

PENGESAHAN

1. Judul : **ANALISIS GEOFISIKA GEMPA SWARM KEMILING**

Penulis

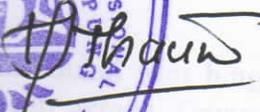
- a. Nama : Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.
- b. NIP : 197001202000031001
- c. Pangkat/ Gol : Penata Muda Tk.1/ III B
- d. Jabatan : Lektor
- e. Unit Kerja : PS. Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung

Telah dimuat dalam Prosiding Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Edisi Oktober, Tahun 2006, ISBN : 979 - 15535-0-5, Buku Dua.

Bandar Lampung, 4 Januari 2009

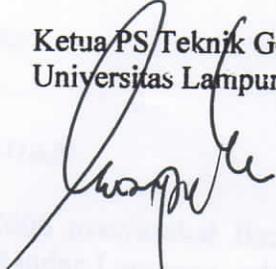
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Lampung



Dr. Ir. Lusmelia Afriani, DEA
NIP. 196505101993032008

Ketua PS/Teknik Geofisika
Universitas Lampung



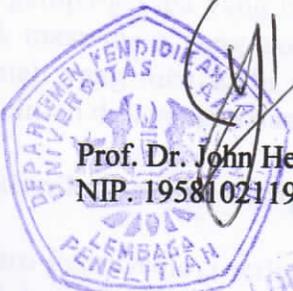
Karyanto, S.Si., M.T
NIP. 196912301998021001

Menyetujui :

Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Lampung



Prof. Dr. John Hendri, M.S.
NIP. 195810211987031001



14 Jan 2010
A / H26 / 18 / PC / ff / 2010
Prosiding
Jun

ANALISIS GEOFISIKA GEMPA SWARM KEMILING

BAGUS S.M.¹⁾ SUHARNO¹⁾ RUSTADI¹⁾ FAUZAN M.²⁾ EKO R.²⁾ EDI M.²⁾

1) KBK Geofisika Jurusan Fisika FMIPA Unila

2) Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan Unila

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian gempa yang terjadi di wilayah Bandar Lampung dan sekitarnya pada tanggal 17 Juni hingga 26 Juli 2006. Penelitian bertujuan untuk mengetahui posisi dan pola penyebaran episenter, magnetudo, kedalaman hiposenter, jenis gempa yang terjadi serta berbagai konsekuensi geologi yang mungkin. Dari hasil pengukuran lapangan didapatkan bahwa distribusi episenter gempa menyebar di sekitar Gunung Betung membentang pada lintang -4.96° LS hingga -5.59° LS dan bujur 105.13° BT hingga 105.25° BT, sedangkan kedalaman pusat-pusat gempa mulai 6 Km hingga 15 Km. Kekuatan gempa bervariasi mulai skala 1 hingga 4 skala Richter, dimana 333 kali dapat dirasakan dan 1611 kali tak dapat dirasakan. Hasil analisis sinyal gelombang, mengindikasikan bahwa gempa Kemiling yang terjadi kali ini termasuk gempa Swarm Vulkano-Tektonik, sebagai akibat naiknya *dyke* (intrusi magma) ke atas dan membelah bagian dalam tubuh Gunung Betung. Gempa swarm ini tidak berbahaya.

