

MEKANISME SUMBER GEMPABUMI (*FOCAL MECHANISM*) MANOKWARI

Emi Prasetyawati Umar^{1*}, Hasbi Bakri¹, Muh. Karnaen²

1. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia

2. BMKG Wilayah IV Makassar

Email: emiprasetyawati.umar@umi.ac.id

SARI

Mekanisme Sumber Gempa Bumi (*Focal Mechanism*) merupakan studi tentang penentuan parameter orientasi bidang sesar yang berupa Strike, Dip, dan Rake. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah metode impuls gelombang P dengan penentuan polaritas gelombang yang berupa gelombang naik (kompresi) dan gelombang turun (dilatasi). Kemudian dilakukan juga pengeplotan data gempa utama 8.1 SR dan gempa susulan lainnya dengan Magnitudo \Rightarrow 6.0 SR. Penentuan parameter orientasi bidang sesar pada peristiwa gempabumi Manokwari menggunakan perangkat komputer dengan pengolahan data melalui program *Focal Mechanism*. Dari hasil perhitungan *Focal Mechanism* gempa utama dan gempa susulan di atas 6.0 SR maka diperoleh nilai parameter orientasi bidang sesar berupa strike, dip, dan rake yaitu untuk gempa utama dengan magnitudo 8.1 SR yang memiliki kedudukan $145^{\circ}\text{E}/9^{\circ}$ dengan nilai rake 83° . Sementara gempa susulan lainnya dengan magnitudo \Rightarrow 6.0 SR strikenya berkisar antara 29°E - 172°E dan sudut kemiringannya antara 13° - 37° dan nilai rake berkisar antara 82° - 110° , oleh karena itu setelah melalui proses analisis data maka jenis sesar akibat gempabumi Manokwari adalah sesar naik (Reverse fault) dan sesar oblique naik (Oblique Reverse Fault). Hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya perubahan pola mekanisme tektonik secara lokal dari sesar geser (*lateral slip fault*) berubah menjadi sesar naik (*Reverse Fault*) dan sesar oblique naik (*Oblique Reverse Fault*).

Kata kunci : sesar, mekanisme sumber gempabumi, strike, dip, rake

ABSTRACT

Focal Mechanism earthquake is study about parameter determination orient the fault area include Strike, Dip, and Rake. In this article, method of impulse of P wave was used with the determination of wave polarity such as wave of compresion and wave of dilatation. And also upload of first earthquake data with 8,1 SR scale and other earthquake with Magnitude \geq 6.0 SR scale. Parameter determination orient of the fault area at Manokwari earthquake using computer with processing of data by Focal Mechanism program. From Focal Mechanism Earthquake results and others earthquake with scale 6.0 SR above are hence obtained a parameter value orient of the fault area in the form of strike, dip, and rake that is for the first earthquake with dimiciling $145^{\circ}\text{E}/90^{\circ}$ with the value rake is 83° . other earthquake with scale \geq 6.0 SR, the strike value from 29°E - 172°E and its inclination corner between 13° - 37° and the rake value between 82° - 110° . Therefore, after pass the analyse process of data, Manokwari earthquake was influenced by Reverse Fault and Oblique Reverse Fault. The Result showed that there was a change of pattern of mechanism tektonik locally at area becoming Main Shock and After Shock that were from lateral slip fault to turn into the Reverse Fault and Oblique Reverse Fault.

Keyword : fault, focal mechanism, strike, dip, rake

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara di dunia yang memiliki tingkat seismisitas atau kegempaan yang tinggi karena terletak pada pertemuan tiga Lempeng tektonik aktif dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang bergerak satu sama lainnya. Gerak dari lempeng-lempeng yang berbeda jenis tersebut menciptakan jalur penunjaman dan jalur *subduksi* yang terus aktif hingga sekarang, pergerakan dari lempeng tersebut merupakan generator utama aktifitas gempabumi di Indonesia yang menimbulkan terjadinya sesar atau patahan regional dan lokal daerah, termasuk daerah Manokwari yang menjadi objek penelitian (Murti, 2005).

