

IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI GEMPA *INTRASLAB* DI PULAU JAWA 2017-2021 DENGAN METODE SEGMENT IRISAN VERTIKAL (STUDI KASUS GEMPA *INTRASLAB* TASIKMALAYA)

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF INTRASLAB EARTHQUAKES IN JAVA ISLAND 2017-2021 USING VERTICAL CROSS-SECTION (CASE STUDY OF INTRASLAB EARTHQUAKE IN TASIKMALAYA)

Aura Zahra Ramadhanty^{1*}, Angeline Febrianty², Agung M. Utomo³, Amien Widodo⁴

^{1,2,4}Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111; 031-5994251-54

³Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Pusat; Jalan Angkasa 1 No.2, RW.10, Gunung Sahari Selatan, Kecamatan Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta; (021) 4246703

Received: 2023, October 17th

Accepted: 2024, September 28th

Keywords:

Earthquake;

Intraslab;

Tasikmalaya;

Java.

Corespondent Email:

aurararas123@gmail.com

How to cite this article:

Ramadhanty, A.Z., Febrianty, A., Utomo, A.M., & Widodo, A. (2024). Identifikasi dan Karakterisasi Gempa Intraslab di Pulau Jawa 2017-2021 Dengan Metode Segmen Irisan Vertikal (Studi Kasus Gempa Intraslab

Abstrak. Pulau Jawa merupakan salah satu daerah seismik aktif karena terdapat zona subduksi yang disebabkan oleh pergerakan di bagian selatan Laut Pulau Jawa, yaitu *Trench Sunda* sehingga sering terjadi gempabumi. Keberadaan sesar-sesar yang melintang di daerah Jawa Barat sesar di Pulau Jawa juga termasuk dalam faktor yang menyebabkan gempabumi merusak. Untuk mengidentifikasi jenis gempa, perlu dilakukan analisis berdasarkan besar magnitudo, kedalaman hiposenter, dan mekanisme fokalnya. Dengan menggunakan metode segmen irisan vertikal (*vertical cross-section*) dapat diketahui arah subduksi lempeng, kedalaman hiposenter, dan jarak hiposenter terhadap titik awal lintasan, serta persebaran gempabumi. Pada penelitian ini, gempa *intralab* di Tasikmalaya terjadi dengan kedalaman lebih dari 60 km, yaitu 115 km dengan Mw (*moment magnitude*) 6,5 dan mekanisme fokal *oblique strike-slip*.

Abstract. Java Island is one of the seismically active areas because there is a subduction zone caused by movement in the southern part of the Java Island Sea, namely the Sunda Trench so earthquakes often occur. The existence of faults that cross the West Java fault area on Java Island is also included in the factors that cause destructive earthquakes. To identify the type of earthquake, it is necessary to analyze it based on its magnitude, hypocenter depth, and focal mechanism. Using the vertical cross-section method, the direction of plate

Tasikmalaya). *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 10(03), 178-190.

© 2024 JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

subduction, hypocenter depth, and hypocenter distance to the starting point of the trajectory, as well as the distribution of earthquakes, can be identified. In this study, the intraslab earthquake in Tasikmalaya occurred at a depth of more than 60 km, namely 115 km, with Mw (moment magnitude) 6.5 and an oblique strike-slip focal mechanism.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki ribuan pulau dan dikelilingi oleh banyak gunung api (*ring of fire*) karena Indonesia berlokasi di pertemuan antara tiga lempeng besar. Selain gunung api, pergerakan lempeng-lempeng tersebut juga menyebabkan sering terjadi gempabumi. Salah satu daerah dengan daerah seismik aktif berada di Pulau Jawa. Penelitian ini akan membahas sumber gempabumi di Pulau Jawa, yaitu sumber gempabumi pada zona subduksi, khususnya Zona Benioff Jawa. Zona subduksi pada penelitian ini disebabkan karena adanya pergerakan di bagian selatan Laut Pulau Jawa, yaitu *Trench Sunda*. *Trench Sunda* merupakan tumbukan dari lempeng Eurasia dengan lempeng Indo-Australia. Selain itu, gempa juga disebabkan karena terdapat sesar-sesar yang melintang di daerah Jawa Barat. Jika sesar-sesar tersebut bergerak, akan terjadi gempa yang merusak (Dewi & Madlazim, 2018).

Selama lima tahun terakhir, tidak ada kejadian gempa dengan Mw (*moment magnitude*) melebihi 8 di Pulau Jawa dan sekitarnya. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai parameter sumber gempabumi agar dapat ditentukan jenis gempabumi. Dengan penelitian tersebut, dapat diketahui mekanisme fokal dan sesar yang menyebabkan terjadinya gempa. Pada umumnya, sesar di Pulau Jawa dapat menyebabkan gempabumi merusak. Dengan diketahui pola bidang sesar yang berkembang di suatu wilayah, dapat dilakukan antisipasi dampak yang akan ditimbulkan jika suatu saat di daerah tersebut terjadi gempa (Riyanti & Rasimeng, 2020; Wulandari dkk., 2020). Hal ini didasarkan pada

lokasi episenter, kedalaman hiposentrum, dan besar magnitudo gempa.

Dalam menentukan jenis sumber gempabumi dapat dilakukan analisis posisi hiposenter dan mekanisme patahan terhadap model slab subduksi. Analisis ini dapat dilakukan dengan berbagai metode. Cahyaningsih (2014) telah melakukan analisis subduksi dengan metode segmen irisan vertikal pada daerah selatan Jawa Barat dan Banten. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa salah satu segmen di daerah penelitian memiliki pola subduksi yang tukik dan curam, sementara beberapa segmen lainnya memiliki pola subduksi pendek dan landai.