Kata kunci : gempa swarm, vulkano-tektonik, dyke

PENDAHULUAN

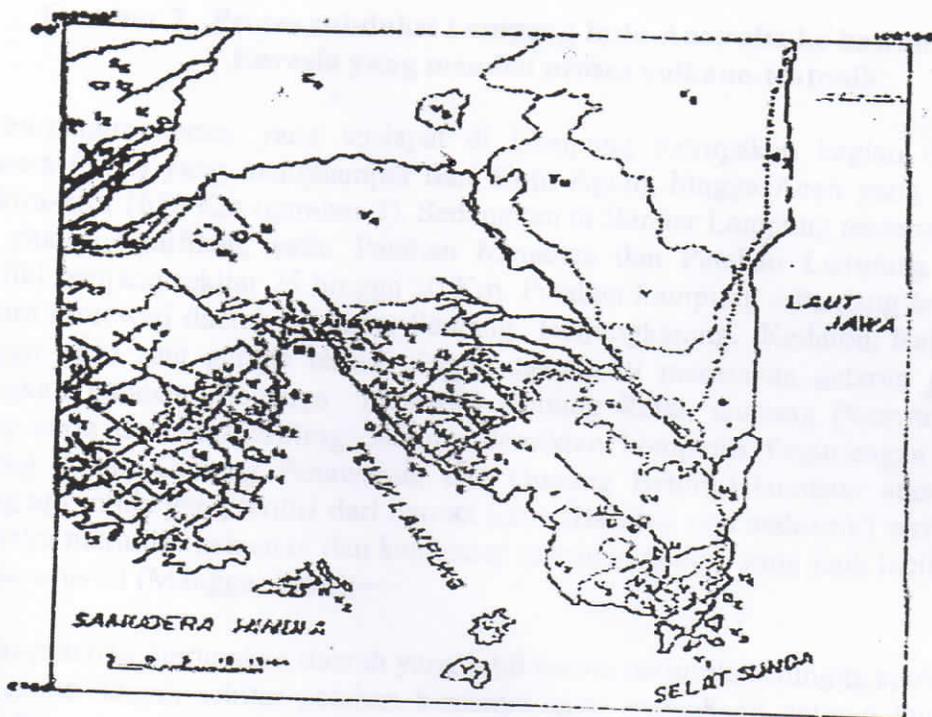
Mulai akhir bulan Mei hingga akhir bulan Juli 2006 masyarakat Bandar Lampung sangat terkejut dengan gempa. Gempa yang menggoyang Bandar Lampung selama kurang lebih dua bulan berturut-turut tersebut telah menyita pikiran dan tenaga seluruh masyarakat dan pemerintah daerah setempat. Banyak rumor menyesatkan yang beredar seputar gempa membuat keresahan, sehingga sangat mempengaruhi kondisi psikologis masyarakat. Masyarakat Kemiling memilih mendirikan tenda-tenda darurat sebagai langkah antisipasinya. Di Kemilinglah gempa-gempa ini sangat kuat dirasakan disamping di daerah Gunung Betung, sehingga orang menyebutnya dengan **Gempa Kemiling**. Daerah ini terletak kurang lebih 6 km sebelah timur laut dari Gunung Betung yang merupakan wilayah penyebaran episentrum gempa yang melanda kota Bandar Lampung.

Untuk mengetahui apakah gempa-gempa yang baru saja terjadi di Bandar Lampung tersebut berbahaya atau tidak untuk masa-masa yang akan datang bagi masyarakat sekitarnya, maka perlu dilakukan kajian ilmiah yang memadai yaitu melalui kajian Geologi dan Geofisika berdasarkan hasil-hasil penelitian di lapangan dan berbagai referensi yang mendukung.

Struktur Geologi Dan Tektonika Bandar Lampung

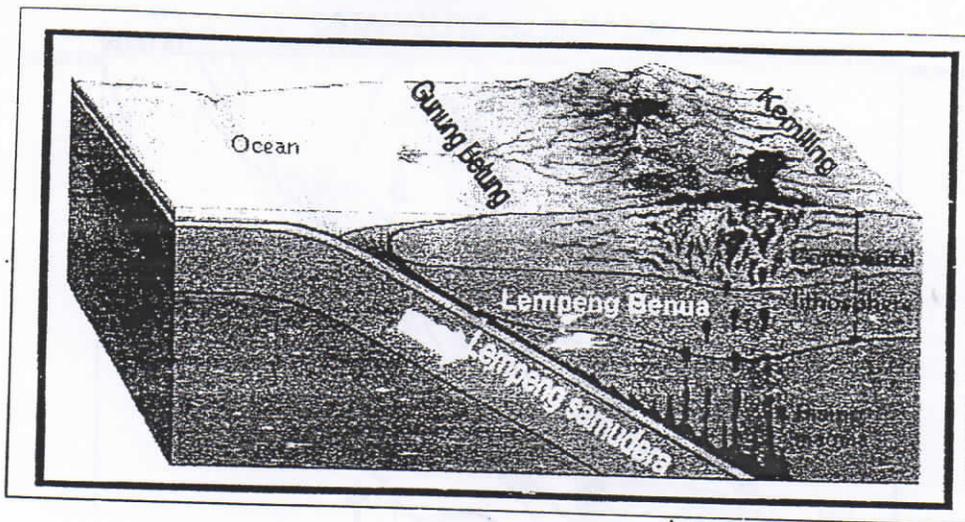
Kota Bandar Lampung dalam Peta Geologi terletak di Lembar Tanjungkarang (lihat gambar 1). Secara struktur geologi kota Bandar Lampung terdiri dari patahan / sesar (*fault*) dan lipatan (*fold*). Patahan dan lipatan batuan lempeng di Lampung terjadi sebagai akibat adanya aktivitas tektonik, yaitu gerak penunjaman (*subduction*) antara lempeng Indo-Australia ke