Wilayah timur Indonesia memiliki struktur geologi dan tatanan tektonik yang lebih rumit dibanding bagian barat Sumatera dan Jawa. Wilayah Papua diapit dua lempeng besar, yaitu Lempeng Pasifik dengan kecepatan 12 cm/tahun dan Lempeng Australia dengan kecepatan 10 cm/tahun. Di Papua terdapat juga patahan mendatar dengan laju paling cepat di dunia dengan pergerakan 10 cm per tahun yaitu Patahan Sorong (Natawidjaja, 2009).

Dengan pertimbangan tersebut cukup membuktikan bahwa daerah Manokwari merupakan salah satu daerah di wilayah timur Indonesia yang memiliki kelayakan tektonik yang cukup baik untuk dikaji lebih lanjut khususnya mengenai parameter bidang sesar yang berupa strike, dip, dan rake yang dihasilkan dari gempa besar Manokwari pada tanggal 4 Januari 2009 yang mana Gempa-gempa di wilayah Manokwari dan Sorong tersebut mempunyai dua sumber gempa yaitu jalur patahan mendatar di Sorong dan patahan-patahan naik akibat gaya kompresi karena tabrakan lempeng Pasifik. Oleh karena itu studi *Focal Mechanism* ini sangat diperlukan untuk penelitian sesar-sesar yang mempengaruhi gempa besar di Manokwari.

Mengetahui mekanisme sumber gempabumi (*Focal Mechanism*) dan jenis sesar Manokwari 4 Januari 2009 dengan parameter orientasi bidang sesar yang berupa strike, dip, dan rake yang dianalisa

pada jenis patahan gempabumi di Manokwari 4 Januari 2009.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan mengumpulkan data gempabumi utama 8.1 SR pada tanggal 4 Januari 2009 dan data gempabumi susulan di atas 6,0 SR yang terjadi di Manokwari. Parameter data yang digunakan adalah polaritas gelombang P, jumlah dan nama stasiun yang mencatat gempabumi, koordinat (Lintang dan Bujur), dan kedalaman.

1. Pengambilan Data Dengan Metode Impuls Gelombang P.

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data polaritas gelombang P yang berupa sinyal kompresi (C) dan sinyal dilatasi (D) dari jaringan pengamatan gempabumi *SEISCOMP 3* yang ada di Pusat Gempa Regional pada BMKG Wilayah 4 Makassar. Dari jaringan pengamatan gempabumi *SEISCOMP 3* tersebut digunakan metode impuls gelombang P untuk membaca arah gerakan pertama atau impuls gelombang P dari sinyal gempa di beberapa stasiun yang mencatat kejadian gempa Manokwari 4 Januari 2009 tersebut, apakah berupa kompresi atau dilatasi. Semakin banyak data yang tersedia, maka akan diperoleh hasil yang semakin baik pula, sehingga parameter yang diperoleh akan memberikan gambaran yang mendekati atau bahkan gambaran yang sebenarnya terjadi di sumber gempa.

2. Pengolahan Data Dengan Program FOCAL.

Dari data sekunder berupa data polaritas gelombang P yang berupa sinyal kompresi (C) dan sinyal dilatasi (D) dari jaringan pengamatan gempabumi *SEISCOMP 3* yang ada di Pusat Gempa Regional pada BMG Wilayah 4 Makassar ini dimasukkan ke dalam program *Focal Mechanism*. Melalui program *Focal Mechanism* ini dilakukan pengimputan data yaitu koordinat pusat gempa (Lintang dan Bujur), kedalaman sumber gempa dan jumlah data yang dipakai atau jumlah

stasiun yang mencatat gelombang gempa. Hasil dari program *Focal Mechanism* berupa 2 *Nodal planes* yang mempunyai nilai strike, dip, rake yang berbeda. Kemudian dilakukan pendekatan tektonik sumber gempa untuk menganalisis kedua *Nodal planes* tersebut. Dengan analisis yang dilakukan maka akan didapatkan *Nodal planes* yang arahnya mendekati model patahan sebenarnya. Untuk penentuan model patahan dari sumber gempabumi tersebut digunakan nilai strike, dip, dan rake yang dihasilkan dari program *Focal Mechanism*.

