

STUDI ANALISIS PENENTUAN JENIS SESAR PENYEBAB GEMPA KEBUMEN 25 JANUARI 2014 DENGAN METODE PERGERAKAN AWAL GELOMBANG P

Rizka Rahmatie Agusta Putri¹, Alamsyah M. Juwono¹, Tri Deni Rachman²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya

²Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kelas II Tretes

Email: rizkaka.gege16@gmail.com

Abstrak

Gempa Kebumen merupakan salah satu gempa yang memiliki episenter di daerah selatan Jawa dengan tingkat seismisitas tinggi yang memungkinkan terjadi gempa lagi pada daerah penelitian. Gempabumi ini dapat disebabkan oleh sesar normal, sesar naik, atau sesar mendatar. Salah satu metode untuk menentukan jenis sesar dari pemodelan bola fokus adalah dengan meneliti pergerakan awal gelombang P di mana ditentukan gerakan *up* dan *down* pada gelombang seismik yang terbaca dalam seismogram. Proses pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan *software* Focal yang terdiri atas program Azmtak, Pman, dan PinV. Hasil dari pengolahan data menampilkan gempa Kebumen yang terjadi pada 25 Januari 2014 disebabkan oleh sesar turun yang memiliki *strike* = 283° , *dip* = 14° , dan *rake* = -105° . Pola sesar yang dianalisa dalam penelitian ini adalah gempa utama pada 25 Januari 2014 dan gempa susulannya yang memiliki magnitudo lebih dari 4,5 SR. Sesar yang terjadi akibat dari aktivitas subduksi selatan Jawa.

Kata kunci: Gempa Kebumen, sesar, *focal mechanism*, Azmtak.

Pendahuluan

Pertemuan antar lempeng yang terjadi di Indonesia menyebabkan kompleksnya tektonik Indonesia dan tingginya tingkat seismisitas. Salah satu daerah dengan seismisitas yang tinggi adalah selatan Jawa. Daerah selatan Jawa memiliki tingkat seismisitas tinggi karena terkait dengan proses subduksi yaitu penunjaman lempeng samudra Indo-Australia ke lempeng benua Eurasia yang terjadi di wilayah selatan Jawa [1]. Salah satu wilayah selatan Jawa yang terkena gempa adalah Kebumen. Gempabumi tersebut terjadi pada 25 Januari 2014 dan memiliki episenter di laut. Gempa Kebumen merupakan gempa yang signifikan karena walaupun magnitudo yang dimiliki tidak begitu besar, gempa tersebut dirasakan pada kota-kota jauh, misalnya Malang dan Jakarta [2]. Berdasarkan posisi episenter, gempa Kebumen diduga disebabkan oleh aktivitas subduksi dua lempeng di selatan Pulau Jawa. Hasil analisis mekanisme fokus dari hasil GFZ dan Global CMT menampilkan sesar turun [3], [4]. Namun berdasar katalog kegempaan, hasil analisis mekanisme fokus pada daerah subduksi biasa ditemukan dalam pola sesar naik [5]. Atas dasar perbedaan tersebut, perlu adanya tinjauan untuk menganalisa ulang pola sesar dari gempa Kebumen, serta menganalisa karakteristik gempa terkait dengan proses subduksi.

Studi mengenai analisis penentuan jenis sesar penyebab timbulnya gempabumi sangat penting karena berguna untuk pengembangan lebih lanjut mengenai potensi dan kekuatan gempabumi yang terjadi di daerah penelitian. Selain itu, mekanisme fokus dapat digunakan

untuk menentukan potensi terjadinya tsunami di daerah tersebut.