Dengan metode yang sama, Sabrina (2016) juga melakukan penelitian analisis subduksi di daerah Jawa Timur. Dari hasil analisis tersebut didapatkan bahwa hasil subduksi di Jawa Timur dengan arah selatan-utara berpola curam di kedalaman 220-500 km. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui cara mengidentifikasi dan mengkarakterisasi gempa *intraslab* sehingga diketahui apakah gempa termasuk jenis gempa *intraslab*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tektonik

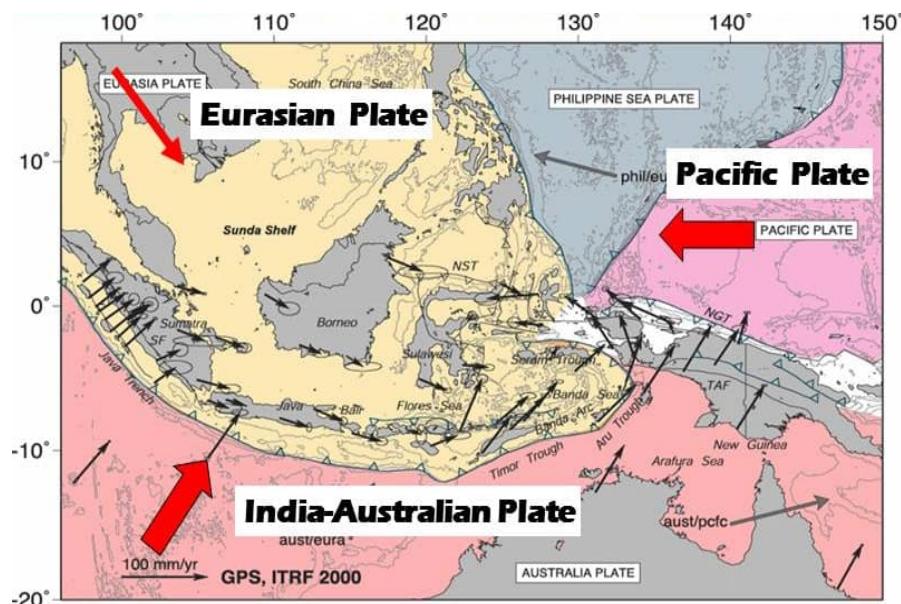
2.1.1. Tektonik di Indonesia

Indonesia adalah negara kepulauan yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik aktif dunia. Lempeng tersebut di antaranya adalah lempeng Indo-Australia yang bergerak berarah utara-timur laut dengan kecepatan 7 cm/tahun, lempeng Samudera Pasifik yang bergerak dengan arah barat-barat laut dengan

kecepatan 10 cm/tahun, dan lempeng Benua Eurasia yang relatif diam seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Lempeng yang bergerak saling menumbuk ini membuat adanya getaran pada bumi sehingga Indonesia memiliki potensi tingkat kegempaan tinggi (Syafitri dkk., 2020).

Pergeseran dan tumbukan antara lempeng samudera dan lempeng benua dapat menyebabkan lipatan sehingga terbentuk

gunung. Jika lipatan gunung tersebut mengalami rekahan dan patahan, magma dari dalam bumi akan keluar melalui celah tersebut sehingga membentuk gunung api. Gunung api tersebut berada sepanjang jalur tektonik dan menempati seperenam dari seluruh daratan di Indonesia. Jika pergeseran dan tumbukan antar lempeng terjadi di laut, hal tersebut dapat menimbulkan gelombang besar air laut yang disebut tsunami (Riyadi, 2019).



Gambar 1. Lempeng tektonik di Indonesia (Edelani dkk., 2017).

Proses pergerakan tektonik yang menyebabkan adanya jalur gempabumi, pegunungan, dan cekungan endapan di bumi dapat dijelaskan dalam teori tektonik lempeng. Dalam teori ini, lempeng tektonik kerak bumi bergerak dari *mid oceanic ridge* yang merupakan tempat kerak baru terbentuk, menuju garis busur vulkanik lainnya hingga rantai pegunungan aktif. Pergerakan lempeng tektonik ini dapat berupa saling menjauh (divergen), saling mendekat (konvergen), dan berpapasan (transform). Sementara itu, proses pemekaran akibat arus konveksi yang terjadi di benua disebut dengan *rifting*. Sebaliknya, jika pemekaran terjadi di samudera disebut *spreading* (Zakaria, 2007).

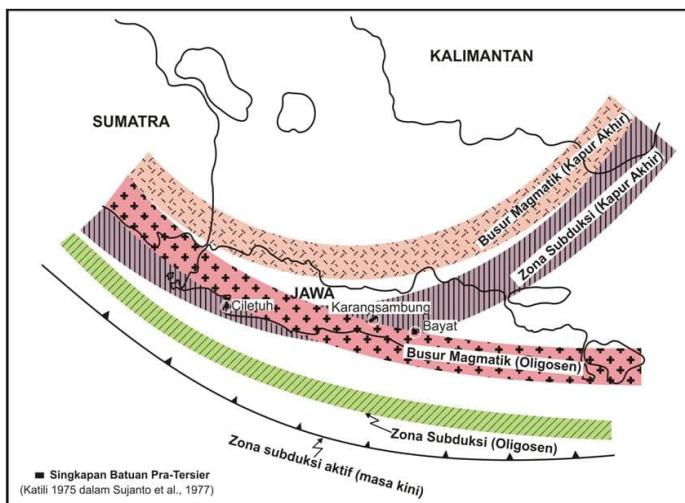
Menurut Katili (1980), tektonik lempeng di Indonesia dapat menjelaskan berbagai fenomena geologi dan geofisika, serta dapat

digunakan untuk memprediksi persebaran dan umur batuan. Model tektonik lempeng di Indonesia menghasilkan sistem dua busur kepulauan. Tidak seperti model tektonik lempeng di barat, model tektonik lempeng di timur Indonesia tidak ada *foreland basin* di belakang busur kepulauan. Tektonik di daerah tersebut juga memiliki struktur yang lebih kompleks daripada di barat Indonesia. Hal ini dapat diketahui dari bentuk busur ketiga, *interarc basin*, dan cekungan laut dalam. Selain itu, struktur tektonik juga dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan sumber daya energi, seperti panas bumi dan zona hidrokarbon. Konsep tektonik lempeng juga dapat digunakan untuk mengantisipasi daerah bencana, seperti gempabumi, tsunami, dan gunung api (Zakaria, 2007).