Untuk mempermudah dalam pengolahan data, berikut ini adalah langkah-langkah pengoperasian Program *Focal Mechanism*:

- a. Mengambil data polaritas gelombang P pada setiap event gempa yang terekam dari *SEISCOMP 3*, kemudian membuka notepad untuk membuat file data dan mengetik lintang, bujur, kedalaman, dan jumlah stasiun. Setelah itu mengetik kode stasiun dan polaritas polaritas dari gelombang P yang tercatat pada event gempa yang dimaksud, lalu mengetik angka 1 untuk pola gelombang kompresi (naik) dan -1 untuk pola gelombang dilatasi (turun), dan menyimpan nama file dengan mengetik (*Nama File.Dat*).
- b. Membuka program *AZMTAK.exe* untuk menentukan azimuth dan take off angle dari masing-masing stasiun. Kemudian memasukkan nama input data, nama stasiun, nama file output (*Nama File.Out*). Hasil dari program ini dijadikan sebagai input untuk program *PINV* maupun *PMAN*.
- c. Membuka program *PINV.exe*, untuk menentukan bidang nodal secara otomatis, kemudian memasukkan nama file output yang sesuai dengan file output program *AZMTAK*.
- d. Untuk penentuan bidang nodal secara manual, langkah selanjutnya dengan membuka program *PMAN.exe* atau klik pada bagian dalam dari diagram bola fokus hasil dari program *PINV*. Penentuan bidang nodal yang baik dapat dilihat dari data yang tidak konsisten (*inconsistent data*) yang mendekati nol.

HASIL PENELITIAN

1. Hasil Analisis Gempabumi Manokwari 4 Januari 2009

a. Analisis Gempa Utama Melalui Program *Focal Mechanism*

Hasil analisis gempa utama Manokwari 4 Januari 2009 menggunakan program *Focal Mechanism* dengan parameter sebagai berikut :

Waktu gempa : 03-01-2009 jam 19:43:45.00 GMT.
 Lokasi : 0.56 Lintang Selatan– 132.80 Bujur Timur.
 Kekuatan : 8.1 Skala Richter.
 Kedalaman : 14 Kilometer.
 Keterangan : ±136 Km Barat Kota Manokwari.

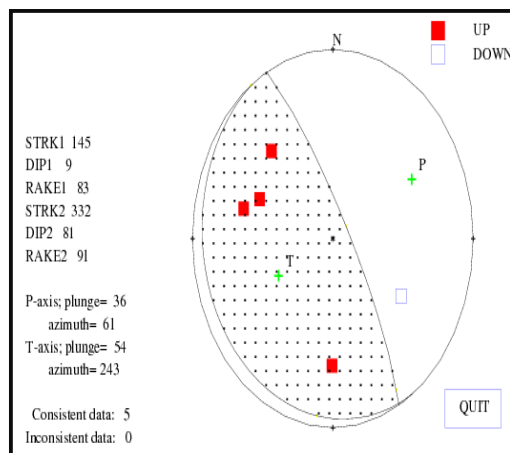
Analisis gempa utama dengan menggunakan metode impuls P melalui jaringan pengamatan *SEISCOMP 3*, dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Data Polaritas Gelombang P Gempa Utama Dengan Magnitudo 8.1 SR Melalui Jaringan Pengamatan *SEISCOMP 3*.