arah lempeng Eurasia (lihat gambar 2). Sumatera yang merupakan ujung barat - selatan lempeng Eurasia dimana setiap tahunnya rata-rata didesak ke arah timur - utara (*northeast*) sebesar 7-10 cm. Bila energi tegangan (*stress energy*) lempeng Indo-Australia yang mendorong lempeng Sumatera melampaui batas elastisitas batuan, maka batuan lempeng Sumatera akan terdeformasi (berubah bentuk dan ukurannya) secara permanen atau tak lagi bisa kembali ke bentuk dan ukuran awal mengakibatkan batuan lempeng terlipat atau patah. Pada saat batuan lempeng mengalami deformasi tersebut, terjadilah gempa bumi, karena terlepasnya energi regangan (*strain energy*) batuan lempeng (Turcotte, 1982). Lipatan-lipatan hasil deformasi ini akan nampak sebagai perbukitan atau pegunungan (Pegunungan Bukit Barisan). Sedangkan patahan biasanya akan banyak terdapat di sekitar pegunungan, seperti patahan yang membatasi blok Gunung Betung sebagai daerah *terban*. Patahan ada yang bersifat horisontal disebut dengan patahan geser (*strike-slip fault*) dan yang bersifat vertikal ada dua jenis yaitu patahan naik (*thrust fault*) dan patahan turun (*normal fault*) (Magetsari, 2000)



Gambar 1 : Peta Geologi Lembar Tanjungkarang

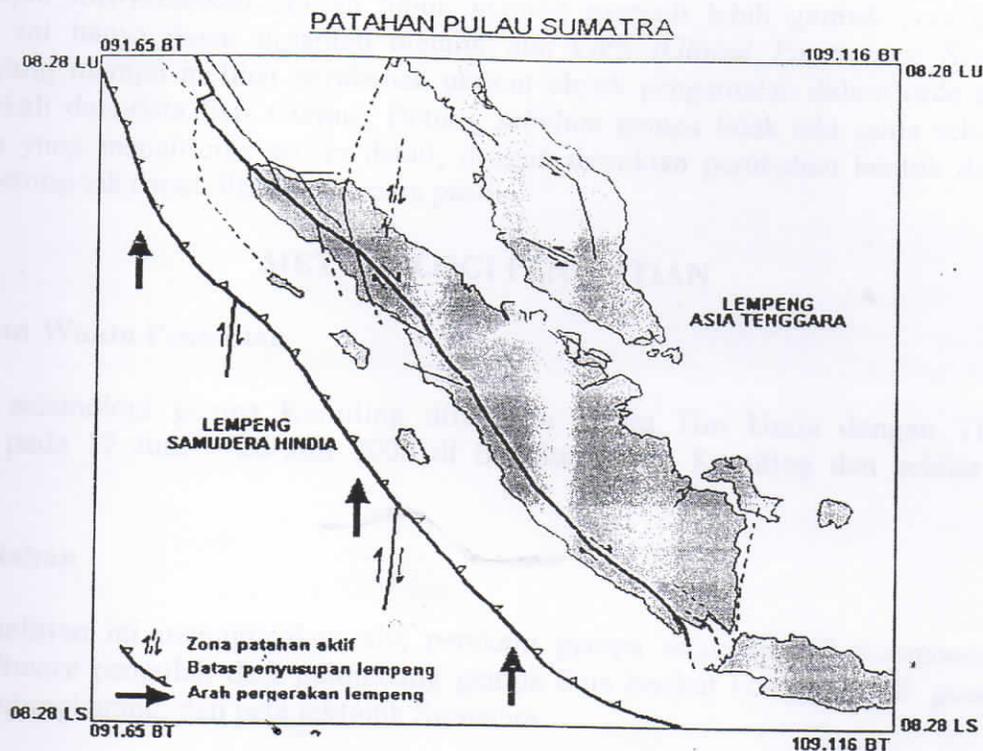
patahan yang terdapat di Lampung sangat kompleks, karena jumlahnya banyak dan polanya saling potong-memotong secara hampir tegak lurus yang mengindikasikan bahwa gaya-gaya tektonik yang bekerja pada lempeng Lampung sangat aktif dan pada kurun waktu geologi yang berbeda memiliki arah yang berbeda pula. Adapun patahan-patahan yang mendominasi daerah Bandar Lampung berarah timur laut - barat daya dan barat laut - tenggara (Mangga, 1994)



Gambar 2. Proses subduksi Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia yang memicu proses vulkano-tektonik

