

PENGARUH HIPOSENTER TERHADAP KETELITIAN PENENTUAN BIDANG PATAHAN TERAKTIFKAN MENGGUNAKAN METODE HC-PLOT DI WILAYAH PAPUA

Tifani Ikmahtiar¹⁾, Madlazim²⁾

¹⁾ Mahasiswa Prodi S1-Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: tifani.ikmahtiar12@gmail.com

²⁾ Dosen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: madlazim@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh hiposenter terhadap ketelitian penentuan bidang patahan teraktifkan di wilayah Papua. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penentuan bidang patahan teraktifkan ini menggunakan metode HC-plot, yaitu penentuan hiposenter (H) dan *centroid* (C). Data yang digunakan sebanyak 10 kejadian gempa bumi dengan magnitudo lebih dari 5,7 SR. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hiposenter, *centroid*, *dip* dan *strike* dari setiap gempa bumi. Hiposenter dari 10 kejadian gempa bumi ini bersumber dari jaringan seismik IRIS, USGS dan GEOFON. *Centroid*, *dip* dan *strike* bersumber dari jaringan seismik Global CMT. Parameter-parameter tersebut di *input* ke *software hc-plot* untuk memperoleh plot bidang patahan yang akan diidentifikasi bidang patahan yang teraktifkan. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hiposenter, dan variabel terikatnya adalah ketelitian bidang patahan teraktifkan. Hasil dari plot bidang patahan dapat diketahui arah pergerakan bidang patahan teraktifkannya dan dapat digambarkan orientasi bidang patahannya. Hasil pembahasan dari 10 kejadian gempa bumi tersebut menunjukkan bahwa hiposenter sangat berpengaruh dalam penentuan bidang patahan teraktifkan, dimana jarak hiposenter terhadap salah satu bidang nodal dari dua bidang yang paling dekat atau yang mendekati 0 km merupakan bidang patahan teraktifkan.

Kata Kunci: hiposenter, *centroid*, bidang patahan teraktifkan

Abstract

The study to analyze the effect of hypocenter parameters to the accuracy in determining of the activated fault plane in the Papua area has been conducted. This research was an experimental research. The HC-plot method was occupied to determine the activated fault plane by justifying the location of hypocenter and centroid. Ten numbers of earthquake each with magnitude more than 5.7 SR were utilized as the source data. The parameters needed in this work were hypocenter, centroid, dip, slip of every earthquake. The hypocenter of the 10 earthquake events were taken from IRIS, USGS, GEOFON seismic networks. The source of centroid, dip, and slip was from Global CMT seismic network. Those parameters were inputted to HC-plot software to get a plot of and identified activated fault plane. The independent variable was used in this research is hypocenter, and the dependent variable is the accuracy of the activated fault field. There after, the direction and the orientation of activated fault plane can be found. A summary that can be drawn was the hypocenter parameter was very influent in determining for activated fault plane, where the hypocenter distance to one of the nodal planes of the two planes closest to or near 0 km was a plane of activated fault.

Keywords: hypocenter, centroid, activated fault plane

PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia berada diantara 6° LU-11° LS dan 95° BT-141° BT. Indonesia merupakan negara yang terletak diantara dua samudera (Samudera Pasifik dan Samudera Hindia), dua benua (Benua Asia dan Benua Australia) dan tiga lempeng tektonik besar (Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik). Indonesia juga terletak pada jalur cincin api pasifik (*ring of fire*) yaitu daerah yang sering mengalami gempa bumi dan letusan gunung berapi. Hal ini menyebabkan beberapa daerah di Indonesia sering terjadi gempa bumi dengan intensitas dan magnitudo yang bervariasi dari skala terkecil sampai yang terbesar,

terutama di Sumatera, Irian Jaya (Papua), Selatan Jawa, dan Sulawesi.

Menurut Santosa (2013) ada tiga jenis gempa yang umum yaitu gempa tektonik, gempa vulkanik, dan gempa kecil. Penelitian ini mengambil topik gempa bumi tektonik. Gempa bumi tektonik adalah gempa yang disebabkan oleh pergerakan lempeng tektonik. Pergerakan lempeng tektonik merupakan penyebab utama terjadinya gempa bumi. Akibat pergerakan lempeng tektonik maka di sekitar perbatasan lempeng akan terakumulasi energi dan jika lapisan batuan sudah tidak mampu menahan energi tersebut maka energi yang tidak tertahan akan terlepas. Hal ini menyebabkan terjadinya patahan ataupun deformasi pada lapisan kerak bumi dan pada akhirnya patahan tersebut yang menyebabkan

gempa bumi tektonik. Akibat adanya pergerakan tersebut, maka terjadilah patahan (sesar) pada lapisan bagian atas kerak bumi. Patahan semacam itulah yang merupakan penyebab kedua terjadinya gempa bumi tektonik (Madlazim & Santosa, 2014).