No	Kode Stasiun	Lokasi Stasiun	Polaritas
1	BAKI	Biak,	D
2	TLE	Indonesia	C
3	LBMI	Tual,	D
4	AAII	Indonesia	D
5	TNTI	Labuha,	D
6	MNI	Indonesia	D
7	SGSI	Ambon,	D
8	KMSI	Indonesia	D
9	LUWI	Ternate,	D
10	DAV	Indonesia	C
11	MRSI	Manado,	D
12	TTSI	Indonesia	C
13	MMRI	Sangihe,	D
14	SPSI	Indonesia	C
15	BKSI	Kotamuba	C
16	KAPI	gu,	C
17	MJSI	Indonesia	C
18	LDM	Luwu,	C
19	KBKI	Indonesia	C
20	COEN	Kota Baru	C

Sumber: BMKG Wilayah IV Makassar

Dari data yang diperoleh pada Tabel 1 dan diolah dengan menggunakan program *Focal Mechanism* maka diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 1. Hasil Penentuan Bidang Nodal Dengan Program *Focal Mechanism* Gempa Utama Manokwari 4 Januari 2009.

2. Analisis Gempa Susulan Pertama Melalui Program *Focal Mechanism*.

Hasil analisis gempa susulan pertama Manokwari 4 januari 2009 menggunakan program *Focal Mechanism* dengan parameter sebagai berikut :

Waktu Gempa : Tanggal 03-01-2009/jam
22:33:53.00 GMT

Lokasi : 0.72 Lintang Selatan-
132.64 Bujur Timur

Kekuatan : 7.6 Skala Richter

Keterangan : \pm 132 Kilometer Barat Kota
Manokwari

Adapun data yang di dapat dari analisis gempa susulan pertama dengan menggunakan metode impuls P melalui jaringan pengamatan *SEISCOMP 3*, dapat di lihat pada Tabel 2.

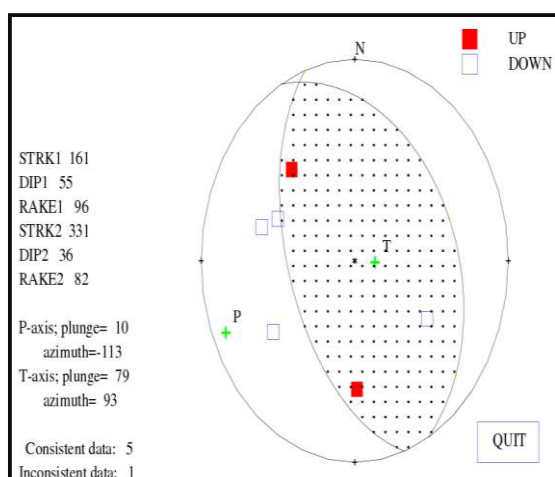
Dari data yang di dapatkan pada Tabel 2, kemudian diolah dengan menggunakan program Program *Focal Mechanism* maka diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Data Polaritas Gelombang P Gempa Susulan Pertama Dengan Magnitudo 7.6 SR Melalui Jaringan Pengamatan *SEISCOMP 3*.

No	Kode Stasiun	Lokasi Stasiun	Polaritas
1	BAKI	Biak,	D
2	TLE	Indonesia	C
3	LBMI	Tual,	D
4	AAII	Indonesia	D
5	TNTI	Labuha,	D
6	MNI	Indonesia	D
7	SGSI	Ambon,	C
8	KMSI	Indonesia	D
9	LUWI	Ternate,	C
10	DAV	Indonesia	C
11	MRSI	Manado,	C
12	TTSI	Indonesia	C
13	MMRI	Sangihe,	C
14	SPSI	Indonesia	C
15	BKSI	Kotamubagu,	D
16	KAPI	Indonesia	C
17	MJSI	Luwu,	C
18	LDM	Indonesia	C
19	KBKI	Davao,	C
20	COEN	Filiphina	D
24	PMG	Marisa,	D
25	KKM	Indonesia	C
26	BBKI	Tanah	C
27	KHK	Toraja,	C
28	FITZ	Indonesia	D
29	GUMO	Maumere,	D
30	IGBI	Indonesia	C
31	WRAB	Sidrap,	C
32	KMMI	Indonesia	C
33	SBM	Bulukumba,	C

