. Dari hasil relokasi yang

didapat, dapat dilihat perbedaan hiposenter gempabumi yang lebih terfokus dibandingkan dengan sebelum direlokasi. Distibusi Event Gempa Jumlah gempabumi yang berhasil terelokasi adalah sebanyak 3592 event dari 3630 event gempabumi. 6 Gempabumi yang tidak terelokasi tersebut dapat disebabkan saat proses relokasi terdapat event yang tidak memenuhi kriteria yang sesuai dengan input yang telah diberikan, dan juga kemudian terdapat beberapa gempabumi yang menjadi airquake yaitu gempabumi yang berlokasi diatas permukaan setelah direlokasi. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat event gempa yang tidak berpasangan sehingga tidak dapat dilakukan relokasi dengan metode double difference ini. Untuk melihat perbedaan hasil relokasi lebih detail maka dibuatlah perbesaran wilayah atau zooming yang terfokus secara lebih detail pada wilayah-wilayah tertentu, dalam hal ini dibuat fokus untuk wilayah A dan wilayah B yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan hasilnya pada Gambar 6. Dan dari hasil zooming tersebut dapat lebih jelas terlihat pergeseran dari titik-titik episenter sebelum dan sesudah relokasi. Untuk sebelum relokasi, titik dari episenter lebih menyebar dan sesudah relokasi maka titik tersebut lebih mendekat dan terfokus menuju zona subduksi di wilayah barat Sumatera. Dari data hiposenter gempabumi sebelum relokasi dan sesudah relokasi dapat digambarkan dalam pemodelan 3D yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Pola Penunjaman (Subduksi) Dari hasil plotting episenter data 1 gempabumi sebelum dan sesudah relokasi tidak terlalu detail terlihat perubahan episenternya, oleh karena itu untuk melihat pola penunjaman dari Lempeng Indo-Australian dan Lempeng Eurasia dibuatlah 6 penampang skema irisan vertikal yang dibuat terhadap lintang dan bujur. Penampang tersebut dibuat sejajar mengikuti arah pola penunjaman dan tegak lurus dengan zona subduksi (Gambar 9). Sebelum relokasi terdapat hiposenter gempabumi dengan 1 kedalaman 10 km (fix

depth) dan hiposenter tersebut kemudian berubah setelah dilakukan nya relokasi. Distribusi hiposenter sebelum relokasi terlihat menyebar dan setelah dilakukannya relokasi menunjukkan distribusi hiposenter yang lebih merapat dan berdekatan serta lebih terfokus mengikuti pola tektonik atau mendekati zona subduksi. Hasil dari penampang A-A' ditunjukkan pada Gambar 10 sedangkan hasil dari penampang B-B' ditunjukkan pada Gambar 11. Pada Gambar 12 penampang C-C' menunjukkan adanya seismic gap yang berjarak 190-220 km dari titik C. Begitu juga pada Gambar 13 penampang D-D' menunjukkan adanya seismic gap yang berjarak 170-190 km dan 270-310 km dari titik D. Seismic gap merupakan wilayah yang aktif secara tektonik namun tidak terdapat kejadian gempa. 1 Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan wilayah tersebut merupakan wilayah akumulasi energi atau sudut elastisitas dari lempeng yang mengalami penunjaman. Tidak adanya aktivitas kegempaan di wilayah tersebut bukan berarti menjadikannya wilayah yang aman, namun justru dapat mengindikasikan kegempaan yang bisa kapan saja dan sewaktu-waktu melepaskan energi secara tiba-tiba dan lebih besar. Penampang A-A' dan penampang B-B' berasosiasi dengan segmen Sianok dan Suliti di daerah Padang, sedangkan penampang CC' dan penampang D-D' berasosiasi dengan segmen Siulak dan Ketaun di daerah Jambi yang merupakan bagian dari sesar besar sumatera. Pada Gambar 14 penampang E-E' dan Gambar 15 penampang F-F' terdapat pada melewati gunungapi dan akan 1 membentuk suatu pola penunjaman daerah yang diteliti. Distribusi hiposenter gempabumi pada kedua penampang ini menunjukkan bahwa kedalaman hiposenter hasil relokasi sesuai dengan pola penunjaman, dimana hiposenter nya mengikuti arah penunjamannya. Hasil irisan penampang E-E' tersebut menunjukkan hiposenter kedalaman maksimal 340 km sedangkan hasil irisan penampang F-F' menunjukkan hiposenter kedalaman maksimal 220 km. Penampang E-E' berasosiasi dengan segmen Manna dan melewati Gunung Patah di daerah Bengkulu. Sedangkan penampang F-F' berasosiasi dengan segmen Kumering dan melewati Gunung Suoh di daerah Lampung. Segmensegmen tersebut 12 merupakan bagian dari sesar besar sumatera. Dari distribusi gempa hasil penampang tersebut dapat