2.1.2. Tektonik di Jawa

Pergerakan Lempeng Indo-Australia ke arah utara, yang diikuti oleh Lempeng Eurasia yang relatif diam, membentuk bagian besar topografi Pulau Jawa. Lempeng Indo-Australia berada sekitar 600 km di utara Pulau Jawa dan sekitar 100 hingga 200 km di bawah permukaan, seperti yang digambarkan pada **Gambar 2.** Menurut Mutiarani (2013), Pulau

Jawa memiliki tektonik aktif dan seismisitas tinggi karena penunjaman lempeng yang menyebabkan pergerakan unsur batuan. Selain itu, hal ini menyebabkan tatanan geologi yang kompleks. Busur luar non-vulkanik, cekungan belakang busur, dan busur gunung api adalah bagian dari tatanan geologi tersebut (Hilmi & Iyan, 2008).



Gambar 2. Lempeng tektonik di Pulau Jawa (Sujanto dkk., 1977).

Di selatan Pulau Jawa, ada palung dimana busur luar non-volcanic yang terdiri dari batuan melange berada di bawah permukaan laut. Cekungan depan busur, juga disebut cekungan luar, terdiri dari lapisan sedimen bahan vulkanik dan sedimen asal vulkanik dengan batugamping terumbu di antara busur luar non-volcanic dan pulau Jawa. Selanjutnya, ada busur magmatik atau gunung api di daratan Pulau Jawa, yang membentang dari arah barat ke timur.

Oleh karena itu, Pulau Jawa termasuk dalam bagian Busur Sunda, yang terdiri dari gunung api Tersier hingga Kuarter. Letak busur tidak berubah karena tumbukan antar lempeng yang saling mendekat atau menjauh. Hal ini menyebabkan aktivitas kegunungan yang tumpang-tindih seiring berjalannya waktu. Sebaran batuan gunungapi di Jawa menunjukkan aktivitas tersebut. Perubahan posisi tumbukan lempeng menyebabkan perubahan tektonik dan pola struktur di Pulau Jawa (Bachri, 2014).

Menurut Pulunggono dan Martodjojo (1994), ada tiga pola struktur dominan di Pulau Jawa: Pola Meratus, Pola Sunda, dan Pola Jawa. Pola Meratus adalah sesar regional yang bergerak dari timur laut ke barat daya. Ini adalah pola tertua yang membentuk Tinggian Karimunjawa di wilayah Laut Jawa. Pola Sunda bergerak dari utara ke selatan dan bergabung dengan kelurusian sesar Cimandiri di Jawa Barat. Beberapa cekungan di Jawa Barat Utara, seperti Cekungan Arjuna dan Cekungan Sunda, dibatasi oleh sesar ini. Menurut Hilmi & Iyan (2008), Pola Jawa adalah pola struktur tertua kedua setelah Pola Meratus. Sebaliknya, pola ini memiliki sesar yang berarah ke barat-timur di Pulau Jawa. Sesar Baribis adalah sesar yang mewakili Pola Jawa.

2.2. Gempa Intraslab

Terdapat beberapa penyebab terjadinya gempabumi kuat dan merusak, yaitu akibat adanya sesar aktif, aktivitas tektonik gempa di zona benioff (*intraslab*) dan zona subduksi

antar muka (*interface subduction*) (Raharjo & Wijaya, 2022). Santoso & Soehaimi (2010) mengungkapkan bahwa terdapat dua jenis gempabumi subduksi yang dapat digunakan sebagai fungsi atenuasi, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Gempabumi *Megathrust/Interplate/Interface*

Gempabumi ini terjadi pada lempeng subduksi yang memiliki sudut penunjaman landai di batas lempeng subduksi dengan lempeng di atasnya atau zona megathrust. Gempabumi yang memiliki kedalaman <50 km dengan mekanisme fokal sesar naik.

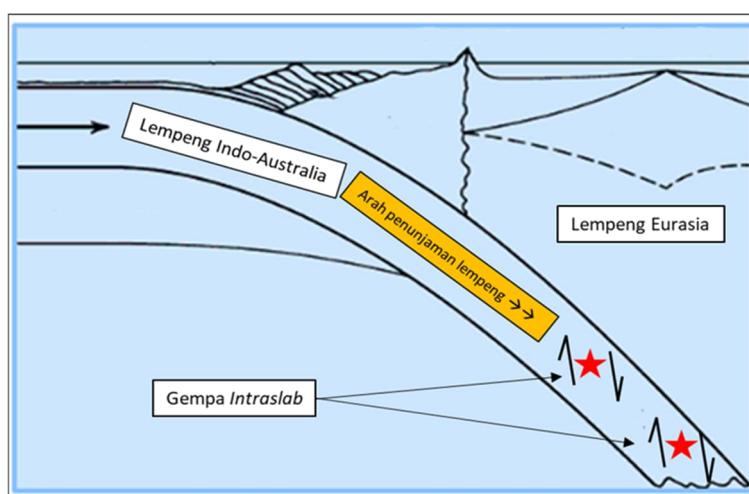
Contoh: gempabumi *interface* dan tsunami Pagai Selatan tahun 2010 dengan Mw 7,2 dan kedalaman 10 km.

2. Gempabumi *Benioff/Intra-Plate/Intraslab*

Pada umumnya, gempabumi *intraslab* terjadi akibat sesar turun karena adanya tegangan tarik ke bawah pada lempeng tersebut. Namun, terdapat kasus lain dimana gempa *intraslab* terjadi akibat sesar *oblique*. Sesar *oblique* merupakan sesar

dengan patahan vertikal patah bersama dengan patahan horizontal.

Untuk menentukan jenis sesar ini dapat dilihat dari titik pusat diagram mekanisme sumber gempabumi. Apabila pusat diagram berada di kuadran kompresi, sesar ini termasuk dalam sesar naik. Sebaliknya, jika pusat diagram terletak di kuadran dilatasi, sesar tersebut merupakan sesar turun (Harmadloni, 2011). Salah satu gempa *intraslab* yang memiliki mekanisme fokal *oblique strike slip* adalah gempa yang terjadi di daerah Jawa Barat pada 10 Januari 2010. Gempa *intraslab* terjadi pada lempeng subduksi dengan sudut penunjaman tajam atau zona Benioff seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Pada umumnya, gempa intraslab terjadi pada kedalaman >60 km. Contoh: gempabumi pada tanggal 26 Juni 2010 dengan Mw 5,8 dan kedalaman 96,8 km di Laut Hindia sebelah selatan sekitar 80 km dari Tasikmalaya.