Sumber: BMKG Wilayah IV Makassar

Gambar 2 menunjukkan hasil berupa bidang nodal dari gempa susulan yang terjadi pertama kali setelah gempa utama. Kekuatan gempa utama yang begitu besar 8,1SR menimbulkan kekuatan gempa susulan pertama yang begitu besar pula. Tidak hanya itu, dari gempa susulan pertama menghasilkan kembali gempa susulan-susulan berikutnya yaitu:



Gambar 2. Hasil Penentuan Bidang Nodal Dengan Program *Focal Mechanism* Gempa Susulan Pertama Manokwari 4 Januari 2009.

3. Hasil Orientasi Bidang Sesar Gempa Utama 8.1 SR dan Gempa Susulan dengan magnitudo ≥ 6.0 SR Manokwari 4 Januari 2009

Berdasarkan hasil analisa dari program *Focal Mechanism*, maka diperoleh nilai parameter orientasi bidang sesar berupa nilai strike, dip, dan rake yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Hasil Orientasi Bidang Sesar Gempa Utama 8.1 SR dan Gempa Susulan dengan magnitudo ≥ 6.0 SR Manokwari 4 Januari 2009.

No	Kejadian Gempa (Mg= SR)	Nodal Plane	Strike	Dip	Rake
1	Gempa Utama 8.1 SR	1	145	9	83
		2	332	81	91
2	Gempa Susulan Pertama	1	161	55	96
		2	54	36	82
3	Gempa Susulan Kedua	1	172	13	89
		2	353	77	90
4	Gempa Susulan Ketiga	1	185	56	76
		2	29	37	110

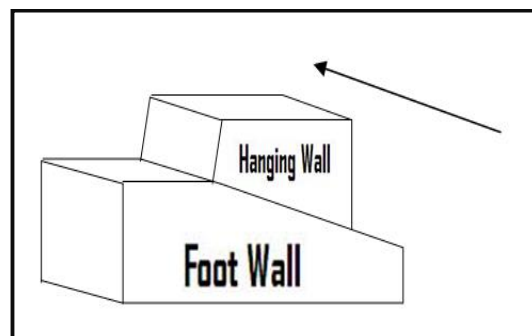
Berdasarkan hasil program *Focal Mechanism* pada gempa utama dengan skala kekuatan 8.1 SR di atas, jumlah polaritas adalah sebanyak 5 titik yang berupa 1 titik dilatasi dan 4 titik kompresi sedangkan pada gempa susulan berikutnya, seperti gempa susulan pertama dengan skala kekuatan 7.6 SR, jumlah polaritas ada 6 titik yaitu titik kompresi sebanyak 2 titik dan titik dilatasi sebanyak 4 titik. Pada gempa susulan kedua dengan skala kekuatan 6.0 SR menghasilkan 6 titik polaritas yaitu 5 titik kompresi dan 1 titik dilatasi, tapi yang terbaca pada program 6 titik polaritas yang semua titiknya adalah titik kompresi sedangkan titik polaritas yang didapatkan pada gempa susulan yang ketiga yaitu sebanyak 4 titik, seharusnya titik kompresi sebanyak 2 titik dan titik dilatasi sebanyak 2 titik tetapi yang terbaca pada program *Focal Mechanism* sebanyak 3 titik kompresi dan 1 titik dilatasi, hal ini terjadi karena adanya kesalahan pembacaan impuls gelombang P pada komputer *SEISCOMP 3* pada saat proses pengambilan data polaritas gelombang P yang berupa data kompresi dan dilatasi, olehnya itu ketelitian dan kejelian mata pengamat dalam pembacaan impuls gelombang P sangat diperlukan dalam keakuratan data dan hasil yang baik dalam penggunaan program *Focal Mechanism* ini.