Patahan-patahan besar yang terdapat di Lampung merupakan bagian dari Sistem Sesar Sumatera (SSS) yang menghampar dari Kota Agung hingga Aceh yang memiliki panjang total kira-kira 1650 Km (gambar 3). Sedangkan di Bandar Lampung terdapat patahan-patahan yang cukup signifikan, yaitu Patahan Menanga dan Patahan Lampung – Panjang yang memiliki panjang sekitar 25 hingga 30 Km. Patahan Lampung – Panjang berarah barat laut – tenggara melewati daerah Tarahan, Panjang, Tanjungkarang, Kedaton, Rajabasa, dan Natar, sehingga pada saat gempa terjadi daerah-daerah ini merasakan getaran yang cukup kuat. Sedangkan Patahan Menanga melewati Gunung Ratai, Gunung Pesawaran, dan Gunung Betung serta daerah Kemiling. Namun demikian kompleks Pegunungan Barisan tersebut (Gunung Ratai, Gunung Pesawaran, dan Gunung Betung) tersusun atas endapan batuan gunung api muda yang terdiri dari batuan Lava (Basaltik dan andesitik) serta breksi dan tufa, karenanya memiliki kekuatan dan ketahanan terhadap gempa yang jauh lebih besar dibanding endapan aluvial (Mangga, 1994).

Patahan-patahan merupakan daerah yang labil secara tektonik; sehingga apabila terjadi gempa besar, maka daerah sekitar patahan biasanya akan mengalami getaran kuat dan kerusakan hebat. Daerah patahan akan menjadi penyalur energi gempa yang dipancarkan dari sumbernya. Apalagi jika litologinya adalah endapan aluvial (lempung, endapan rawa) yang mempunyai kemampuan kecil dalam menyerap energi gempa.



Gambar 3 : Sistem Sesar Sumatera (SSS) yang membentang dari Kota Agung hingga Aceh

Konsep Gempa Swarm

Gempa Kemiling tergolong gempa "Swarm", atau diterjemahkan sebagai *Kerumunan Gempa*, yaitu gempa yang terjadi terus menerus selama kurang lebih dua bulan dan tidak memiliki gempa utama (*main shock*). Gempa ini biasanya didominasi oleh gempa-gempa kecil dengan magnetudo di bawah 4 skala richter. Pada gempa swarm, jarang sekali terjadi gempa dengan kekuatan di atas 5 skala richter. Oleh karena itu gempa ini tidak berbahaya bagi keselamatan manusia. Gempa swarm dapat dirasakan pada jarak maksimal sekitar 40 kilometer dari pusat gempa, karenanya dianggap sebagai gempa lokal (Kurz, 2006).

Berdasarkan data-data gempa di seluruh dunia, gempa swarm biasanya disebabkan oleh proses-proses vulkanik (kegunungapian), dan sedikit yang disebabkan oleh proses-proses tektonik lempeng. Gempa swarm vulkanik terjadi karena adanya gerakan fluida magmatik yang mendesak dengan tekanan yang besar ke atas dan ke samping tubuh gunung melalui saluran magma (*conduit*) atau bagian yang lemah (*fracture* dan patahan) dari gunung tersebut. intrusi magmatik yang memotong lapisan batuan pegunungan ini disebut *dyke* (lihat gambar 2). Dengan energi dorong dan tekanan *dike* ke atas yang terus-menerus melewati tubuh gunung, maka akan terjadi proses pecahnya perlahan-lahan dan terputus-putus (*staccato*) batu-batuan dalam tubuh gunung tersebut yang disertai bunyi dentuman keras dari dalam tanah (*burst*), sehingga mengakibatkan gempa yang berulang-ulang. Gempa yang berulang-ulang terjadi di bagian-bagian batuan yang berbeda-beda posisinya, sehingga menghasilkan kerumunan gempa yang membentuk pola distribusi Tulang Anjing (*dogbone distribution*) (Kurz, 2006).

Pada gunung api yang aktif, gempa swarm dapat menjadi tanda akan terjadinya letusan (*volcanic eruption*). Sedangkan pada gunung api yang tidak aktif (*dorman*), seperti Gunung

Betung dapat menyebabkan ukuran tubuh gunung menjadi lebih **gemuk** (*swell*). Namun fenomena ini hanya dapat dipantau melalui alat GPS (*Global Positioning System*) tipe *geodetik* yang mampu melihat perubahan ukuran obyek pengamatan dalam orde milimeter. Sayangnya data-data fisis Gunung Betung *sebelum* gempa tidak ada sama sekali karena belum ada yang menelitinya secara detail, dengan demikian perubahan bentuk dan ukuran Gunung Betung tak dapat diketahui secara pasti.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian seismologi gempa Kemiling dilakukan antara Tim Unila dengan Tim BMG Kotabumi pada 17 Juni – 26 Juli 2006 di SD Sumberejo Kemiling dan sekitar Gunung Betung.

Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan alat perekam gempa seismograf 3 komponen buatan Jepang, *software* pengolah data gelombang gempa Seis berikut komputer PC, peta geologi Lembar Tanjungkarang, dan peta tektonik Sumatera.