Gambar 3. Mekanisme gempa *intraslab* di Pulau Jawa (Anggoro, 2022).

Klasifikasi jenis gempabumi dapat dilakukan dengan melihat posisi hiposenter terhadap zona subduksi, patahan, dan *back arc thrust*. Berdasarkan program Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) dari USGS, terdapat tiga macam zona sumber gempa, di antaranya adalah sebagai berikut (Hutapea & Mangape, 2009; Pangaribuan dkk., 2020).

1. Zona subduksi

Zona subduksi terletak di batas pertemuan antara lempeng samudera yang menunjam masuk ke bawah lempeng benua. Gempa akibat *normal fault*, *thrust fault*, *reverse slip* dan *strike-slip* di sepanjang pertemuan lempeng dapat

termasuk sebagai gempa pada zona subduksi.

2. Zona *fault*

Zona *fault* adalah zona lokasi gempa yang terjadi akibat patahan dangkal (*shallow crustal fault*), baik karena mekanisme patahan normal, *reverse* maupun *strike-slip*. Mekanisme, panjang patahan, *slip rate*, *dip*, dan lokasi patahan pada zona ini telah terdefinisi dengan jelas. Sumber gempa pada zona *fault* dapat dimodelkan sampai kedalaman 15 km.

3. Zona *background*

Sumber gempa pada zona *background* belum diketahui dengan jelas, tetapi lokasi sumber gempa dekat dengan gempa yang telah diketahui sesarnya dan telah terjadi sebelumnya. Sumber gempa dimodelkan sebagai *fixed-strike* jika lokasi *strike* sumber *background* diketahui. Sebaliknya, sumber *background* dapat dimodelkan sebagai *random-strike* untuk gempa dengan $Mw \geq 6$ dan sumber titik pada gempa dengan $Mw < 6$ apabila sumber tidak diketahui dengan jelas. Berdasarkan kedalamannya, terdapat dua jenis sumber gempa *background*, yaitu *shallow background* dengan kedalaman hingga 50 km dan *deep background* dengan kedalaman >50 km. *Deep background* terjadi pada gempa di zona benioff.

Penentuan jenis gempa dapat diketahui dari informasi mekanisme fokal. Mekanisme fokal ditandai dengan *beach ball*. Jika mekanisme fokal berupa sesar naik, gempa termasuk dalam gempabumi *interface*. Jika mekanisme fokal berupa sesar turun, gempa termasuk dalam gempabumi *intralab*. Untuk gempabumi yang tidak diketahui mekanisme fokalnya, gempabumi tersebut diasumsikan sama dengan jenis gempabumi terdekat yang telah diidentifikasi (Mahendra dkk., 2017).

Pada umumnya, dalam analisis gempa digunakan rekaman data gempa terdahulu sehingga parameter dan karakteristik sumber gempa juga didapatkan dari data gempa sebelumnya dengan batas kedalaman tiap area subduksi. Parameter untuk menentukan sumber gempa berupa lokasi (koordinat

longitude dan *latitude*), *annual rate*, sudut penunjaman subduksi dan *b-value* pada area subduksi, dan magnitudo maksimum (Erlangga, 2020).

Selain itu, getaran tanah juga merupakan parameter yang dapat mengukur kerusakan akibat gempabumi. Nilai getaran tanah dapat diketahui dari percepatan getaran tanah. Getaran tanah akan semakin kuat seiring dengan meningkatnya percepatan gerakan tanah. Besar percepatan getaran tanah dipengaruhi oleh klasifikasi jenis tanah (*site class*), magnitudo gempabumi, jarak hiposenter, dan keadaan geologi *local* (*site local effect*) (Raharjo & Wijaya, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data katalog gempabumi di Pulau Jawa pada tahun 2017-2021 yang diambil dari BMKG sebanyak 5203 data yang bersifat internal dan batas administrasi Pulau Jawa. Daerah untuk data gempabumi yang diambil terlihat pada suatu kotak yang dihubungkan dengan empat titik dengan titik 1 memiliki lintang -4,76 LS dan bujur 104,53 BT, titik 2 memiliki lintang -4,76 LS dan bujur 114,78 BT, titik 3 memiliki lintang -11,46 LS dan bujur 104,54 BT, serta titik 4 memiliki lintang -11,46 LS dan bujur 114,78 BT. Peta pulau Jawa beserta daerah penelitian dapat terlihat di **Gambar 4**. Data gempabumi tersebut meliputi *longitude* dan *latitude* hiposenter, magnitudo, dan kedalaman. Selanjutnya, data diolah menjadi peta seismisitas menggunakan *software ArcGIS* untuk diketahui besar magnitudo gempa beserta kedalaman dan persebarannya.

Selain itu, juga digunakan satu data gempabumi yang diduga merupakan gempa *intralab*. Gempa ini terjadi pada tanggal 15 Desember 2017 pukul 16:47:58.325 UTC yang berada di koordinat 108,10 BT dan -7,73 LS dengan kedalaman 115 km dan $Mw 6,5$.

Pada penelitian ini digunakan metode segmen irisan vertikal (*vertical cross-section*), yaitu dengan membuat garis berarah vertikal terhadap subduksi menggunakan *software GMT (Generic Mapping Tool)*. Dari hasil *cross-section* ini akan didapatkan arah subduksi

lempeng, kedalaman hipocenter, dan jarak *hipocenter* terhadap titik awal lintasan, serta persebaran gempabumi.