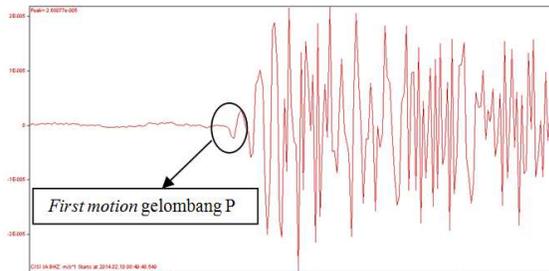
Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi bagaimana mekanisme terbentuknya sumber gempabumi Kebumen, bagaimana mempelajari karakteristik penyebab gempabumi Kebumen berdasarkan hubungan bidang sesar dari gempa tersebut, bagaimana menganalisis perbedaan hasil analisis mekanisme fokus gempabumi Kebumen berdasarkan analisis data dari Inatews, GFZ, GlobalCMT, dan *software* Focal, serta bagaimana mempelajari karakteristik gempabumi Kebumen 25 Januari 2014. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari mekanisme terbentuknya sumber gempa berdasarkan metode pergerakan awal gelombang P, mempelajari karakteristik penyebab gempabumi Kebumen berdasarkan hubungan bidang sesar dari gempa tersebut, antara lain tentang jurus sesar (*strike*), besar sudut kemiringan (*dip*), dan besar sudut pergeserannya (*rake*), menganalisis perbedaan hasil analisis mekanisme fokus gempabumi Kebumen berdasarkan analisis data dari Inatews, GFZ, GlobalCMT, dan *software* Focal serta mempelajari karakteristik gempabumi Kebumen 25 Januari 2014.

Metode

Data yang digunakan adalah data gempabumi Kebumen pada tanggal 25 Maret 2014 dan gempa susulannya pada tanggal 15 Februari 2014 dengan magnitudo di atas 4,5 SR. Pusat gempabumi berada pada 8° LS – $8,5^{\circ}$ LS dan 109° - $109,5^{\circ}$ BT. Pola sesar yang terbentuk berdasar atas pemodelan bola fokus pada

mekanisme fokus. Untuk membuat pemodelan bola fokus diperlukan data waktu terjadinya gempabumi (*origin time*), koordinat episenter gempa, kedalaman gempa, magnitudo gempa, serta data sinyal gempabumi. Selain itu, diperlukan data koordinat masing-masing stasiun perekam. Pada pembuatan penampang subduksi didasarkan pada *cross section* dari peta seismisitas yang diperlukan data gempabumi di wilayah Pulau Jawa dalam jangka waktu lama, dalam hal ini penulis memilih dalam kurun waktu 30 tahun terakhir.

Software yang digunakan antara lain sistem operasi windows XP, *software* Dimas, Azmtak, PINV, PMAN, GsView, Notepad++, dan GMT. Data sinyal gelombang seismik menampilkan data polaritas gerakan awal gelombang P dari masing-masing stasiun pencatat (dapat dilihat pada Gambar 1). Nilai 1 diberikan pada saat pergerakan awal gelombang P naik, sedangkan nilai -1 diberikan pada saat pergerakan awal gelombang P turun. Hasil nilai -1 dan 1 beserta koordinat masing-masing stasiun diolah dengan *software* Azmtak dan didapatkan nilai *take off angle* dan *azimuth*. Selanjutnya *azimuth* dan *take off angle* tersebut dibuat plot dalam bola fokus. Pada bola fokus didapatkan suatu diagram yang dapat diinterpretasikan sebagai pola sesar. Pengolahan mekanisme fokus bertujuan untuk menentukan jenis dan arah patahan yang menyebabkan gempabumi. Sedangkan pada proses pemetaan bertujuan untuk memetakan bola fokus hasil dari pengolahan dan akan berkelanjutan pada proses interpretasi.

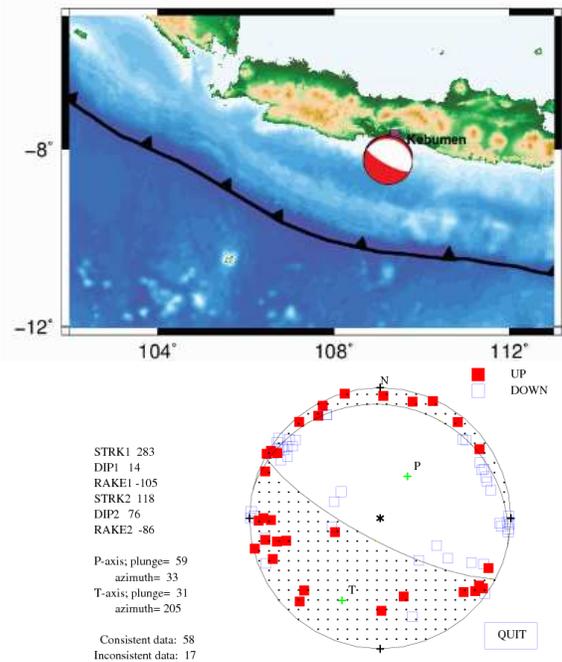


Gambar 1 Data sinyal gelombang seismik.