Pengolahan Data

Data-data gempa yang terekam secara otomatis akan menampilkan posisi geografis pusat-pusat gempa (episenter) berikut kekuatannya (magnetudo). Kedalaman hiposenter dapat dicari melalui persamaan matematika. Sedangkan distribusi episenter dapat dicari melalui pengeplotan data posisinya. Sedangkan jenis gempa dicari dengan melakukan analisis data-data sinyal dan noise gelombang gempa yang terekam.

ANALISIS DATA LAPANGAN

Berdasarkan data-data gempa yang diukur dan dipantau sejak 17 Juni hingga 26 Juli 2006 oleh Tim BMG Kotabumi bersama Tim Unila diketahui bahwa gempa yang dapat dirasakan berjumlah 333 kali dan yang tak dapat dirasakan sebanyak 1611 kali (lihat gambar 4 dan 5). Diketahui pula pusat-pusat gempa terdistribusi di sekitar Gunung Betung yang terletak 6 km sebelah baratdaya Kemiling. Pusat-pusat gempa membentuk kerumunan yang rapat dan distribusinya berbentuk seperti tulang anjing (*dogbone distribution*) / lihat gambar 6 (Gambar distribusi episenter selengkapnya belum boleh dipublikasikan). Dalam tulisan ini hanya ditampilkan sebaran 20 data episenter dari gempa-gempa yang magnetudonya di atas 4-skala Richter (gambar 7). Bentuk distribusi seperti ini merupakan ciri-khas gempa swarm. Ini mengindikasikan bahwa gempa Kemiling bukan disebabkan aktivitas patahan/ sesar Kota Agung yang mendorong ke arah Gunung Betung, tapi oleh injeksi fluida magmatik ke dalam tubuh Gunung Betung yang kemudian mengaktifasi patahan yang ada pada kedalaman tertentu (*deep seated fault*) di sekitar Gunung Betung dan Kemiling. Hal ini sesuai dengan diskripsi Lembar Geologi Tanjungkarang yang menyebutkan bahwa Gunung Betung merupakan daerah terban (runtuhan), sehingga patahan yang ada di sini mudah teraktivasi kembali saat terjadi gempa.

Dari data seismic digital terlihat bahwa frekuensi *signal* gelombang gempa cukup tinggi ini mengindikasikan terjadinya proses pecahnya batuan bawah permukaan oleh intrusi magma

(*dyke*). Sedangkan bila dilihat periode gelombangnya yang panjang ini mengindikasikan adanya gerakan atau perpindahan magma secara kontinu dari bawah ke atas. Disamping itu didapatkan *noise-noise* gelombang seismik frekuensi rendah (*low frequency*) yang berkaitan dengan asal-usul vulkanik dan menunjukkan adanya proses vulkano-tektonik melalui even-even diskrit (Tarraga, 2006). Dari analisis data-data lapangan seperti diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Gempa Kemiling yang berpusat di Gunung Betung merupakan Gempa Swarm jenis **Vulkano – Tektonik**. Artinya, penyebab awal Gempa Swarm adalah adanya perpindahan (*replacement*) fluida magma dari kedalaman tertentu (6 - 15 km) menuju ke permukaan Gunung Betung dengan cara menerobos (*intrusion*) lapisan batuan lemah di atasnya hingga terbentuk saluran baru (*waypath*) atau lewat saluran magma lama (*conduit*) yang telah ada hingga menimbulkan tekanan yang kuat pada dinding-dinding batuan yang berakibat terjadinya gempa-gempa lemah yang terus menerus. Dan bila tekanan terus bertambah, maka pada suatu saat melebihi daya dukung batuan, dinding-dinding batuan tersebut akan pecah dan menimbulkan gempa yang lebih besar (di atas 4 pada skala Richter).