Wilayah yang dipilih pada penelitian ini adalah Papua, karena Papua memiliki struktur geologi dan tatanan tektonik yang lebih rumit dibandingkan Sumatera dan Jawa (Umar dkk., 2016). Wilayah Papua terletak pada pertemuan dua lempeng yaitu Lempeng Pasifik yang memiliki kecepatan 12 cm/tahun dan Lempeng Indo-Australia dengan kecepatan 10 cm/tahun. Papua juga memiliki patahan mendatar dengan laju paling cepat di dunia dengan pergerakan 10 cm/tahun yaitu Sorong (Umar dkk., 2016). Kondisi tersebut menyebabkan wilayah Papua memiliki banyak patahan sehingga memiliki potensi gempa tektonik yang cukup besar. Papua merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia dengan potensi sumber daya alam yang sangat besar, terutama dari sektor tambang dan migas. Tatanan tektonik yang dimiliki Papua ini juga memiliki peran atas kekayaan yang dimiliki Papua, pulau Papua yang berada pada wilayah tektonik aktif akibat aktivitas tumbukan Lempeng Pasifik di utara dan Lempeng Australia di bagian Selatan. Hal ini berimplikasi pada kehadiran mineral-mineral (emas, tembaga, dll.) ekonomis pada beberapa wilayah di Papua.

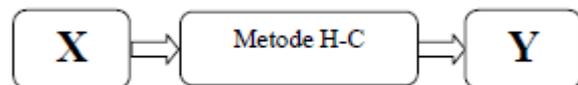
Menurut Madlazim (2015) gempabumi memiliki beberapa parameter yaitu hiposenter, *centroid*, origin time, magnitudo, episenter dan kedalaman. Dalam penentuan bidang patahan dibutuhkan parameter hiposenter (H) dan *centroid* (C). Hiposenter (H) adalah titik origin (titik asal) dari gelombang seismik yang datang pertama kali. *Centroid* (C) adalah lokasi dimana momen gempa bumi dilepaskan dan mempresentasikan parameter-parameter gempa secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode H-C yaitu metode yang digunakan untuk menentukan bidang patahan teraktifkan dengan cara menentukan letak hiposenter (H) dan *centroid* (C). Metode H-C ini lebih unggul dari metode sebelumnya yaitu metode inversi karena metode H-C tidak membutuhkan banyak stasiun seismic. Metode inversi membutuhkan banyak stasiun untuk memperoleh data yang lebih akurat. Membutuhkan banyak stasiun artinya dalam kejadian gempa bumi letak stasiun terhadap gempa bumi harus 360° (Madlazim, 2011), sedangkan tidak semua gempa bumi memiliki letak stasiun sebesar 360° terhadap gempa bumi. Batas jarak dalam penentuan stasiun seismic adalah 1000 km dari pusat gempa bumi (Madlazim, 2011). Banyaknya stasiun disekitar gempa bumi tidak menjamin memberikan data hiposenter dan *centroid* yang akurat karena stasiun-stasiun tersebut belum tentu terletak pada