Gambar 4. Tampilan daerah penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan peta seismisitas pada **Gambar 5** diklasifikasikan berdasarkan kedalaman dan besar magnitudonya. Magnitudo dalam peta ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 2.5 – 5.5, 4.5 – 5.5, dan 5.5 – 9.0. Setelah dilakukan pembuatan peta sebaran gempa dan klasifikasi gempa berdasarkan besar magnitudo dan kedalamannya, dapat terlihat di **Gambar 5** bahwa gempa yang terjadi di pulau Jawa dan sekitarnya pada tahun 2017 hingga 2021 didominasi oleh gempa dangkal dengan kedalaman 0 hingga 60 meter yang ditandai dengan warna merah. Jenis gempa ini sering terjadi di bagian selatan pulau Jawa dengan Mw yang bervariasi, mulai 2,5 hingga 6,1. Gempa yang sering terjadi berikutnya adalah gempa dengan kedalaman menengah, yaitu 60 hingga 300 meter. Gempa ini ditandai dengan warna kuning pada peta. Sementara itu, warna hijau pada peta menandakan gempa dalam yang terjadi di bagian utara pulau Jawa. Pada umumnya, gempa jenis ini memiliki Mw 4,5 hingga 6,9 dengan kedalaman lebih dari 300 meter.

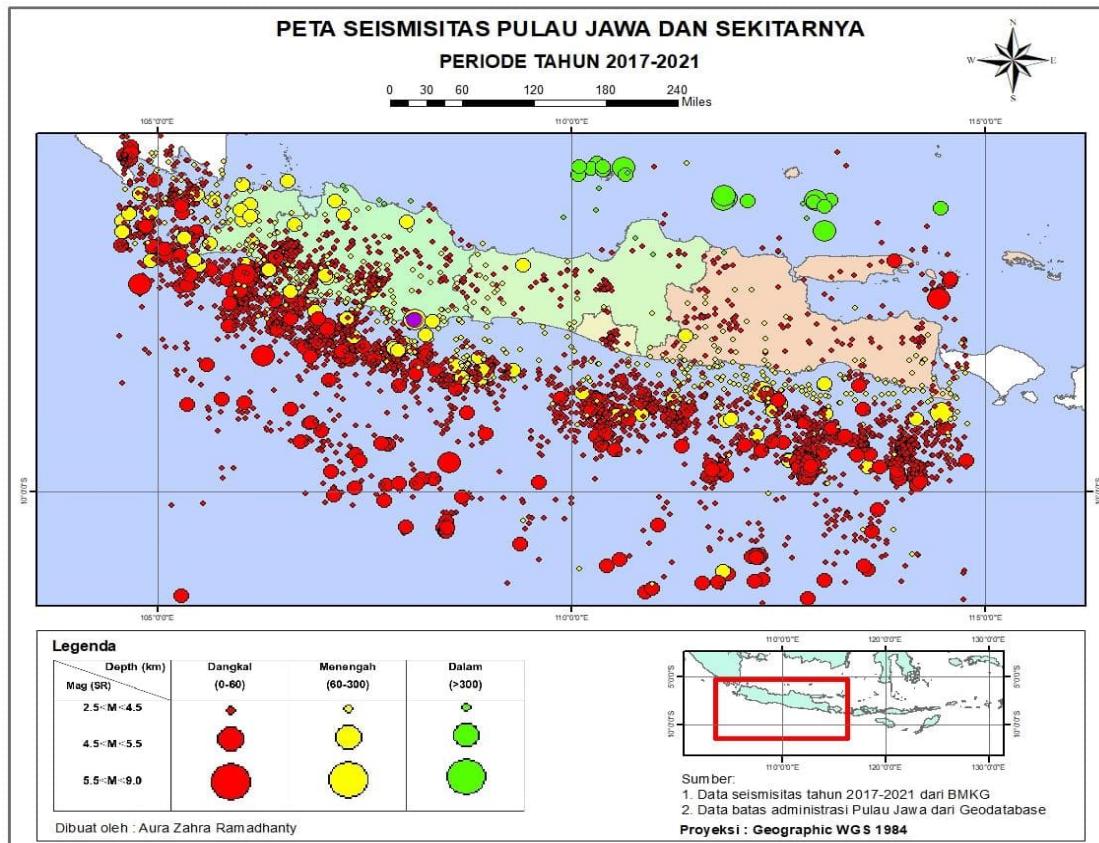
Berdasarkan kedalaman fokalnya, gempa *intraslab* dibagi menjadi dua. Pertama adalah gempabumi menengah-dalam yang terjadi

dengan kedalaman lebih dangkal dari 300 km. Gempa kedua adalah gempabumi *deep-focus* yang terjadi lebih dalam dari 300 km. Pada kedalaman gempa *intraslab*, tekanan litostatik membuat kekuatan gesekan menjadi terlalu besar untuk memungkinkan terjadinya gempabumi di sepanjang bidang patahan. Untuk menghasilkan gempabumi pada kedalaman yang dalam, *shear stress* harus lebih besar daripada *frictional strength* (Hasegawa & Junichi, 2017).

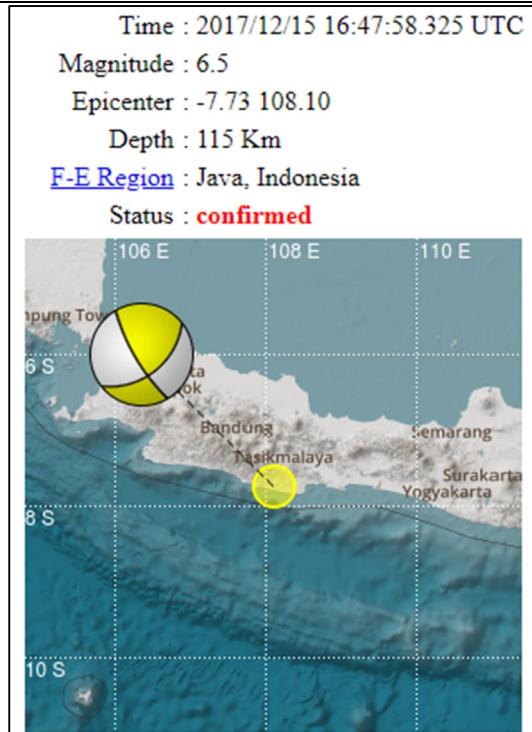
Pada penelitian ini diambil salah satu gempa *intraslab* untuk dibuat *cross section* sehingga dapat diketahui kondisi perkiraan lempeng di bagian hiposenter dan sekitarnya beserta kedalaman hiposenter. Gempa tersebut adalah gempa di pulau Jawa pada tanggal 15 Desember 2017 dengan magnitudo 6,5 dan kedalaman 115 km yang ditandai dengan titik berwarna ungu pada **Gambar 4**. Berikut merupakan lokasi hiposenter gempa beserta mekanisme fokal yang terjadi.