KESIMPULAN

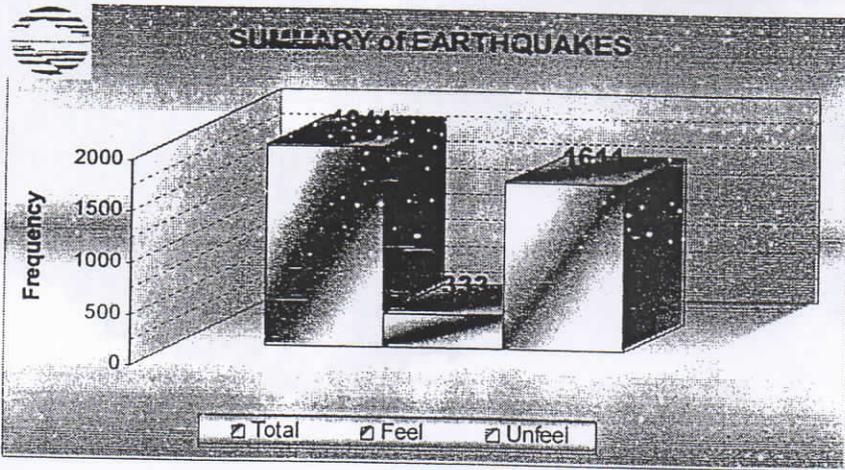
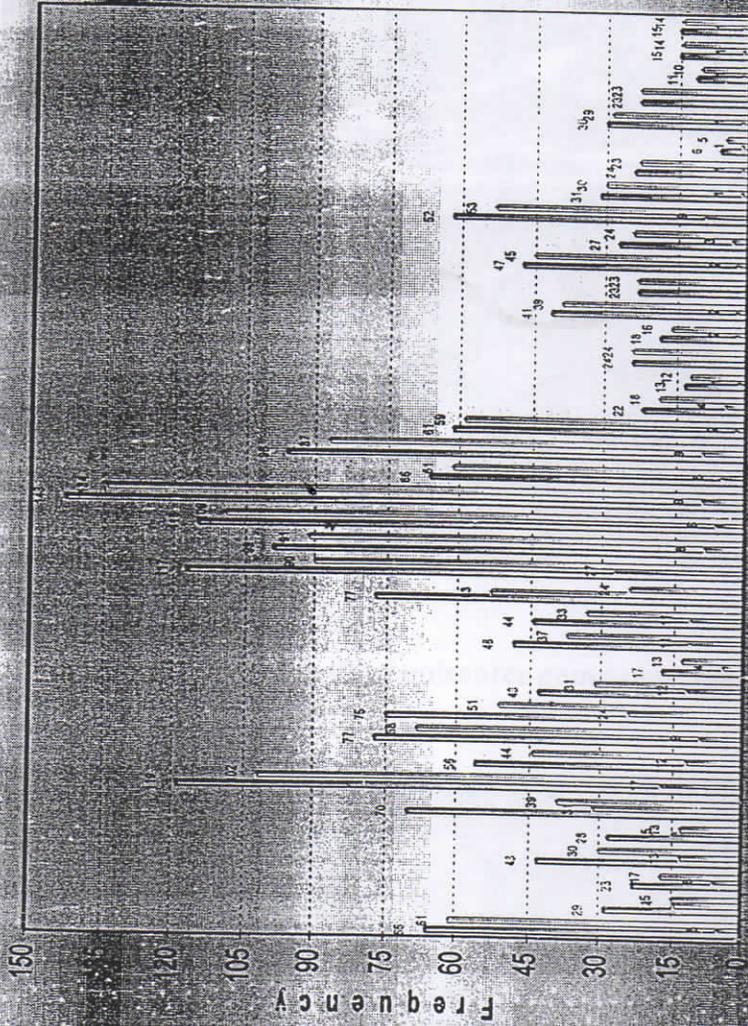
1. Diperkirakan terdapat **patahan** pada kedalaman lebih dari 1 km (*deep seated fault*) di wilayah Gunung Betung yang **teraktivasi** oleh intrusi magma (*dyke*).
2. **Distribusi** Pusat-pusat gempa di permukaan (episenter) Gunung Betung membentang pada lintang **-4.96° LS** hingga **-5.59° LS** dan bujur **105.13° BT** hingga **105.25° BT**, sedangkan **kedalaman** pusat-pusat gempa mulai **6 Km** hingga **15 Km**.
3. Gempa Kemiling merupakan Gempa Swarm jenis **Vulkano – Tektonik**.
4. Gempa Kemiling **tidak berbahaya** bagi keselamatan manusia, karena termasuk jenis gempa Swarm dimana kekuatan gempa didominasi oleh magnetudo 1 - 3 skala Richter dan **tidak ada** yang di atas 5 skala Richter.
5. Kemiling **tak mungkin ambles** karena gempa swarm, sebab **magnetudo** gempanya **relatif kecil** dan jenis **batuan penyusunnya** adalah **endapan gunung api muda** (basaltik-andesitik, breksi dan tufa) yang jauh lebih tahan terhadap gempa daripada jenis endapan **aluvial**.