sudut dan jarak yang dipersyaratkan yaitu 360° dan 1000 km terhadap gempa bumi. Metode H-C terbebas dari kedua syarat jarak dan posisi stasiun terhadap gempa bumi karena metode H-C tidak membutuhkan stasiun seismic, melainkan membutuhkan data hiposenter dan *centroid* yang diperoleh dari lembaga seismic. Hiposenter yang diperoleh dari beberapa lembaga seismic yaitu USGS (United States Geological Survey), IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology), GEOFON. *Centroid* yang diperoleh dari lembaga seismic Global CMT (Centroid Moment Tensor), hanya lembaga seismic Global CMT yang menyediakan data *centroid*. Data hiposenter dan *centroid* yang digunakan harus data yang telah direvisi oleh ahli seismologi.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka peneliti bermaksud untuk mengidentifikasi bidang patahan teraktifkan di wilayah Papua yang merupakan kunci penting dalam bidang seismotektonik. Identifikasi bidang patahan teraktifkan ini menggunakan metode H-C yang menghasilkan sebuah *plotting* bidang patahan, dari hasil tersebut akan dianalisis berdasarkan orientasi bidang patahan teraktifkan dan pergerakan bidang patahan teraktifkan. Hasil analisis berdasarkan orientasi bidang patahan teraktifkan dapat diketahui tipe sesarnya dan dapat digambarkan geometri bidang patahan teraktifkannya, sehingga dengan mengetahui tipe sesar gempa bumi di wilayah Papua dapat membantu rekonstruksi bangunan tahan terhadap gempa bumi. Hasil analisis berdasarkan pergerakan bidang patahan teraktifkannya dapat membantu memetakan model geodinamik regional lempeng subduksi (Zahradnik *et al.*, 2008), sehingga resiko gempa akibat pergerakan patahan aktif dapat diminimalisir dengan mengetahui bidang patahan tersebut dan akibat kegempaan dapat diperkirakan sebagai langkah awal antisipasi dampak bencana gempabumi bagi masyarakat Papua.

METODE

Berikut merupakan gambaran rancangan penelitian, dimana X sebagai variabel manipulasi yaitu hiposenter, dan Y sebagai variabel terikat yaitu ketelitian bidang patahan teraktifkan,

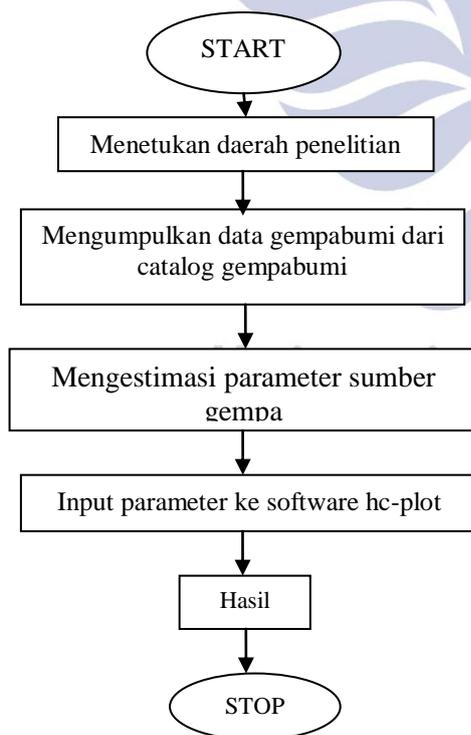


Gambar 1. Rancangan penelitian.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen berbasis komputasi yang berhubungan dengan ilmu geofisika, dimana data-data yang digunakan diperoleh dari lembaga-lembaga stasiun seismic. Stasiun-stasiun seismic tersebut tersebar diseluruh dunia, data-data yang diperoleh

akan diolah dan di analisis untuk mitigasi bencana dimasa-masa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan metode HC-plot yang memiliki prinsip hiposenter dan *centroid* berada di persimpangan antara *nodal plane* 1 dan *nodal plane* 2, kemudian membandingkan jarak kedua bidang patahan. Jika hiposenter terletak di salah satu dari dua bidang patahan, maka bidang patahan adalah bidang patahan sesungguhnya. Apabila hiposenter tidak berada di salah satu bidang dua patahan, bidang patahan sesungguhnya (teraktifkan) adalah berada dekat dengan hiposenter tersebut (Bagus Jaya Santosa, 2013) mendekati 0 km. Dalam ketelitian penentuan bidang patahan jarak antara hiposenter dan *centroid* lebih dari 10 km (Zahradnik *et al.*, 2008).

Data yang digunakan dalam penelitian ini bisa diakses di Global CMT (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>) yang merupakan *catalog* gempa bumi atau lembaga seismologi yang digunakan sebagai acuan penelitian di dunia dan data telah direvisi (dihitung lagi secara manual), IRIS WILBER 3 (https://ds.iris.edu/wilber3/find_event), GEOFON (<http://202.90.198.100/webdc3/>) dan USGS (<https://www.usgs.gov/>) juga diambil data yang sudah dilakukan revisi. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian tidak memerlukan instrumen khusus selain akses internet. Data *centroid*(C) diperoleh dari Global CMT, sedangkan hiposenter(H) diperoleh dari USGS dan IRIS.