Hasil dan Pembahasan

Gempabumi Kebumen yang terjadi pada 25 Januari 2014 memiliki pusat gempa pada 8,23°LS dan 109,2°BT. Gempa ini termasuk gempa dengan kedalaman menengah (*intermediate earthquake*) karena memiliki kedalaman sebesar 87 km. Menurut data BMKG, gempa ini berskala 6,2 SR. Solusi bidang sesar didapatkan dengan sebuah pemodelan bola fokus dari hasil pengolahan *software* Focal. Analisis

bidang sesar dengan *software* Focal menghasilkan nilai *strike*, *dip*, dan *rake*. Gempa utama yang terjadi pada 25 Januari 2014 pukul 05:14:20,7 UTC atau 12:14:20 WIB diperoleh solusi bidang sesar turun (*normal fault*) yang ditampilkan pada Gambar 2. Orientasi bidang sesar pada nodal pertama adalah *strike* = 283°, *dip* = 14° dan *rake* = -105°. Sedangkan pada bidang nodal kedua adalah *strike* = 118°, *dip* = 76° dan *rake* = -86°. Salah satu bidang dari kedua bidang nodal tersebut diinterpretasikan sebagai bidang sesar dan bidang nodal yang lain sebagai *auxiliary plane* (bidang bantu). Berdasar peta *Bathymetri*, lempeng Indo-Australia menunjam ke arah timur laut di bawah lempeng benua Eurasia [6]. Pada solusi bidang sesar di bawah ini, bidang patahan yang terbentuk pada arah tenggara hingga barat laut. Sedangkan arah kemiringan sesar untuk bidang nodal I cenderung ke arah timur laut. Dengan kata lain, bidang nodal I cenderung sebagai bidang sesar, karena kemiringannya searah dengan arah penunjaman lempeng samudra. Berdasarkan peta *Bathymetri*, zona subduksi di selatan Jawa tidak begitu curam. Selain itu, berdasar kedalaman gempabumi yang tidak begitu dalam, gempabumi berada pada zona subduksi yang landai. Dengan demikian dipilih bidang nodal I karena memiliki nilai *dip* yang landai, yaitu sebesar 14°. Sedangkan bidang nodal II sebagai bidang bantu.



Gambar 2 Focal Mechanism pada gempa 25 Januari 2014.

Data parameter yang didapat dari *software* focal ini dibandingkan dengan data Global CMT, Inatews, dan GFZ. Perbandingan parameter-parameter tersebut ditampilkan dalam Tabel 1.

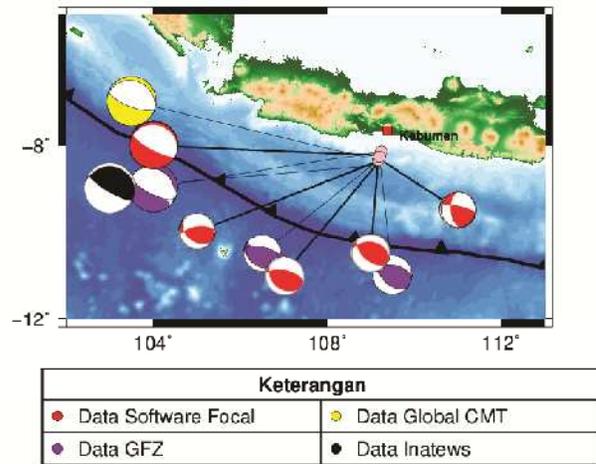
Tabel 1 Perbandingan Parameter Bidang Sesar Gempa Utama (*Mainshock*) Kebumen 25 Januari 2014

Data	Nodal Plane 1			Nodal Plane 2		
	Strike	Dip	Rake	Strike	Dip	Rake
Software Focal	283	14	-105	118	76	-86
Inatews	270	15	60	121	77	98
GFZ	312	23	-75	117	68	-95
Global CMT	290	19	-90	111	71	-90