DAFTAR PUSTAKA

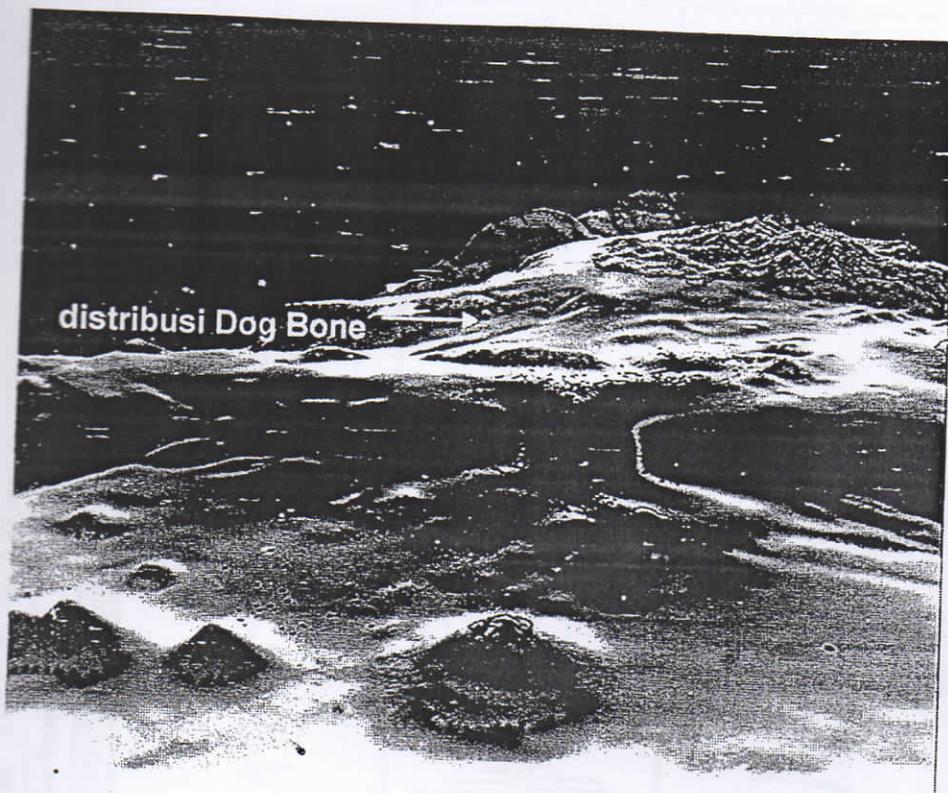
- Kurz, J., Jahr, T., Jentzsch, G., 2005, *Geodynamic Modellings (FEM) for The Swarm Earthquake region Vogtland-Bohemia*, Institute of Geosciences, Friedrich-Schiller-University Jena
- Magetsari, N.A., Abdullah, C.I., Brahmantyo, B., 2000, *Geologi Fisik*, Jurusan Geologi Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Mangga, S.A., Amirudin, Suwarti, T., Gafoer, S., Sidarto, 1994, *Geologi Lembar Tanjungkarang*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Munadi, S., 2000, *Aspek Fisis Seismologi Eksplorasi*, Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia, Depok
- Tarraga, M., Carniel, R., Ortiz, R., Marrero, J.M., Garcia, A., 2006, *Natural Hazard and Earth System Sciences*, Copernicus-GmbH, The European Geosciences Union

TRACES of EARTHQUAKE GRAPHIC

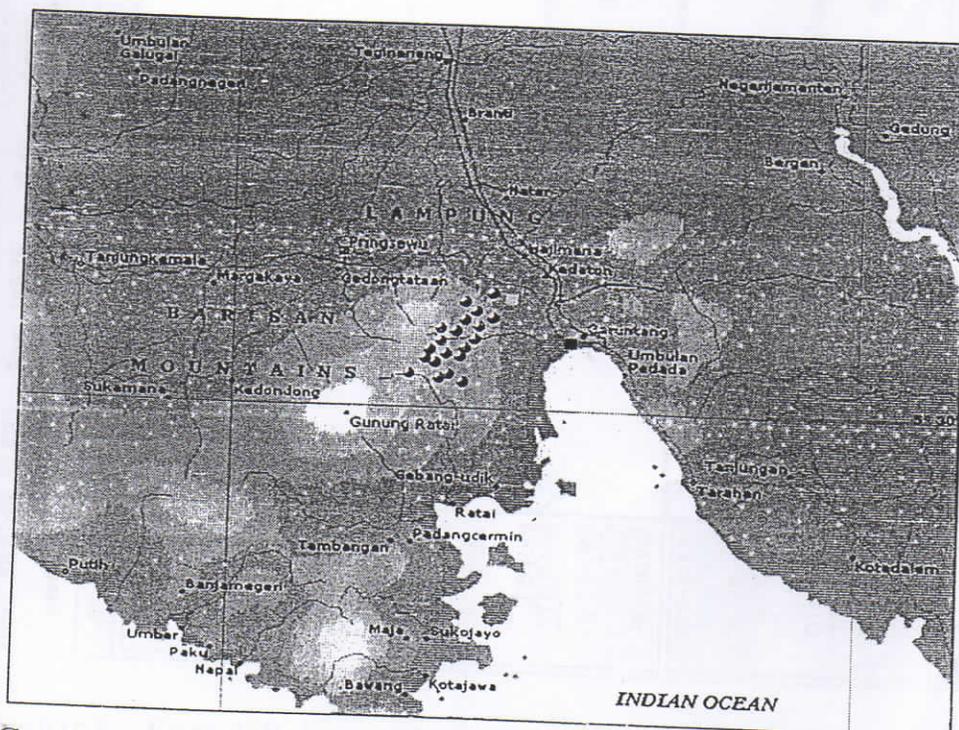
[Kemiling, June - July 2006]