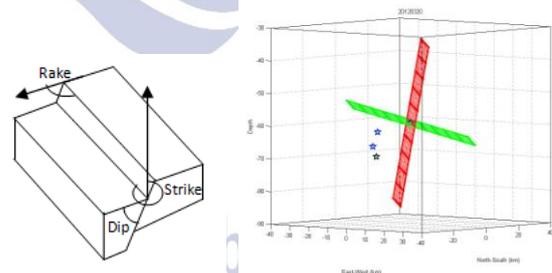
Gambar 2. Diagram alir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian skripsi ini menghasilkan output berupa bidang patahan yang teraktifkan dari beberapa gempa bumi yang memiliki magnitudo lebih dari 5,7 SR di Papua periode 2012-2016. Data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu parameter hiposenter dan *centroid*. Parameter hiposenter diperoleh dari *catalog* gempa bumi IRIS, USGS dan GEOFON. Parameter *centroid* diperoleh dari jaringan stasiun seismik Global CMT. Hiposenter dari GEOFON digunakan pada beberapa kasus yang tidak konsisten letak hiposenternya. Berikut ini merupakan hasil dan pembahasan untuk 10 *events* gempa bumi berdasarkan orientasi bidang patahannya;

1. Event 20120320 (M 6.1)

Event gempa 20120320 merupakan kasus yang tidak konsisten. Menurut Zahradnik (2008), apabila didapatkan kasus H(hiposenter) dan C(*centroid*) tidak konsisten perlu ditambahkan solusi H dari *catalog* gempa bumi lain untuk didapatkan bidang patahan yang teraktifkan. Sehingga pada event gempa bumi 20120320 yang tidak konsisten (hasil plotting dengan jarak yang dihasilkan antara bidang nodal merah dan hijau terhadap hiposenter) perlu ditambahkan solusi hiposenter dari GEOFON, dan teridentifikasi bahwa bidang patahan yang teraktifkan adalah bidang nodal hijau. Bidang 1 (hijau) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 316° , dip 13° dan slip -90° . Berdasarkan teori, apabila nilai slip -90° maka tipe sesarnya adalah normal sesuai dengan hasil Global CMT. Berikut ini merupakan hasil penggambaran geometri bidang patahan event 20120320,

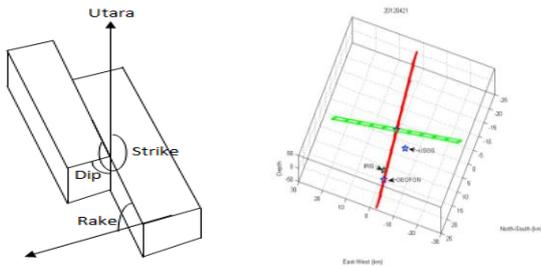


Gambar 3. Geometri bidang patahan (sesar) normal

2. Event 20120421 (M 6.7)

Event gempa 20120421 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 15,17 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 14,39 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 2,02 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 2 (merah) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 352° , dip 88° dan slip 174° . Berdasarkan hasil Global CMT menunjukkan bahwa tipe sesar event 20120421 merupakan sesar strike-slip (sesar geser), dan

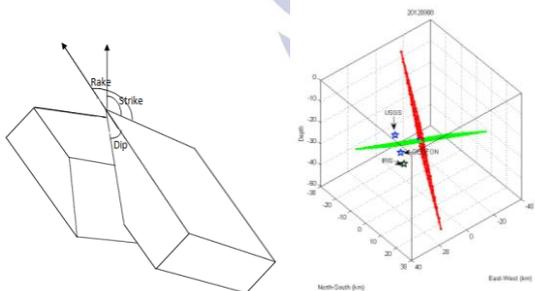
berdasarkan nilai slip menunjukkan bahwa sesar tersebut adalah sesar geser ke kiri. Berikut ini merupakan hasil penggambaran geometri bidang patahan event 20120421



Gambar 4. Geometri bidang patahan (sesar) strike-slip

3. Event 20120908 (M 6.1)

Event gempa 20120908 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 13,93 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 8,21 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 11,15 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 1 (hijau) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 110° , dip 35° dan slip 159° . Berdasarkan hasil Global CMT menunjukkan bahwa tipe sesar event 20120908 merupakan sesar oblique, dan berdasarkan nilai slip menunjukkan bahwa sesar tersebut adalah kombinasi sesar naik dan sesar geser ke kiri. Berikut ini merupakan hasil penggambaran geometri bidang patahan event 20120908,