Dari keempat hasil solusi parameter bidang sesar, terlihat perbedaan pada data Inatews. Dalam penggunaan gelombang seismik yang berbeda pada setiap metode dapat terjadi perbedaan. Gelombang seismik yang digunakan pada penelitian ini adalah gelombang P. Gelombang P dipilih karena memiliki cepat rambat paling besar sehingga terdeteksi lebih awal dari gelombang lainnya, karena hal tersebut gelombang ini mudah ditentukan dan dibedakan dari gelombang lainnya. Perbedaan parameter bidang sesar juga dapat disebabkan oleh gelombang seismik yang merambat dalam tanah mengalami peredaman atau berubah polaritasnya pada saat sampai di stasiun pencatat. Data yang dimiliki Indonesia dari Inatews, kemungkinan, hanya menganalisis stasiun pencatat di Indonesia saja. Sedangkan untuk membuat plot bola fokus yang lebih baik harus digunakan juga data dari stasiun yang berjarak jauh dengan sumber gempa. Semakin banyak data yang digunakan, plot bola fokus yang didapatkan akan semakin baik. Pada pembuatan plot bola fokus lebih baik bila digunakan juga stasiun yang berjarak jauh dengan sumber gempa. Semakin banyak data yang digunakan, plot bola fokus yang didapatkan akan semakin baik.

Mekanisme fokus gempa utama dan susulan Kebumen ditampilkan pada Gambar 3. Gempa utama ditampilkan dengan bola yang lebih besar sedangkan gempa susulan ditampilkan dengan bola yang lebih kecil. Hasil dari *software* Focal menampilkan sesar turun pada gempa utama (dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3). Bidang patahan ditandai dengan garis yang memisahkan daerah warna merah dan warna putih yang terdapat pada bola fokus. Garis ini menjadi penanda adanya kesejajaran dengan batas

lempeng (garis warna hitam) dan arah penunjaman lempeng.



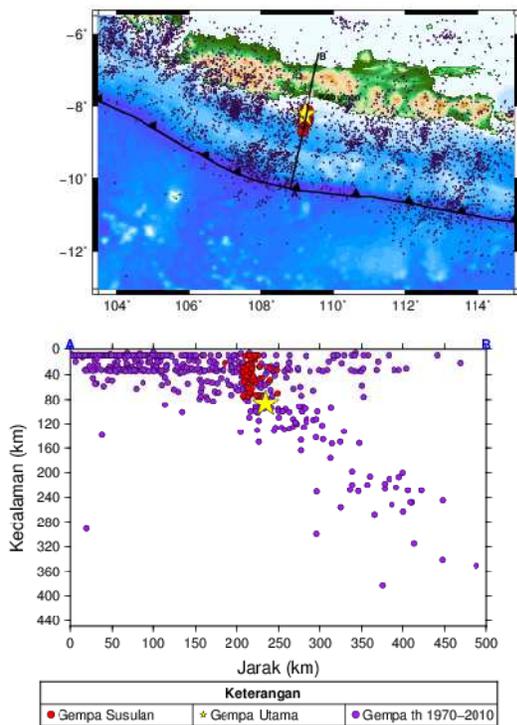
Gambar 3 Hasil mekanisme fokus pada gempa Kebumen dan susulannya.

Gempa utama terjadi pada kedalaman 87 km dengan tipe sesar turun (normal fault). Bila dikaitkan dengan kondisi tektonik selatan Jawa, gempa ini dapat disebabkan oleh subduksi selatan Jawa. Penampang subduksi selatan Jawa ditampilkan pada Gambar 4. Gambar 4 menampilkan peta seismisitas Pulau Jawa yang diambil dari gempa yang terjadi antara tahun 1970 - 2010 dan dibuat *cross section* yang mengindikasikan penampang subduksi. *Cross section* ini merupakan garis AB yang ditarik dari selatan ke utara melalui pusat gempa yang diteliti. Sebaran gempa yang terlengkap dalam garis AB ditampilkan dalam Gambar 4 bagian bawah. Sebaran gempa tersebut menampilkan penampang subduksi selatan Jawa. Titik A merupakan titik nol pada sumbu x. Titik A terletak pada titik pertemuan lempeng, sehingga titik nol pada gambar bagian bawah merupakan titik pertemuan lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Sedangkan titik B tergambar dalam gambar bagian atas berada pada utara Pulau Jawa, di mana titik tersebut merupakan titik 500 km pada sumbu x.