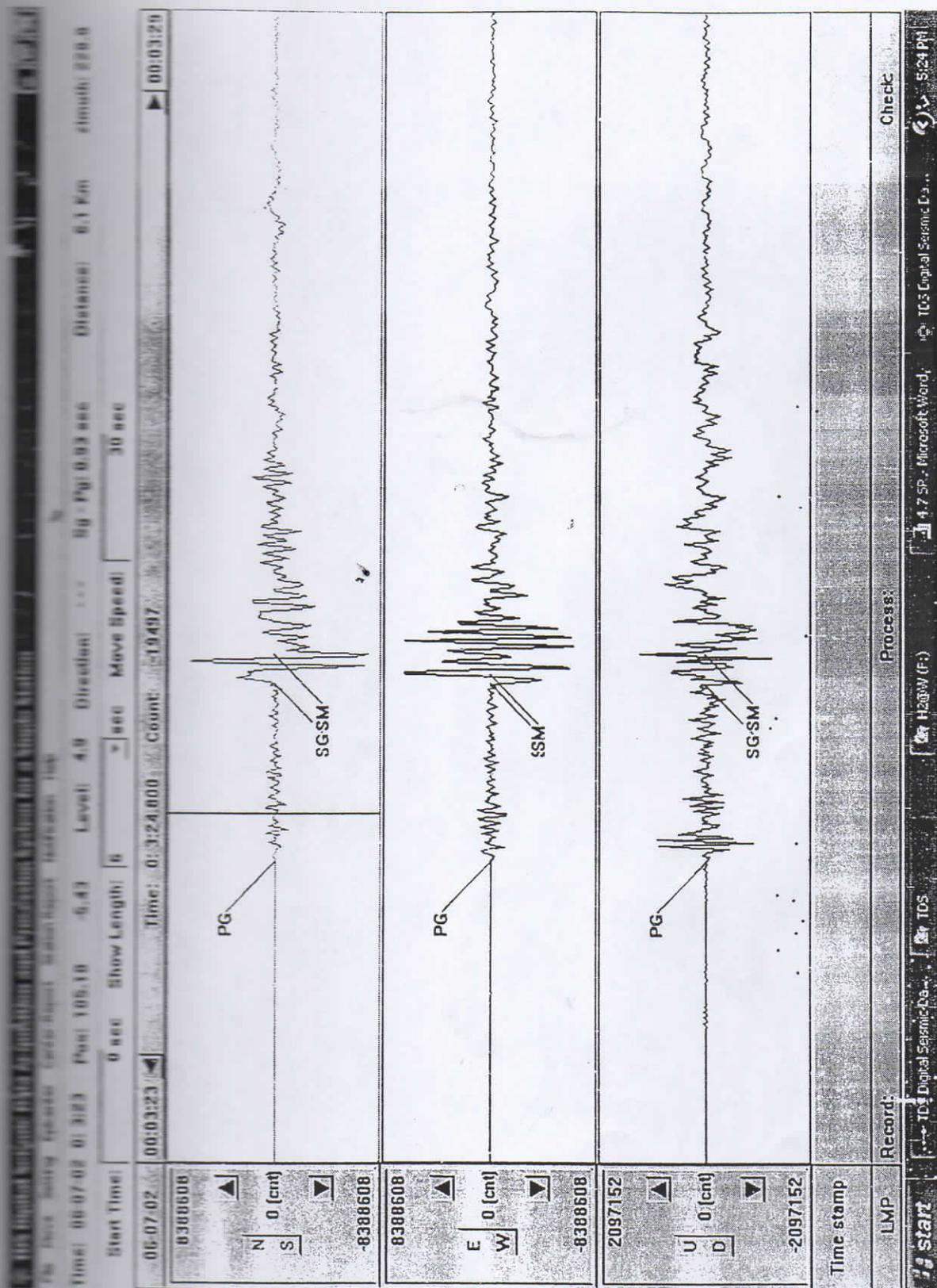
Gambar 4 dan 5 : Grafik frekuensi gempa Kemiling yang dapat dirasakan dan tidak dapat dirasakan (BMG)



Gambar 6 : Pola distribusi episenter gempa swarm (*Dog Bone*)



Gambar 7 : Pola distribusi episenter gempa swarm Gunung Betung dengan magnetudo di atas 4 skala Richter (dari BMG)



Cambar 8 : Contoh Rekaman digital gempa swarm Kemiling (Data BMG)