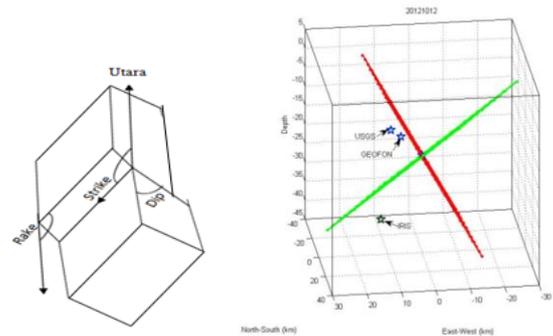


Gambar 5. Geometri bidang patahan (sesar) oblique reverse

4. Event 20121012 (M 6.6)

Event gempa 20121012 merupakan kasus yang tidak konsisten. Menurut Zahradnik (2008), apabila didapatkan kasus H(hipocenter) dan C(*centroid*) tidak konsisten perlu ditambahkan solusi H dari catalog gempa bumi lain untuk mendapatkan bidang patahan yang teraktifkan. Sehingga event gempabumi 20121012 yang tidak konsisten (hasil plotting dengan jarak yang dihasilkan antara bidang nodal merah dan hijau terhadap hiposenter) perlu ditambahkan solusi hiposenter dari GEOFON dan teridentifikasi bahwa bidang patahan yang teraktifkan adalah bidang nodal merah. Bidang 2 (merah) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 177° , dip 57° dan slip -106° . Berdasarkan Global CMT event

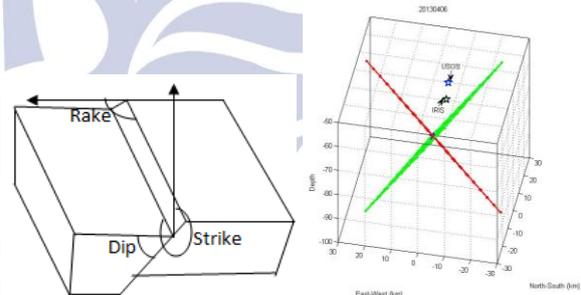
20121012 memiliki tipe sesar normal, dari geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 6. Geometri bidang patahan (sesar) normal

5. Event 20130406 (M 7)

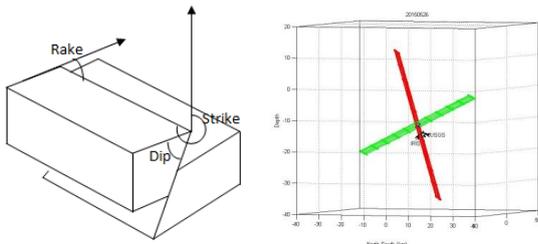
Event gempa 20130406 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 16,28 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 5,7 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 12,25 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 1 (hijau) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 339° , dip 56° dan slip -137° . Berdasarkan bola pantai (*beachball*) Global CMT event 20130406 memiliki tipe sesar normal, dari geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 7. Geometri bidang patahan (sesar) normal

6. Event 20150526 (M 5.8)

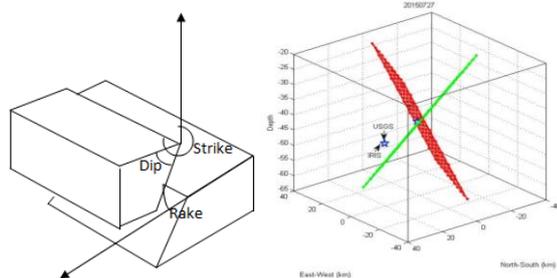
Event gempa 20150526 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 7,24 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 3,95 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 2,11 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 2 (merah) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 288° , dip 69° dan slip 90° . Berdasarkan bola pantai (*beachball*) Global CMT event 20150526 memiliki tipe sesar reverse dan sudut slip bidang patahan teraktifkan sebesar 90° yang menunjukkan memiliki tipe sesar reverse (naik), dari geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 8. Geometri bidang patahan (sesar) reverse