Berdasarkan **Gambar 6** dan **Gambar 7** dapat terlihat bahwa mekanisme fokal gempa penelitian adalah *oblique strike-slip fault*. Untuk memastikan apakah gempa tersebut memiliki *focal mechanism oblique strike-slip fault*, dilakukan perbandingan data

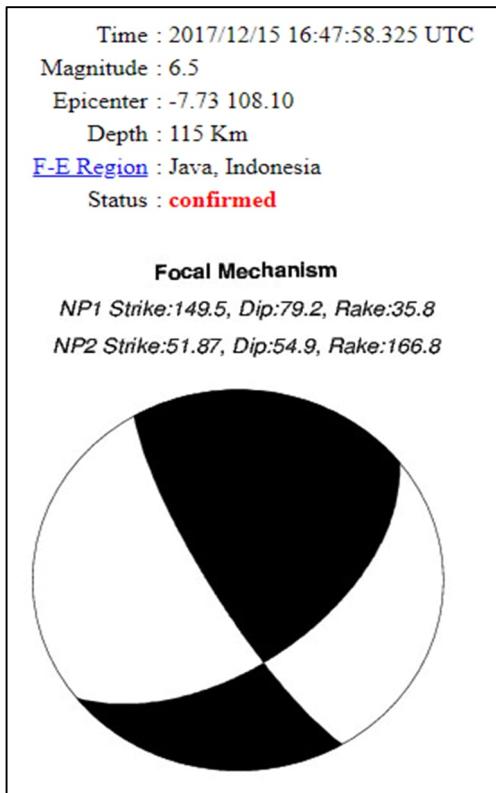
gempabumi USGS dari IRIS yang dapat dilihat pada **Gambar 8**.



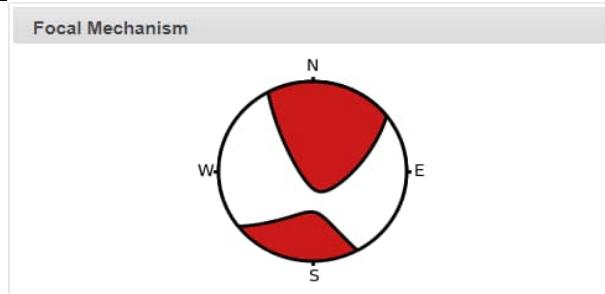
Gambar 5. Peta seismisitas pulau Jawa tahun 2017-2021.



Gambar 6. Lokasi dan mekanisme fokal gempa penelitian (BMKG, 2022).



Gambar 7. Mekanisme fokal gempa penelitian (BMKG, 2022).

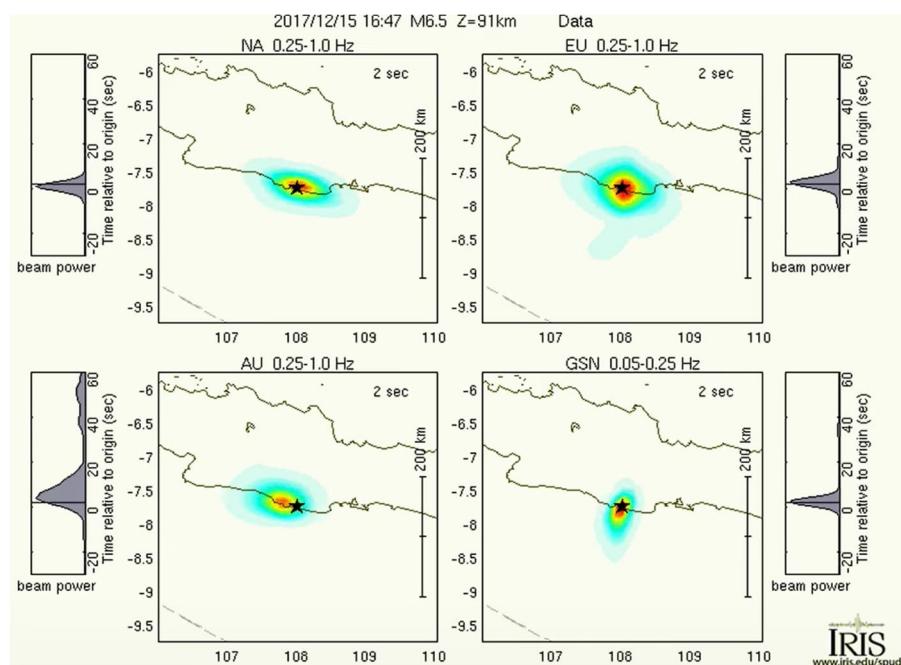


Gambar 8. *Focal mechanism* gempa *intralab* daerah penelitian (USGS, 2022).

Dari kedua *beach ball* yang didapatkan dari sumber yang berbeda, dapat diketahui bahwa gempa yang terjadi memiliki mekanisme fokal *oblique strike slip fault* dimana bagian berwarna merah merupakan *compression* atau tekanan dan bagian berwarna putih merupakan *dilatation* atau tarikan. Mekanisme ini terjadi karena adanya kompresi dari arah utara dan selatan. Mekanisme fokal ini merupakan sesar geser yang terpengaruh dengan adanya sesar naik. Jenis sesar ini disebut *strike-slip fault* yang dalam mekanisme fokal digambarkan sesuai arah jarum jam. Hal ini disebabkan karena lempeng Indo-Australia yang menunjam dan menumbuk lempeng Eurasia dengan kecepatan 7 cm/tahun di wilayah selatan Jawa. Tumbukan kedua lempeng tersebut menimbulkan

terjadinya deformasi batuan pada zona Benioff dari lempeng samudera yang tertumbuk sehingga terjadi gempabumi. Batas pertemuan antara kedua lempeng tersebut merupakan palung Jawa.