Posisi gempa utama yang ditampilkan dalam Gambar 4 bagian bawah terduga terletak pada lempeng samudra. Gempa utama memiliki sesar turun karena terduga berada pada daerah setelah bidang pertemuan dua lempeng (*intercept*). Hal ini disebabkan posisi gempa utama yang berada pada 235 km dari *trench* Jawa dengan kedalaman 87 km. Sedangkan gempabumi yang berada pada zona *intercept* memiliki sesar naik. Faktor kompresi banyak ditemukan dari zona *intercept* karena adanya tekanan dari lempeng samudra ke arah bawah menunjam ke dalam lempeng benua yang mengakibatkan

lempeng benua terdesak sehingga timbul patahan-patahan dengan jenis sesar naik. Zona *intercept* memiliki kedalaman kurang dari 40 km. Dengan demikian gempa utama berada pada daerah setelah zona *intercept*, di mana gempa yang berpusat pada daerah setelah zona *intercept* didominasi *tension stress* akibat pergerakan lempeng samudra. Pergerakan lempeng tersebut disebabkan oleh berat lempeng yang dingin dan padat yang turun ke arah mantel Bumi. Akibat adanya pergerakan lempeng ini menimbulkan sesar-sesar di sekitarnya. Salah satunya terbentuk sesar turun pada gempa 25 Januari 2014 ini.

Gempa utama pada 25 Januari 2014 mengganggu kestabilan lempeng dan memicu terjadinya patahan pada bidang kontak di sisi atasnya. Faktor kompresi lebih dominan karena adanya tekanan dari bawah, sehingga mekanisme patahan pada gempa susulan menjadi sesar naik.



Gambar 4 Penampang melintang subduksi selatan Jawa.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Gempa Kebumen yang terjadi pada 25 Januari 2014 disebabkan oleh sesar turun yang memiliki *strike* = 283° , *dip* = 14° dan *rake* = -105° dan diakibatkan oleh pergerakan

lempeng samudra yang turun ke arah mantel bumi.

2. Mekanisme fokus dari hasil pengolahan data pada penelitian ini memiliki hasil yang hampir sama dengan analisis GFZ dan Global CMT di mana data-data tersebut dipercaya memiliki data yang lebih akurat.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kelas II Trete yang telah memberikan dukungan mulai dari penyediaan *software*, pengolahan data serta berlanjut pada proses interpretasi data penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] R. D. Indriana, "Analisis Sudut Kemiringan Lempeng Subduksi di Selatan Jawa Tengah dan Jawa Timur Berdasarkan Anomali Gravitasi dan Implikasi Teknik Vulkanik," *Berkala Fisika*, vol. 11, pp. 89–96, 2008.
- [2] BMKG, "Informasi Detail Gempabumi," 2014. [Online]. Available: <http://inatews.bmkg.go.id/new/eachevent.php?eventid=20140125121922&tab=1>. [Accessed: 25-Apr-2014].
- [3] GFZ, "Geofon Program," 2014. [Online]. Available: <http://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/list.php>. [Accessed: 23-Mar-2014].
- [4] "Global CMT Catalog Search," 2014. [Online]. Available: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>. [Accessed: 23-Mar-2014].
- [5] M. Thant, H. Kawase, S. Pramumijoyo, and H. Hendrayana, "Focal Mechanisms of Subduction Zone Earthquakes Along The Java Trench," in *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, 2008.
- [6] A. Krabbenhoft, R. W. Weinrebe, H. Kopp, E. R. Flueh, S. Ladage, C. Papenberg, L. Planert, and Y. Djajadihardja, "Bathymetry of the Indonesian Sunda margin-relating morphological features of the upper plate slopes to the location and extent of the seismogenic zone," *Natural Hazards and Earth System Science*, vol. 10, no. 9, pp. 1899–1911, Sep. 2010.