

Analisis Gempabumi Mikro (*Microearthquakes*) di Kompleks Gunung Ijen, Jawa Timur

Agus Salim¹, Sukir Maryanto¹, Bambang Heri P²

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

²PGA Gunung Api Ijen

Email: Agus.salim4.19@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian terhadap aktifitas gempabumi mikro gunungapi Ijen, Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan sebaran posisi sumber gempabumi mikro yang terjadi di gunungapi Ijen. Meskipun sistem perekaman seismik Gunung Ijen terdiri dari 6 buah stasiun permanen, namun dalam penelitian ini hanya digunakan 4 stasiun yaitu Terowongan (TRWI), IJEN, Kawah Ijen (KWUI) dan POSI. Kemudian rekaman seismik dari ketiga stasiun tersebut diseleksi berdasarkan magnitudonya sehingga diperoleh sinyal gempabumi mikro. Sinyal-sinyal yang telah terseleksi kemudian ditentukan waktu tiba gelombang s dan p. Dari data ts-tp yang diperoleh maka dapat ditentukan sebaran posisi sumber gempanya. Dari aktivitas gempabumi mikro dalam kurun waktu Desember 2011 sampai Juli 2012 diperoleh karakteristik gempabumi mikro Gunung Ijen mempunyai kandungan frekuensi antara 0.5 hingga 3.5 Hz, magnitudo gempa antara 0.6 hingga 2.9, beda waktu tiba gelombang s dan p (ts-tp) berkisar antara 3 hingga 10 sekon dengan sebaran episenter dominan di timur Gunung Ijen dan hiposenter yang mempunyai kedalaman gempa 7 Km hingga 50 Km.

Kata Kunci : Gempabumi mikro, Hiposenter, Episenter, Gunung Ijen

Abstract

A microearthquakes analyze activity Ijen Volcano has been conducted in order to determine characteristics of Ijen Volcano. The purpose is to determine the characteristics and distribution of the sources micro earthquake occurred at Ijen Volcano. Seismic recording system Gunung Ijen consists of 6 pieces permanent stations, but in this study used four stations namely Terowongan (TRWI), IJEN, Kawah Ijen (KWUI), and POSI. The seismic recordings of the three stations were selected based on magnitude order to obtain micro-earthquake signals. The signals that have been selected then determined the wave arrival times of s and p waves. The data ts-tp obtained the distribution of earthquake source positions can be determined. Of microearthquake activities in the period December 2011 to July 2012, a microearthquake characteristics acquired Ijen Volcano have frequency between 0.5 to 3.5 Hz, the magnitude of the earthquake from 0.6 to 2.9, different wave arrival times s and p waves (ts-tp) ranged from 3 to 10 second with epicenter distribution dominant in East of Ijen Volcano and hypocenter earthquake with a depth of 7 km up to 50 km.

Keyword : Microearthquakes, Hypocenter, Epicenter, Ijen Volcano

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sebaran gunung api yang banyak. Ada sekitar 129 gunung api di Indonesia atau 13% yang ada di dunia. Hal ini terjadi karena Indonesia berada pada daerah pertemuan lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo Australia dan lempeng Pasifik. Salah satu gunung api yang terkenal adalah Gunung Ijen yang terletak di Kabupaten Banyuwangi dengan koordinat $8^{\circ}03,5'LS$ dan $114^{\circ}14,5'BT$. Gunung Ijen merupakan gunung api *stratovolcano* yaitu gunung api yang tinggi dan mengerucut. Gunung Ijen dicirikan dengan danau kawah yang berukuran $\pm 960 \times 600$ meter dengan kedalaman air danau ± 200 meter yang dibatasi oleh pematang kawah berketinggian antara 2145 sampai 2386 m d.p.l. Gunung Ijen ini pernah meletus pada tahun 1796, 1853, 1817, 1917, 1936 dan 1952 [1].

Gempa vulkanik yang terjadi di kawah Gunung Ijen tersebut dapat disebabkan adanya aktivitas tektonik di daerah Gunung Ijen karena gempa bumi akan melepaskan tegangan yang bersifat dinamis dan statis. Tegangan dinamis dilepaskan lewat gelombang gempa dan respons waktu tegangan statis bisa sangat panjang, sehingga dapat memicu terjadinya gempa-gempa yang lain. Aktivitas seismik Gunung Ijen tahun 2006 didominasi oleh gempa-gempa tektonik berskala mikro, gempa-gempa tersebut diduga sebagai akibat kegiatan struktur di sekitar Gunung Ijen[2]. Dengan aktivitas gempabumi mikro yang mendominasi tersebut dimungkinkan dapat memicu aktivitas vulkanik Gunung Ijen, sehingga dapat menambah pengetahuan tentang kegempaan di Gunung Ijen.