Gambar 9 merupakan hasil pemodelan *rupture*. Pemodelan tersebut menunjukkan arah sesar yang terjadi sehingga dapat diketahui mekanisme fokalnya. Berdasarkan hasil pemodelan, dapat diketahui bahwa arah bidang sesar berarah dari barat daya menuju timur laut. Hal ini menunjukkan bahwa gempa yang terjadi memiliki mekanisme fokal oblique strike-slip dextral atau sesar geser ke kanan dengan dip sesar sekitar 50° - 60° ke arah tenggara.

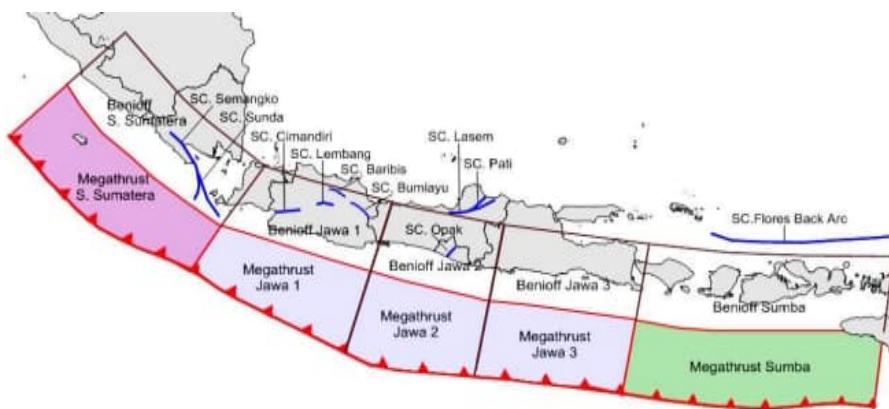


Gambar 9. Hasil pemodelan sumber gempa dengan metode *back projection* (IRIS, 2022).

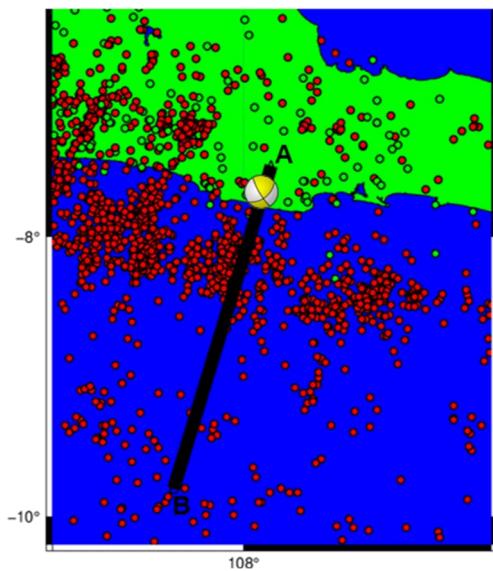
Selain mekanisme fokal, juga perlu diketahui kondisi seismologi berupa sumber gempa untuk mengidentifikasi dan karakterisasi jenis gempa. Pada seluruh Pulau Jawa, terdapat sepuluh zona yang ditunjukkan pada **Gambar 10**.

Salah satu gempa *intraslab* yang digunakan dalam penelitian ini berada pada Zona Benioff Jawa 1. Parameter model subduksi berupa lokasi *longitude* dan *latitude*, sudut

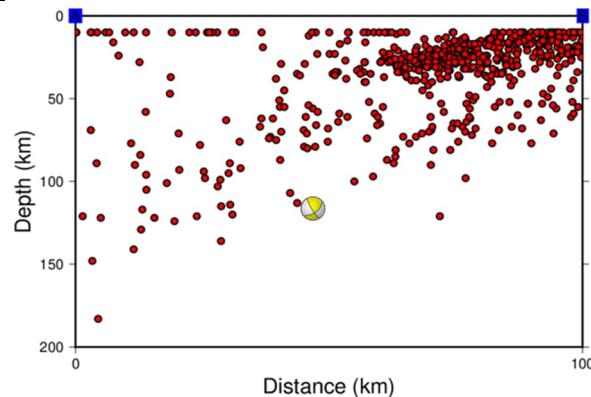
penunjaman subduksi, b-value pada area subduksi, dan hiposenter. Posisi dan kedalaman hiposenter dapat dilihat dari hasil *cross section* di lokasi penelitian yang disajikan dalam **Gambar 12** dengan peta *slicing cross section* dapat dilihat di **Gambar 11**. *Slice cross section* dibuat dari titik A dengan koordinat -7,4 LS dan 108,2 BT hingga titik B dengan koordinat -9,8 LS dan 107,5 BT.



Gambar 10. Sumber gempa Pulau Jawa (Erlangga, 2020).



Gambar 11. *Slice cross section* pada gempa di daerah penelitian.



Gambar 12. Hasil *cross section* di salah satu lokasi gempa *intralab*.

Hasil *cross section* pada **Gambar 12** dapat diketahui perkiraan tunjaman subduksi di daerah penelitian. Pada gambar tersebut dapat terlihat dugaan tunjaman subduksi di daerah penelitian yang melalui salah satu gempa *intralab*. Dengan jarak maksimum 100 km dan kedalaman 200 km, diketahui bahwa semakin menuju ke titik B, gempa dangkal yang berkisar antara 0-60 km semakin banyak. Sementara itu, gempa dengan kedalaman lebih dari 60 km lebih banyak terjadi di dekat daerah A. **Gambar 12** juga menunjukkan bahwa gempa *intralab* penelitian terjadi pada kedalaman 115 km.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada data gempa *intralab* yang terjadi pada periode tahun 2017-2021 dan berfokus di Pulau Jawa. Data tersebut mungkin tidak mencakup seluruh aktivitas seismik yang terjadi di Pulau Jawa sehubungan dengan terjadinya gempa *intralab* di Pulau Jawa karena keterbatasan dalam pencatatan dan pelaporan kejadian gempabumi. Penulis menyarankan untuk melakukan analisis dan identifikasi lanjutan dengan mengumpulkan data gempa *intralab* yang lebih luas dan terkini serta penggunaan metode yang lebih komprehensif seperti pemodelan 3D untuk mendapatkan gambaran lebih detail mengenai gempa *intralab*.