7. Event 20150727 (M 7)

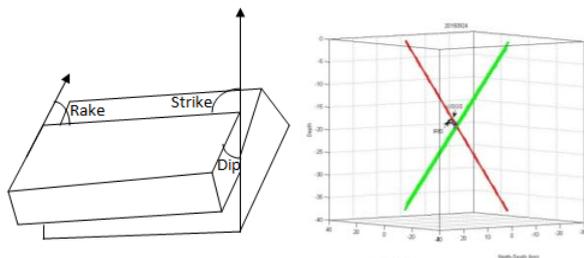
Event gempa 20150727 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 17,15 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 4,45 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 16,54 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 1 (hijau) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 327° , dip 42° dan slip 117° . Berdasarkan bola pantai (*beachball*) Global CMT event 20150526 memiliki tipe sesar *oblique*, geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 9. Geometri bidang patahan (sesar) oblique reverse

8. Event 20150924 (M 6.6)

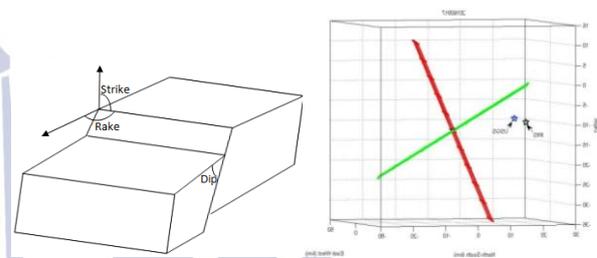
Event gempa 20150924 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 3,7 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 2,94 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 2,77 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 2 (merah) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 118° , dip 46° dan slip 88° . Berdasarkan bola pantai (*beachball*) Global CMT event 20150924 memiliki tipe sesar *reverse*, geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 10. Geometri bidang patahan (sesar) reverse

9. Event 20160917 (M 6)

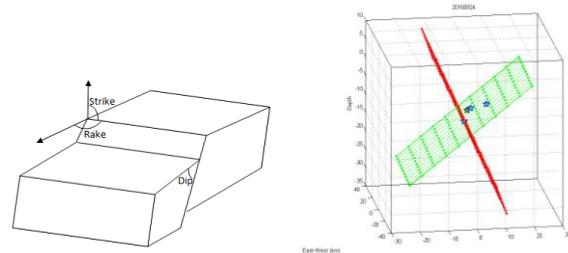
Event gempa 20160917 menghasilkan jarak hiposenter ke *centroid* adalah 22,13 km, jarak hiposenter ke bidang 1 (hijau) adalah 8,25 km dan jarak hiposenter ke bidang 2 (merah) adalah 20,63 km. Berdasarkan teori jarak hiposenter ke salah satu bidang yang paling dekat, maka bidang tersebut adalah bidang patahan aktif. Bidang 1 (hijau) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 80° , dip 27° dan slip -93° . Berdasarkan bola pantai (*beachball*) Global CMT event 20160917 memiliki tipe sesar normal, geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 11. Geometri bidang patahan (sesar) normal

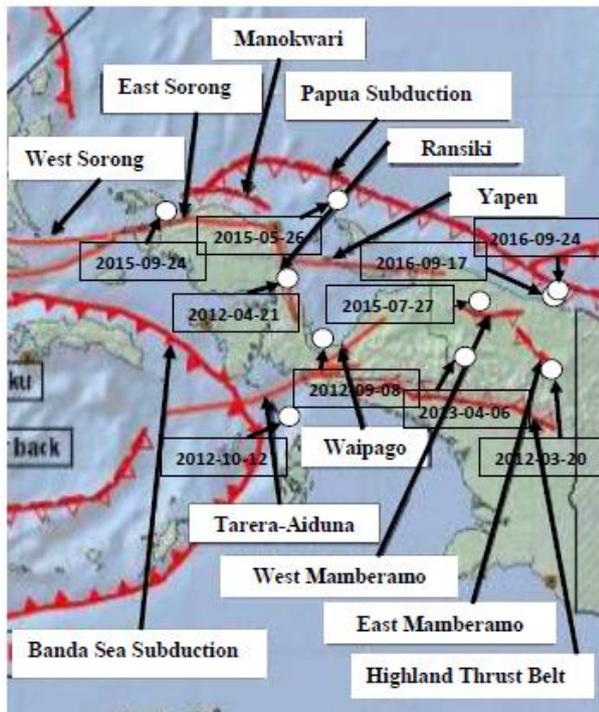
10. Event 20160924 (M 5.9)