dilihat bahwa zona penunjaman yang semakin kearah timur menunjukkan distribusi gempa yang semakin dalam pula, hal ini membuktikan gempabumi tersebut bersumber dari zona subduksi dari pertemuan lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Wilayah Sumatera mempunyai kondisi tektonik yang paling aktif di sepanjang busur Sunda. Slab subduksi di Sumatera berusia lebih muda (49-96 Ma) dan mempunyai sudut penunjaman yang lebih landai yaitu 30o (kedalaman slab sekitar 250 km) dari pada slab subduksi di selatan Jawa hingga Nusa Tenggara (96-134 Ma) serta mempunyai kedalaman slab mencapai 670 km dan sudut penunjaman hingga sebesar 60o (Schoffel and Das, 1999). Salah satu hal yang berpengaruh terhadap sudut penunjaman adalah umur dari kerak bumi yang membentuk zona subduksi. Dari gambaran hasil penampang vertikal dapat dilihat untuk sudut penunjaman subduksi di Sumatera bagian Selatan dari utara ke selatan terlihat semakin curam karena sebenarnya usia dari zona subduksi antara Lempeng IndoAustralia dan Lempeng Eurasia semakin ke selatan semakin tua dan tidak mudah patah sehingga tingkat kegempaannya lebih sedikit terjadi. Semakin ke selatan maka semakin dalam gempa yang terjadi dan gempa yang paling dalam tersebut terjadi pada lempeng yang menunjam pertama kali dan lebih dulu masuk ke dalam lempeng yang ditunjam. Sedangkan semakin ke utara terlihat semakin landai karena usia dari zona subduksi nya lebih muda dan lebih rapuh serta mudah mengalami gesekan sehingga tingkat kegempaannya lebih banyak terjadi. Karena semakin ke utara maka lempeng tersebut menunjam lebih akhir sehingga lebih dangkal dibandingkan lempeng di selatan yang lebih dalam. Dari zona penunjaman dan subduksi lempeng akhirnya dapat menggambarkan aktivitas gempa yang terjadi. KESIMPULAN Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Hasil relokasi metode double-difference menunjukkan perubahan hiposenter yang lebih akurat, dibuktikan dengan banyaknya residual waktu tempuh setelah relokasi yang mendekati nilai nol serta kedalaman gempa 10 km berubah sehingga distribusi kedalamannya lebih bervariasi. 2. Jumlah gempabumi yang berhasil direlokasi sebanyak 3592 dari 3630 gempa. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa setelah relokasi hiposenter gempabumi dengan metoda double-difference terjadi perubahan posisi hiposenter dan pola distribusi

gempabumi yang lebih terfokus dan dapat menunjukkan pola tektoniknya. 3. Distribusi gempabumi wilayah Sumatera bagian Selatan bersumber dari zona subduksi dari pertemuan lempeng IndoAustralia dan Eurasia, ditunjukkan dengan distribusi gempa yang semakin dalam ke arah timur.

4. Sudut penunjaman subduksi di Sumatera bagian Selatan dari utara ke selatan terlihat semakin curan karena usia dari zona subduksi semakin ke selatan semakin tua dan tidak mudah patah sehingga tingkat kegempaannya lebih sedikit terjadi. UCAPAN TERIMA KASIH Penulis mengucapkan terimakasih kepada BMKG atas data yang diberikan, Bapak Adhi Wibowo sebagai pembimbing lapangan, serta Bapak Karyanto dan Bapak Rustadi yang telah membimbing penulis dan memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. DAFTAR PUSTAKA Bormann, P., 2002. "New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)" Vol 1. GeoForschungs Zentrum Potsdam (GFZ). Germany. Hurukawa, N., Popa, M., dan Radulian, M., 2008. Relocation of Large Intermediate Depth Earthquakes in The Vrancea Region, Romania, Since 1934 and a Seismic Gap. Earth, Planets and Space. 60(6):565-572. Kennett, B. L. N., Engdahl, E. R. dan Buland, R., 1995. Constraints on seismic velocities in the earth from traveltimes. Geophys J. Int. 122, pp. 108 - 124. Natawidjaja, D. and Triyoso W., 2007. The Sumatran Fault Zone — From Source To Hazard. Journal of Earthquake and Tsunami, 1, No 1, 21–47. Pavlis, G. L., 1986. Appraising earthquake hypocenter location errors: a complete practical approach for single-event location. Bull Seism. Soc. Am, 1600- 1717. Schoffel, H. J., dan Das, S., 1999. Fine Details of the Wadati-Benioff Zone Under Indonesia and its Geodynamic Implications. Journal of Geophysical Research, Vol. 104 No. B6, pages 13.101 – 13.114. Wagner, D., Koulakov, I., Rabbel, W., Luehr, B. G., Wittwer, A., Kopp, H., Bohm, M., Asch, G and ther MERAMEX Scientists., 2007. Joint inversion of active and passive seismic data in Central Java, Geophys. J. Int. 10. Waldhauser, F., dan Ellsworth, W. L., 2000. A Double-Difference earthquake location algorithm: Method and application to the Northern Hayward fault, California, Bulletin of the Seismological Society of America, 90, 1353– 1368. Waldhauser, F., 2001. HypoDD – A Program to Compute Double-Difference Hypocenter Locations. United States Geological

Survey. Wibowo, A., 2017. Relokasi Hiposenter dan Tomografi Gelombang Seismik Wilayah Sumatera Menggunakan Metode Double Difference. Thesis. Program Studi S2 Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Yadnya, P.K., Nugraha, A.D., dan Rohadi,. S., 2012. Pencitraan Struktur 3-D, Vp, Vs, Rasio Vp/Vs Menggunakan Tomografi Double Difference di Wilayah Bali, Jurnal Geofisika Vol. 13 No. 1.