5. KESIMPULAN

Gempa *intralab* dapat diidentifikasi dari besar magnitudo, kedalaman hiposenter, dan mekanisme fokal. Pada penelitian ini, gempa *intralab* terjadi dengan kedalaman lebih dari

60 km, yaitu 115 km dengan Mw 6,5 dan mekanisme fokal *oblique strike slip*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, F. (20 Desember 2022). Gempa Cianjur dan Garut: Serupa tapi Tak Sama. Indonesia Re. <https://indonesiare.co.id/id/article/gempa-cianjur-dan-garut-serupa-tapi-tak-sama>.
- Bachri, S. (2014). The effect of regional tectonics to the structural pattern and tectonics of Java Island. *JGSM*. 15(4).
- Cahyaningsih, L. (2014). Analisis Pola Subduksi Daerah Selatan Jawa Barat dan Banten Menggunakan Metode Segmen Irisan Vertikal Data Gempa Periode 1970-2020. (Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah).
- Dewi, N., A. & Madlazim. (2018). Identifikasi parameter sumber gempa di wilayah Jawa Barat menggunakan software MTINV. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*. 07(02).
- Edelani, R., Barabkab, A.R., Harsono, T., & Sudarsono, A. (2017). Association analysis of earthquake distribution in Indonesia for spatial risk mapping. *2017 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC)*, 231-238.
- Erlangga, W. (2020). Karakterisasi dan parameter subduksi sumber gempa pulau Jawa. *Teknisia*. XXV(2).
- Harmadhoni, D. (2011). Analisis mekanisme fokus gempa di Blitar-Jawa Timur 17 Mei 2011. Skripsi.

- Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Haryanto, I. (2006). Struktur geologi paleogen dan neogen di Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*. 4(1).
- Hasegawa, A. & Junichi, N. (2017). Seismic imaging of slab metamorphism and genesis of intermediate-depth intraslab earthquakes. *Hasegawa and Nakajima Progress in Earth and Planetary Science*. 4(12).
- Hilmi, F. & Iyan, H. (2008). Pola struktur regional Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*. 6(1).
- Hutapea, B., M. & Immanuel, M. (2009). Analisis hazard gempa dan usulan ground motion pada batuan dasar untuk Kota Jakarta. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 16(3).
- Jamil, A. & Siti, M. (2021). *Study of Tectonics and Potential of Geological Disaster on The Eastern Island Of Java*.
- Katili, J. A. (1980). Geotectonics of Indonesia, a modern view. *Direktorat Jenderal Pertambangan, Departemen Pertambangan dan Energi*.
- Sujanto, F. X., & Sumantri, Y. R. (1977). *Preliminary study on the Tertiary depositional patterns of Java*. 183-213.
- Mahendra, R., Supriyanto, F., & Rudyanto, A (2017). Relokasi dan klasifikasi gempabumi untuk database strong ground motion di wilayah Jawa Timur. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. 3(3).
- Mutiarani, A., Madlazim, & Prastowo, T. (2013). Studi b-value untuk pengamatan seismisitas wilayah Pulau Jawa periode 1964-2012. *Jurnal Fisika*. 02(02).
- Pangaribuan, M.A., Rasimeng, S., Karyanto, & Rudianto. (2019). Analisis Pendugaan Bahaya Kegempaan di Batuan Dasar untuk Wilayah Lampung Menggunakan Metode PSHA. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 5(3) p.174-184. doi: 10.23960/jge.v5i3.32
- Pulunggono, A. & Martodjojo, S. (1994). Perubahan tektonik Paleogen-Neogen merupakan peristiwa tektonik terpenting di Jawa. *Proceeding Geologi dan Geotek Pulau Jawa, Yogyakarta*. 37-49.
- Raharjo, F., D. & Wijaya, A. (2022). Estimation model peak ground acceleration maximum (PGA max) for earthquake source on interface and intra-slab subduction for soft soil at Padang City using in and lee attenuation model. *Megasains*. 13(1).
- Riyadi, R. (2019). Analisis peta bentuk rupa bumi dalam menentukan lokasi dari pengaruh tsunami di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ijtima'iya*. 3(2).
- Riyanti, A., & Rasimeng, S. (2020). Analisis Zona Bahaya Gempabumi Berdasarkan Metode Deterministik Dan Pendekatan Geomorfologi Kota Padang Sumatera Barat. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 5(2), 101-115. doi:<https://doi.org/10.23960/jge.v5i2.26>
- Sabrina, U. E. (2016). Analisis Pola Subduksi Daerah Jawa Timur dengan Metode Segmen Irisan Vertikal dan Seismisitas Lateral. (Skripsi, Universitas Brawijaya).
- Santoso & Soehaimi. (2010). Analisis bahaya gempa bumi lengan utara Sulawesi. *JSDG*. 2(6).
- Soehaimi, A. (2008). Seismotektonik dan potensi kegempaan wilayah Jawa. *Jurnal Geologi Indonesia*. 3(4).
- Syafitri, Y., Bahtiar, B., & Didik, L. A. (2020). Analisis pergeseran lempeng bumi yang meningkatkan potensi terjadinya gempa bumi di Pulau Lombok. *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*. 4(2).
- Taruna, R., M. & Tio, A., P., S. (2020). Penentuan rumus ercepatan tanah akibat gempa bumi di Kota Mataram menggunakan metode euclidean distance. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 9(1).
- Wulandari, A., Suharno, S., & Rustadi, R. (2020). Pemetaan Mikrozonasi Daerah Rawan Gempabumi Menggunakan Metode HVSR Daerah Painan Sumatera Barat. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 4(1), 31-45. doi:<https://doi.org/10.23960/jge.v4i1.5>
- Zakaria, Z. (2007). Aplikasi tektonik lempeng dalam sumber daya mineral, energi dan kewilayahan. *Bulletin of Scientific Contribution*. 5(2).