Penelitian ini membahas secara detail tentang aktivitas gempa tektonik yang berskala mikro. Karena aktivitas tektonik tersebut dapat memicu adanya aktivitas gempa vulkanik. Penelitian tentang aktivitas tektonik berskala mikro

(*microearthquakes*) ini belum pernah dilakukan, sehingga di harapkan dapat menjadi suatu acuan untuk mempelajari lebih lanjut aktivitas seismik Gunung Ijen. Penelitian ini menganalisis aktivitas seismik Gunung Ijen pada bulan Desember 2011 hingga Juli 2012, karena pada sekitar bulan itu terjadi peningkatan aktivitas vulkanik di Gunung Ijen. Menurut PVMBG (2013) terjadi perubahan status aktivitas Gunung Ijen sebanyak 3 kali, pada bulan Desember 2011 Gunung Ijen dinaikkan statusnya dari Waspada menjadi Siaga. Kemudian pada Mei 2012 diturunkan dari Siaga ke Waspada dan pada bulan Juli 2012 status Gunung Ijen dinaikkan kembali menjadi Siaga. Oleh karena itu, aktivitas Gunung Ijen pada Desember 2011 hingga Juli 2012 menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Metode Penelitian

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang mengambil judul “Analisis Gempabumi Mikro (*Microearthquake*) di Kompleks Gunung Ijen Jawa Timur” ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga bulan April 2013 di Pos Pengamatan Gunung Api Ijen yang berada di Kampung Panggungsari, Desa Licin, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi dan di Laboratorium Geofisika Universitas Brawijaya, Malang dan data yang diperoleh dari PVMBG.

B. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa data sekunder aktivitas seismic Gunung Ijen yang diperoleh dari PVMBG kemudian dilakukan analisa lebih lanjut yaitu mengenai penentuan frekuensi dan sumber gempa. Sehingga dapat ditentukan karakteristik dari gempabumi mikro di kompleks Gunung Ijen.

C. Bahan dan Alat Penelitian

Data dan alat pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data gempa tektonik dan vulkanik gunung Ijen pada tahun Desember 2011 hingga Juli 2012 yang berupa data digital dan dalam penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah Satu unit perangkat computer, Software Volcano Analysis, Software Oirigin, Software MATLAB R2010B, Global Mapper dan data rekaman aktivitas seismic Gunung Ijen.

D. Metode Penelitian

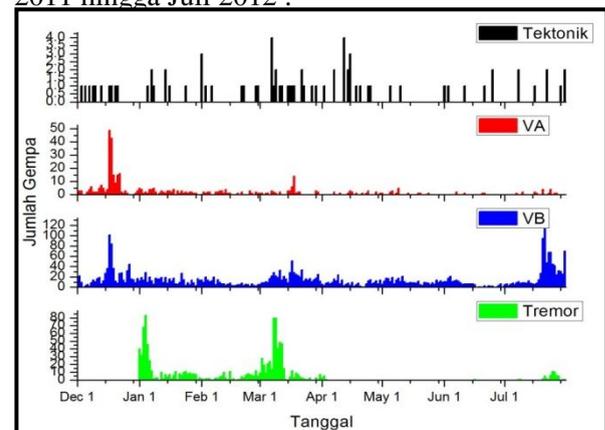
Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data event gempa tektonik Lokal di kompleks gunung Ijen pada setiap tanggal dan waktu. Kemudian setelah mendapatkan data even gempa

maka dilakukan identifikasi parameter-parameter gempa yang meliputi waktu tiba gelombang S-P dan juga frekuensi pada event gempa tersebut. Kemudian dengan data-data tersebut maka ditentukan episenter dan hiposenter setiap event gempa yang ada. Kemudian di buat sebaran episenter dan menganalisa event tersebut dan di korelasikan dengan data geologi daerah gunung Ijen.