Pada umumnya daerah kompresi terletak ada sebelah tenggara dan sedikit di sebelah barat laut. Sedangkan daerah dilatasi terletak di sebelah timur laut dan barat. Kemudian dari hasil Program *Focal Mechanism* tersebut, diperoleh dua *nodal planes* oleh karena itu diperoleh pula dua nilai stike, dip, dan rake. Dari kedua nilai *nodal planes* tersebut dianalisa kembali yang mana mendekati nilai patahan sebenarnya (*fault planes*), dengan memperhatikan nilai dip dan strike yang dihasilkan.

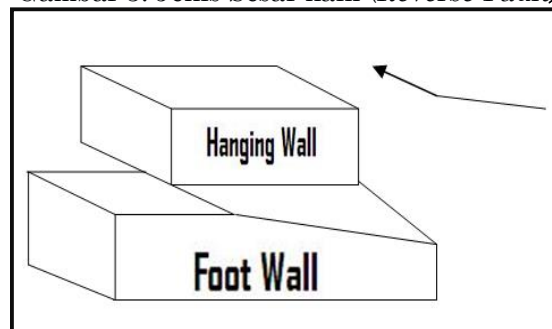
Seperti yang telah di bahas sebelumnya apabila nilai rake $0^\circ - 180^\circ$ atau bernilai positif maka jenis sesarnya adalah sesar naik dan begitupun sebaliknya apabila nilai rakenya negatif atau $-180^\circ - 0$ maka jenis sesarnya adalah sesar turun. Selain itu apabila nilai dipnya kurang dari 45° maka jenis sesarnya adalah sesar naik dan

apabila lebih dari 45° maka jenis sesarnya adalah sesar turun. Dengan analisis yang telah dilakukan terlihat bahwa besarnya harga rake untuk kedua bidang nodal dari gempa utama dan gempa susulan dengan skala kekuatan diatas 6.0 SR adalah bernilai positif.

Meskipun sangat jarang ditemukan sesar penyebab gempa bumi yang terjadi berjenis murni sesar naik/turun maupun sesar mendatar murni, akan tetapi sebagian besar gempabumi dipengaruhi pula sesar kombinasi. Seperti halnya gempabumi Manokwari 4 januari 2009 ini dipengaruhi oleh sesar *oblique naik* yang merupakan perpaduan sesar naik dan sesar mendatar yaitu pada kejadian gempa susulan pertama dengan skala kekuatan 7.6 SR dan gempa susulan ketiga dengan skala kekuatan 6.2 SR, yang dipengaruhi oleh pergerakan Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah selatan berkecepatan 12 cm/tahun dan Lempeng Australia yang bergerak ke arah utara dan memiliki kecepatan 7 cm/tahun dan Sesar mendatar yang merupakan pergerakan patahan sorong dengan kecepatan 10cm/tahun, akan tetapi untuk kasus gempa utama Manokwari dengan skala kekuatan 8.1 SR dan gempa susulan kedua dengan skala kekuatan 6.0 SR sesar yang terjadi murni sesar naik yang dipengaruhi oleh pergerakan Lempeng Pasifik yang semakin bergerak ke arah selatan dan Lempeng Australia yang bergerak ke arah utara. Hasil tersebut diperoleh melalui analisis parameter orientasi sesar berupa nilai stike, dip dan rake dari dua *nodal planes* yang dihasilkan oleh program *Focal Mechanism*. Dari nilai strike, dip, dan rake yang dihasilkan dari kedua *nodal planes* dipilih salah satunya yang memenuhi standar nilai dari nilai patahan yang sebenarnya dengan memperhatikan nilai dip dan rake seperti yang di bahas sebelumnya. Oleh karena itu diperoleh gambaran jenis pergerakan sesar sebagai berikut.