LAMPIRAN

Tabel 1. Model kecepatan gelombang P dan S (Wagner dkk., 2007; Kennett dkk., 1995)

Kedalaman (km) Vp (km/s) Vs (km/s) 0 5 2.81 5 5 2.81 10 6 3.37 15 6.75 3.79 25 7.11 3.99 35 7.24 4.07 45 7.37 4.14 60 7.6 4.27 75 7.77 4.37 90 7.95 4.47 105 8.04 4.52 120 8.05 4.52 165 8.13 4.57 210 8.21 4.61 450 8.3 4.66 Tabel 2. Klasifikasi jumlah gempabumi sebelum dan sesudah relokasi No Jenis Gempa Sebelum relokasi Sesudah relokasi 1 Dangkal 3048 3050 2 Menengah 579 539 3 Dalam 3 3 Jumlah 3630 3592 Persentase 1.04% 98.96% Gambar 1. Ilustrasi double difference (Waldhauser dan Ellsworth, 2000) Gambar 2. Histogram waktu tempuh sebelum dan setelah relokasi Gambar 3. Event gempa sebelum relokasi Gambar 4. Event gempa sesudah relokasi

a) b) Gambar 5. (a) Persebaran episenter sebelum relokasi dan (b) sesudah relokasi a) b) Gambar 6. (a) Perbedaan episenter sebelum relokasi di wilayah A dan wilayah B dan (b) Perbedaan episenter sesudah relokasi di wilayah A dan wilayah B. Gambar 7. Pemodelan 3D persebaran hiposenter sebelum relokasi Gambar 8. Pemodelan 3D persebaran hiposenter sesudah relokasi Gambar 9. Irisan penampang vertikal

(a) (b) Gambar 10. (a) Penampang A-A' sebelum relokasi dan (b) Penampang AA' sesudah relokasi (a) (b) Gambar 11. (a) Penampang B-B' sebelum relokasi dan (b) Penampang BB' sesudah relokasi (a) (b) Gambar 12. (a) Penampang C-C' sebelum relokasi dan (b) Penampang CC' sesudah relokasi

(a) (b) Gambar 13. (a) Penampang D-D' sebelum relokasi dan (b) Penampang DD' sesudah relokasi (a) (b) Gambar 14. (a) Penampang E-E' sebelum relokasi dan (b) Penampang EE' sesudah relokasi (a) (b) Gambar 15. (a) Penampang F-F' sebelum relokasi dan (b)

Penampang FF ’ sesudah relokasi

Sources

1	https://123dok.com/document/qv863e0z-estimasi-kecepatan-relokasi-wilayah-maluku-dengan-difference-repository.html INTERNET	3%
2	https://www.academia.edu/33021672/Relokasi_Hiposenter_Gempabumi_dan_Implikasi_Terhadap_Seismotektonik_di_Wilayah_Nusa_Tenggara_Barat INTERNET	2%
3	https://eurekaunima.com/index.php/jpfunima/article/download/50/23/ INTERNET	1%
4	http://www.science.earthjay.com/ INTERNET	1%
5	https://citeseerx.ist.psu.edu/showciting?doi=10.1.1.127.1365 INTERNET	1%
6	http://puslitbang.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg/article/download/526/246 INTERNET	1%
7	https://id.wikipedia.org/wiki/Sesar_Besar_Sumatra INTERNET	1%
8	https://www.jurnal.ugm.ac.id/mgi/article/view/61928 INTERNET	<1%
9	http://jge.eng.unila.ac.id/index.php/geoph/article/view/9 INTERNET	<1%
10	https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/26728/1/12620013_BAB-I_IV-atau-V_DAFTAR-PUSTAKA.pdf INTERNET	<1%
11	https://repository.its.ac.id/71706/3/1112100005-paperpdf.pdf INTERNET	<1%
12	http://psdg.geologi.esdm.go.id/prosiding_2012/Buku%201%20Energi/20.SURVEI%20MAGNETOTELURIK%20DAERAH%20PANAS%20BUMI%20WAY%20SELABUNG.pdf INTERNET	<1%
13	https://puslitbang.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg/article/download/53/47 INTERNET	<1%
14	https://ojs.unm.ac.id/JSdPF/article/download/9403/5622 INTERNET	<1%