Hasil dan Pembahasan

A. Seismisitas Gunung Ijen

Untuk memahami Seismisitas gunung Ijen, maka diperlukan pengetahuan tentang semua aktivitas seismik yang terjadi di gunung Ijen tersebut. Berikut Gambar 1 adalah grafik seismisitas Gunung Ijen pada bulan desember 2011 hingga Juli 2012 :



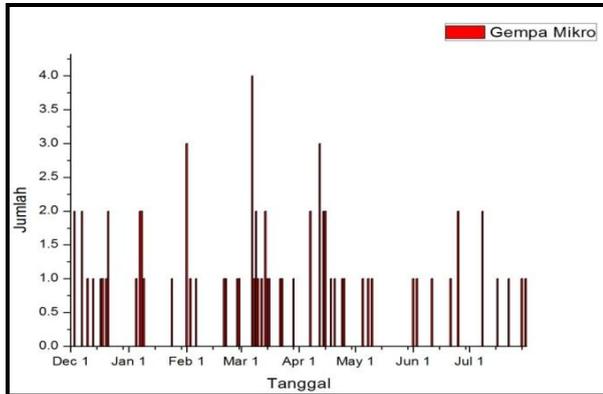
Gambar 1. Seismisitas G. Ijen bulan Desember 2011 hingga Juli 2012

Berdasarkan gambar 4.1 diatas, aktivitas kegempaan gunung Ijen dari bulan Desember 2011 hingga Juli 2012 secara umum didominasi oleh kemunculan gempa vulkanik dalam (VA), vulkanik dangkal (VB) dan Tektonik Lokal (TL). Sedangkan untuk tremor aktifitasnya baru mulai pada awal bulan Januari 2012 hingga awal april 2012. Terlihat dari grafik diatas bahwa aktifitas gunung Ijen mulai meningkat pada pertengahan bulan Desember 2011 dengan intensitas maksimum gempa Vulkanik dalam mencapai 49 gempa per hari, untuk Vulkanik Dalam mencapai 102 per hari sedangkan untuk tektonik local rata-rata 1-2 gempa perhari. Pada awal bulan Januari terdapat pula gempa Tremor terus menerus hingga awal bulan april. Aktivitas Gunung Ijen dikatakan meningkat apabila jumlah gempa vulkanik dalam maupun dangkal lebih dari 10 kejadian perhari, dan disusul dengan munculnya gempa tremor yang tercatat secara terus menerus[2].

Dalam proses mengkarakteristik gempabumi mikro, terdapat beberapa parameter-parameter gempa yang akan diidentifikasi antara

lain adalah waktu tiba gelombang p (t_p) dan waktu tiba gelombang s (t_s) yang dapat digunakan untuk menentukan posisi sumber gempa. Hal pertama yang dilakukan adalah pemilihan data, data yang dipilih haruslah bagus yaitu terlihat jelas t_s dan t_p dan tidak terputus pada *event* gempanya. Dan sesuai dengan kategori sinyal gempa mikro dengan selisih t_s - t_p sekita lebih dari 3 detik.

Berikut gambar 2 adalah grafik gempa mikro di gunung Ijen pada desember 2011 hingga Juli 2012 :



Gambar 2. Aktivitas gempa Mikro gunung Ijen tahun 2012

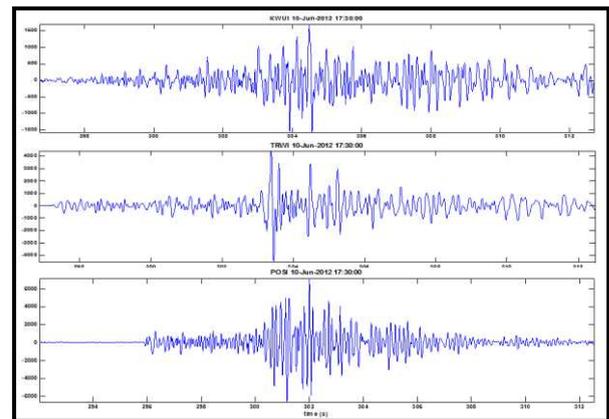
Pada penelitian ini dianalisis gempabumi mikro tektonik local yang mempunyai Magnitude gempa lebih dari 3 skala richter. Setelah data diseleksi maka didapatkan sekitar 42 event gempa bumi yang akan dianalisis nilai frekuensinya serta posisi sumber gempanya. Dalam penganalisaan posisi sumber gempa menggunakan GAD maka setidaknya dibutuhkan kurang lebih 3 stasiun yang mendeteksi sinyal gempabumi mikro tersebut. Sehingga akan diperoleh koordinat posisi sumber gempa dalam sumbu x, y dan z. Tabel 4.1 berikut adalah data gempa bumi mikro yang akan dianalisis lebih lanjut :