Gambar 3. Jenis Sesar naik (*Reverse Fault*)



Gambar 4. Jenis Sesar Oblique naik (*Oblique Reverse Fault*).

Gambar 5 menunjukkan peta mekanisme sumber gempabumi Manokwari 4 januari 2009 dengan parameter orientasi bidang sesar berupa strike, dip, dan rake sehingga menghasilkan jenis sesar akibat dari gempabumi Manokwari 4 januari 2009 dan peta perubahan pola tektonik secara lokal pada daerah yang menjadi pusat gempa bumi utama dengan magnitude 8.1 SR dan gempa susulan lainnya dengan magnitude ≥ 6.0 SR setelah gempabumi Manokwari 4 januari 2009.

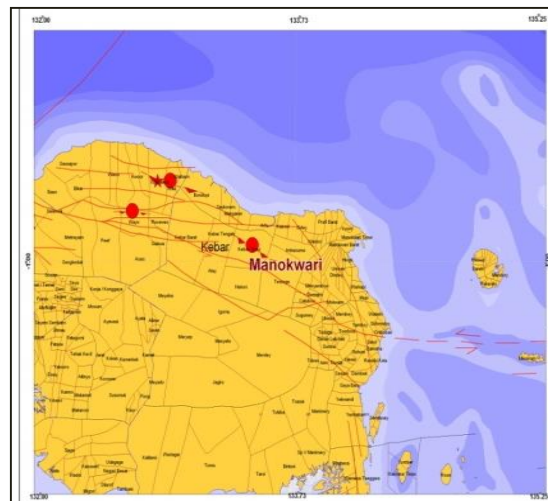


Gambar 5. Peta Mekanisme Sumber Gempabumi (*Focal Mechanism*).

Gambar di atas menunjukkan sesar yang terjadi pada kejadian gempabumi Manokwari 4 Januari 2009 secara umum adalah sesar naik dan sesar kombinasi yaitu perpaduan antara sesar naik dan sesar mendatar atau lebih dikenal dengan nama sesar *oblique naik*, yang ditandai dengan gambar belahan bola yang berwarna hitam adalah daerah kompresi dan bernilai positif dan bagian belahan lainnya yaitu daerah yang berwarna putih bernilai negatif adalah daerah Dilatasi. Olehnya itu pola mekanisme tektonik pada daerah Manokwari setelah kejadian gempa mengalami sedikit perubahan. Sebagian besar daerah Manokwari dipengaruhi oleh sesar geser, yang dipengaruhi oleh pergerakan patahan sorong dengan kecepatan 10cm/tahun. Akan tetapi, setelah kejadian gempabumi Manokwari 4 Januari 2009 ini terjadi perubahan pola mekanisme tektonik secara lokal pada daerah yang menjadi pusat gempabumi. Adapun perubahan yang terjadi yaitu dari sesar geser (*lateral slip fault*) menjadi sesar naik (*reverse fault*) yang dipengaruhi oleh pergerakan Lempeng Pasifik yang semakin bergerak ke arah Selatan dan Lempeng Australia yang bergerak ke arah Utara. Perubahan sesar geser menjadi sesar *oblique naik* (*oblique reverse fault*) yang merupakan perpaduan sesar naik dan sesar mendatar yaitu pada kejadian gempa susulan pertama dengan skala kekuatan 7.6 SR dan gempa susulan ketiga dengan skala kekuatan 6.2 SR, yang mana perubahan ini dipengaruhi oleh pergerakan Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah selatan dengan kecepatan 12 cm/tahun dan Lempeng Australia yang bergerak ke arah utara dan memiliki kecepatan 7 cm/tahun dan Sesar mendatar yang merupakan pergerakan patahan sorong dengan kecepatan 10cm/tahun. Adapun daerah yang mengalami perubahan pola tektonik secara lokal adalah daerah Warmandi yang merupakan daerah pusat gempa utama dengan kekuatan 8.1 SR dan dua desa diantaranya desa Waibem dan desa Wau yang merupakan daerah pusat gempa susulan kedua dengan skala kekuatan 6.0 SR, yang mana ketiga daerah pusat gempa ini dipengaruhi oleh sesar naik. Selain itu daerah Wayo yang merupakan daerah pusat gempa susulan pertama dengan skala kekuatan 7.6 SR dan daerah Kebar Timur