Hasil *plotting* gempabumi 20160924 menunjukkan bahwa bidang nodal hijau merupakan bidang patahan yang teraktifkan, tetapi jarak bidang nodal hijau dengan hiposenter lebih besar dari bidang nodal merah ke hiposenter. Apabila hiposenter tidak berada di salah satu bidang dari dua bidang patahan, bidang patahan sesungguhnya (teraktifkan) adalah yang paling dekat dengan hiposenter tersebut (Bagus Jaya Santosa, 2013). Menurut Zahradnik (2008) penentuan bidang patahan lebih teliti apabila jarak hiposenter ke *centroid* lebih dari 10 km. Sehingga pada event gempabumi 20121012 yang tidak konsisten (hasil *plotting* dengan jarak yang dihasilkan antara bidang nodal merah dan hijau terhadap hiposenter) perlu ditambahkan solusi hiposenter dari GEOFON dan teridentifikasi bahwa bidang patahan yang teraktifkan adalah bidang nodal hijau (Tabel 4.2). Bidang 1 (hijau) merupakan bidang patahan aktif dengan sudut strike sebesar 89° , dip 31° dan slip -89° . Berdasarkan bola pantai (*beachball*) Global CMT event 20160924 memiliki tipe sesar normal, geometri bidang patahan teraktifkan dapat digambarkan sebagai berikut,



Gambar 12. Geometri bidang patahan (sesar) normal

Berdasarkan pembahasan 10 *event* tersebut dapat diketahui arah pergerakan bidang patahan yang teraktifkan dari hasil *plotting* dan akan dibandingkan dengan segmen sesar aktif yang ada di wilayah Papua. Apabila arah pergerakannya tidak sesuai dengan sesar aktif yang ada, maka gempabumi tersebut diakibatkan oleh sesar kecil (sesar minor) yang berada di sekitar sesar mayor (sesar aktif yang ada). Hasil perbandingan antara penelitian skripsi ini dengan pemetaan tektonik yang telah dilakukan oleh Irsyam (2010) dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan pemetaan tektonik terbaru di wilayah Papua. Gambar 4.11 merupakan tatanan tektonik wilayah Papua dan lokasi kejadian gempa bumi yang dilakukan oleh (Irsyam et al., 2010),



Gambar 13. Lokasi kejadian gempabumi di Papua (dimodifikasi dari Irsyam dkk., 2010)

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa event gempa bumi 20120320 terletak di daerah tubuh burung. Gempa bumi tersebut diketahui memiliki tipe sesar normal dan teridentifikasi bahwa arah pergerakan patahan aktifnya adalah Barat Laut-Tenggara, gempabumi tersebut disebabkan oleh sesar Mamberamo East yang memiliki pergerakan yang sama. Event gempa bumi 20120421 tersebut terletak di daerah kepala burung, gempa bumi tersebut teridentifikasi memiliki arah pergerakan bidang patahan aktifnya adalah Barat Laut-Tenggara memiliki tipe sesar *strike-slip*. Gempa bumi 20120421 disebabkan oleh sesar Ransiki yang memiliki pergerakan yang sama. Gempa bumi 20120908 disebabkan oleh Sesar Waipago yang memiliki arah pergerakan Barat Daya-Timur Laut. Gempa bumi 20121012 disebabkan oleh Sesar Tarera-Aiduna yang memiliki arah pergerakan Barat-Timur. Gempa bumi 20130406 disebabkan oleh sesar East Mamberamo yang memiliki arah pergerakan Barat Laut-

Tenggara. Gempa bumi 20150526 diakibatkan oleh sesar minor dan aktifitas dari subduksi Papua yang mengakibatkan patahan baru yang memiliki arah pergerakan Barat Laut-Tenggara di daerah tersebut, Gempa bumi tersebut terletak di laut dan memiliki tipe sesar reverse (naik), apabila terjadi gempa bumi lagi dimasa yang akan datang dengan magnitudo 7 SR dapat menyebabkan tsunami. gempa bumi 20150727 disebabkan oleh sesar minor yang ada di sekitar Sesar West Mamberamo. Gempa bumi 20150924 bukan disebabkan oleh Sesar Sorong melainkan sesar minor yang ada disekitar Sesar Sorong. Gempa bumi 20150917 diakibatkan oleh sesar minor dan aktifitas subduksi Papua. Gempa bumi 20150924 diakibatkan oleh sesar minor dan aktifitas subduksi Papua yang menunjam ke arah selatan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa letak hiposenter mempengaruhi dalam penentuan bidang patahan teraktifkan. Apabila hiposenter dan centroid berada pada 1 bidang nodal, maka nodal tersebut merupakan bidang patahan teraktifkan. Apabila hiposenter dan centroid tidak berada pada 1 bidang nodal, maka hiposenter yang paling dekat dengan salah satu bidang nodal adalah bidang patahan teraktifkan. Berdasarkan 3 catalog gempa bumi, hiposenter dari USGS menunjukkan ketelitian penentuan bidang patahan teraktifkan sebanyak 7 event, hiposenter dari IRIS menunjukkan ketelitian penentuan bidang patahan teraktifkan sebanyak 2 event, dan hiposenter dari GEOFON menunjukkan ketelitian penentuan bidang patahan teraktifkan pada 1 event.