Tabel 1. Data Gempa Mikro hasil seleksi bulan Desember 2011

Bulan	Event	Ts-tp(detik)	Magnitude	Frek(Hz)
Desember	03-19:30:42.74	9.99	2.01	0.49
	05-19:07:04.42	7.69	1.37	1.37
	07-07:32:14.57	8.039	1.88	1.27
	09-14:58:41.76	7.56	1.37	2.15
	10-02:29:32.37	4.76	0.77	2.44
	13-08:24:42.62	8.62	2.56	3.19
	17-16:41:00.53	4.65	0.61	2.34
	18-17:03:40.32	3.92	0.91	2.93
	20-20:00:59.39	5.387	0.96	3.42
	21-09:13:21.51	5.73	1.28	2.64
	21-13:48:59.97	4.57	1.25	2.83

Tabel 1 diatas menjelaskan tentang rincian jumlah dan waktu tiba gempabumi yang terekam oleh seismometer yang sudah terlebih dahulu diseleksi dan dapat di analisa lebih lanjut. Untuk bulan Januari hingga Juli dapat dilihat pada lampiran 2.

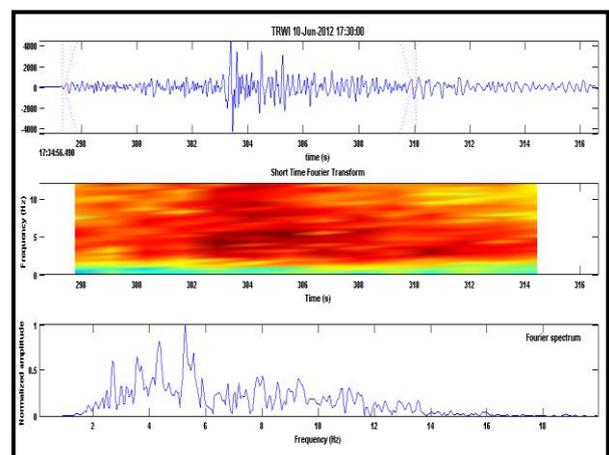
Pada sinyal gempa pada seismometer yang berbeda terdapat perbedaan yaitu pada frekuensinya. Perbedaan tersebut dapat terlihat pada kerapatan sinyalnya. Hal ini dimungkinkan adanya perbedaan jarak dengan sumber gempa yang terjadi atau karena adanya perbedaan kondisi geologi pada tiap letak posisi stasiun seismometer tersebut. Berikut gambar 4.3 adalah kenampakan *waveform* pada ketiga stasiun yang berbeda :



Gambar 3. Sinyal Gempabumi mikro pada tanggal 11 Juni 2012 pukul 00:34

Selanjutnya adalah menentukan t_s dan t_p dari kenampakan gelombang pada tiap stasiun seismometer. Kemudian menentukan besarnya frekuensi dari tiap-tiap event gempa. Untuk menentukan. Variasi frekuensi gempa ini berkisar antara 0.5 sampai 3 Hz.

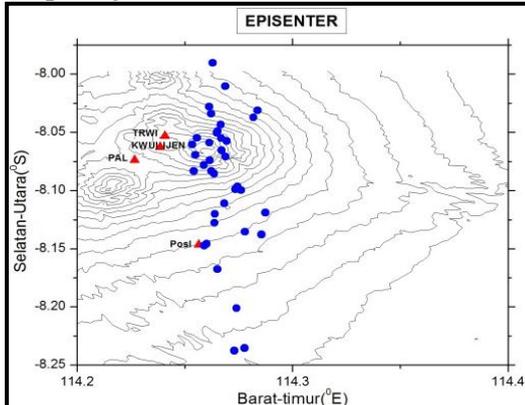
Berikut adalah hasil analisis Event gempabumi Mikro:



Gambar 4. 4 Sinyal Gempabumi mikro pada tanggal 11 Juni 2012 pukul 00:34

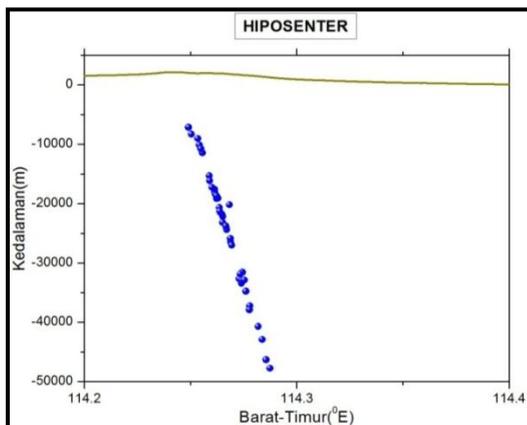
B. Posisi Sumber Gempa

Dengan memanfaatkan waktu tiba gelombang p dan s maka dapat ditentukan koordinat sumber gempa tersebut. Untuk menentukan sumber gempa tersebut maka perlu memasukkan parameter-parameter gempa seperti ts, tp koordinat stasiun, vp dan vs. Hasil penentuan posisi gempa ini kemudian di plot dengan peta sehingga dapat dilihat persebarannya secara langsung. Pada penelitian ini, plotting dilakukan pada setiap event gempa yang koordinat episenternya di ketahui. Hasil plotting adapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini :

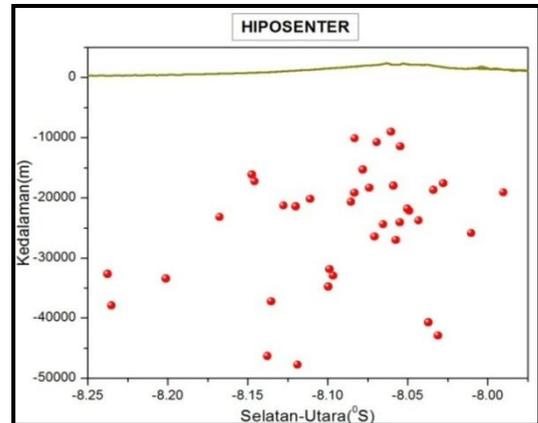


Gambar 5 Letak Episenter Gempabumi mikro

Berdasarkan gambar gambar 4.5 diatas, diketahui bahwa letak episenter gempa berada sekitar timur dari gunung ijen, dimungkinkan adanya suatu patahan hingga gempanya bisa mengumpul dan seperti suatu garis lurus. Dan berikut adalah hasil plotting hiposenter dari slice yang berbeda, yaitu barat-timur pada gambar 6 dan dari selatan utara pada gambar 7.



Gambar 6 Hiposenter dari barat-timur



Gambar 7. Hiposenter dari Selatan-Utara

Dari gambar 7 diatas, terlihat bahwa *trend* dari episenter gempa bergerak dari timur kebarat dengan kedalaman 50 Km hingga 7 Km. Posisi sumber gempa vulkanik dalam (VA) dan vulkanik dangkal (VB) memusat disekitar kawah dengan jarak berkisar 2 km dan dominan pada arah tenggara dan timur laut. Sedangkan untuk gempa tektonik lokal berada disekitar gunung ijen dengan jarak berkisar 2 – 10 km dari kawah ijen pada arah tenggara dan timur laut[3]. Berdasarkan uraian tersebut terlihat bahwa aktivitas G. Ijen didominasi oleh gempa VA, VB, Tremor dan juga gempa Tektonik.

Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa aktifitas seismik Gunung Ijen meningkat pada bulan Januari 2012 yang ditandai dengan meningkatnya aktifitas tektonik maupun vulkanik pada bulan tersebut. Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa karakteristik gempabumi mikro Gunung Ijen mempunyai 'kandungan' frekuensi antara 0.5 hingga 3.5 Hz, magnitudo gempa antara 0.6 hingga 2.9, beda waktu tiba gelombang s dan p (ts-tp) berkisar antara 3 hingga 10 sekon dengan sebaran episenter dominan di timur Gunung Ijen dan hiposenter yang mempunyai kedalaman gempa 7 Km hingga 50 Km.

Daftar Pustaka

- [1]Kusumadinata, K. 1979. *Data Dasar Gunungapi Indonesia*, Direktorat Vulkanologi, Bandung.
- [2]Hendrasto, M. 2006. *Gunung Ijen: Pemantauan Seismisitas Gunung Ijen*. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
- [3]Jufri, A.2013.*Analisis Sinyal Seismik untuk Mengetahui Proses internal Gunung Ijen Jawa Timur*.Tesis. Universitas Brawijaya. Malang