yang merupakan daerah pusat gempa susulan ketiga dengan skala kekuatan 6.2 SR, yang mana kedua daerah tersebut dipengaruhi oleh sesar *oblique naik* (*oblique reverse fault*).

Perubahan pola mekanisme tektonik tersebut dapat di lihat pada gambar peta tektonik wilayah Manokwari setelah kejadian gempabumi Manokwari 4 Januari 2009 di bawah ini :



Gambar 6. Peta Tektonik Wilayah Manokwari setelah kejadian gempa 4 Januari 2009

KESIMPULAN

Dari hasil proses pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan melalui program *Focal Mechanisme* gempabumi Manokwari pada 4 Januari 2009, maka dapat disimpulkan bahwa dari perhitungan *Focal Mechanism* gempa utama dengan magnitudo 8.1 SR dan gempa susulan ≥ 6.0 SR maka diperoleh nilai parameter orientasi bidang sesar berupa strike, dip, dan rake yaitu untuk gempa utama dengan magnitudo 8.1 SR pada kedudukan $145^{\circ}\text{E}/9^{\circ}$ dengan nilai rake 83° . Sementara gempa susulan dengan magnitudo ≥ 6.0 SR strikenya berkisar antara 29°E - 172°E dan sudut kemiringannya antara 13° - 37° dan nilai rake berkisar antara 82° - 110° , oleh karena itu setelah melalui proses analisis data maka jenis sesar yang dihasilkan akibat gempa utama dengan magnitudo 8.1 SR dan gempa susulan kedua dengan magnitudo 6.0 SR adalah sesar naik (*reverse Fault*) dan gempa susulan pertama dengan magnitudo 7.6 SR dan gempa

susulan ketiga dengan magnitudo 6.2 SR adalah sesar oblique naik (*Oblique reverse Fault*).

Setelah kejadian gempabumi Manokwari 4 januari 2009 terjadi perubahan pola mekanisme tektonik Manokwari secara lokal pada daerah yang menjadi pusat gempa utama dengan magnitudo 8.1 SR dan gempa susulan lainnya dengan magnitudo ≥ 6.0 SR yaitu dari sesar geser berubah menjadi sesar naik (*Reverse Fault*) dan sesar oblique naik (*Oblique Reverse Fault*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala BMKG Wilayah IV Makassar atas kesempatan yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Cronin, V. 2004. *A Draft Primer on Focal Mechanism Solution for Geologists*. Texas. Baylor University.
- Fowler, C.M.R. 1990. *The Solid Earth*. United Kingdom. Cambridge University Press.
- Gunawan, M.T. 2006. *Pendahuluan Seismologi*. Jakarta. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Ibrahim, G dan Subardjo. 2005. *Seismologi*. Jakarta. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Kearey, P dan Vine, F.J. 1990. *Global Tectonics*. Melbourne. Black Well Scientific Publications.
- Murti, A. 2005. *Analisis Pola Tektonik dan Karakteristik Gempa Lokal di Wilayah Sulawesi Tengah*. Makassar. Program Sarjana, Jurusan Fisika FMIPA UNHAS.
- Paotonan, S. 2000. *Penentuan Pusat Gempabumi Dengan Metode Waktu Tempuh Gelombang*. Makassar. Program Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Santoso, Dj. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung. Penerbit ITB.
- Sulaiman, I. 2005. *Pendahuluan Seismologi II*. Jakarta. Akademi Meteorologi dan Geofisika Jakarta.