Saran

Dalam pengerjaan skripsi ini, kesulitan yang dihadapi peneliti adalah saat menentukan arah pergerakan bidang patahan dan mendapatkan data yang telah direvisi di suatu wilayah tertentu, karena tidak semua data yang disediakan oleh lembaga telah direvisi. Data yang telah direvisi sangat penting karena berpengaruh terhadap ketelitian penentuan bidang patahan juga. Saran konstruktif untuk peneliti selanjutnya agar dapat memperoleh data yang lebih akurat adalah menggunakan data yang telah direvisi, agar diperoleh hasil yang lebih akurat, usahakan jarak hiposenter dengan *centroid* mendekati 10 km, agar hasilnya konsisten, menggunakan data hiposenter lebih dari dua untuk memperoleh akurasi yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada WILBER 3 (https://ds.iris.edu/wilber3/find_event), GEOFON (<http://202.90.198.100/webdc3/>), USGS

(<https://www.usgs.gov/>) dan Global CMT (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>) sebagai sumber data dalam penelitian ini, juga kepada Sokos dan Zahradnik untuk *software* ISOLA HC-Plot beserta petunjuk dan tutorialnya yang telah melancarkan proses penelitian ini, dan pihak lain yang belum tersebut di sini.

DAFTAR PUSTAKA

Eka R., L. (2014). Estimasi Moment Tensor dan Pola Bidang Sesar. *JURNALSAINS DAN SENI POMITSSAINS DAN SENI POMITS*, 3(2), 1–5.

Irsyam, M., Asrurifak, M., Budiono, B., Triyoso, W., & Firmanti, A. (2010). Development of spectral hazard maps for a proposed revision of the Indonesian Seismic Building Code. *Geomechanics and Geoengeering*, 5(1), 35–47. <https://doi.org/10.1080/17486020903452725>

Madlazim. (2011). *Estimasi CMT, bidang sesar dan durasi rupture gempabumi di Sumatera serta kemungkinan penerapannya untuk peringatan dini tsunami* (Disertasi). Tidak dipublikasikan, Fisika ITS.

Madlazim. (2015). *Fisika Bumi Seri Seismologi*. Surabaya: unipress.

Madlazim, & Santosa, B. J. (2014). Estimasi Parameter Sumber Gempa Bumi Padang 30 September 2009 , Mw = 7 , 6 dan Korelasinya dengan Aftershocks-nya Earthquake Source Parameters Estimation at Padang September 30 , 2009 , Mw = 7 , 6 and Its Correlation With Aftershocks. *Matematika Dan Sains*, 19(3), 86–91.

Rahmatul, S., & Roemaf, A. (2009). Analisa Sesar Aktif Menggunakan Metode Focal Mechanism (Studi Kasus Data Gempa Sepanjang Cincin Api Zona Selatan Wilayah Jawa Barat Papa Tahun 1999-2009). *Neutrino*, 5, 80–86.

Santosa, B. J. (2010). Four Earthquakes of the Sumatran Fault Zone (Mw 6.0-6.4): Source Parameters and Identification of the Activated Fault Planes, *11*(4).

Santosa, B. J. (2013). Fault Plane Identification Using Three Components Local Waveforms. *International Journal of Geosciences*, 4(August), 993–1001.

Umar, E. P., Bakri, H., & Karnaen, M. (2016). Mekanisme Sumber Gempabumi (Focal Mechanism) Manokwari. *Jurnal Geomine*, 4(1).

Zahradnik, J., Gallovic, F., Sokos, E., Serpetsidaki, A., & Tselentis, A. (2008). Quick Fault-Plane Identification by a Geometrical Method: Application to the MW 6.2 Leonidio Earthquake, 6 January 2008, Greece. *Seismological Research Letters*, 79(5), 653–662. <https://doi.org/10.1785/gssrl.79.5.653>