

**PENGESAHAN**

Judul

**: ANALISIS PERSAMAAN AMPLITUDO LOKAL BANDAR  
LAMPUNG BERDASARKAN DATA GEMPABUMI KEMILING  
TAHUN 2006**

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 Seminar Nasional Sains MIPA dan Aplikasinya, Vol.1,**  
Tahun 2009, ISSN : 2086 – 2342. FMIPA Unila.

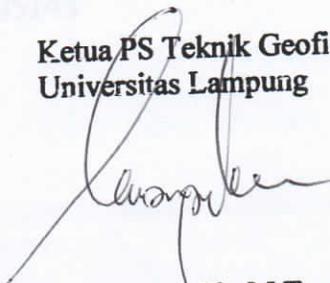
Bandar Lampung, 5 Januari 2009

Mengesahkan :  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Lampung



Dr. In Lushelia Afriani, DEA  
NIP.196505101993032008

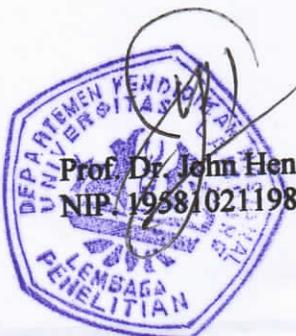
Ketua PS Teknik Geofisika  
Universitas Lampung



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

Menyetujui :

Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Lampung



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

DEKRETI LEMBAGA PENELITIAN	
TOL.	
NO. INDIK.	
JENIS	
PADA	
14 Jan 2009	
9/1/09	
Dm	

PERANCANGAN SISTEM KUNCI PINTU ELEKTRONIK MENGGUNAKAN RFID DAN BLUETOOTH EB500 Mantazal dan Mardhin Pasla	369-374
PEMODELAN 3D DATA ANOMALI GAYABERAT UNTUK MENENTUKAN STRUKTUR GEOLOGI LAPANGAN PANASBUMI ULUBELU TANGGAMUS LAMPUNG Nandi Haerudin dan Muh Sarkowi	375-380
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA SELEKTIF ION SULFIDA Nurfaela Rauf	381-388
KARAKTERISTIK FUNGSIONALITAS BOROSILIKAT BERBASIS SEKAM PADI AKIBAT PENGARUH KALSINASI One Meus Ginting S, Agus Riyanto, Simon Sembiring	389-394
KEEFISIEN ABSORBSI GELOMBANG MIKRO MATERIAL KERAMIK MAGNETIK NANOKRISTAL BARIUM HEXAFERRITE Priyano	395-400
PENDETEKSIAN LANGSUNG KEBERADAAN HIDROKARBON MENGGUNAKAN METODE MICROSEISMIC Rian Amukti, Sarkowi dan Suharno	401-406
SYNTHESIS AND CHARACTERISATION OF CORDIERITE (MG2AL4SI5O18) CERAMICS BASED ON THE RICE HUSK SILICA Simon Sembiring and Posman Manurung	407-416
APLIKASI METODE GEOSTATISTIK: IDW (INVERSE DISTANCE WEIGHED) DAN GIS UNTUK PEMETAAN HUJAN TAHUNAN DI JAWA TIMUR Sri Wahyuningsih, Indarto, Marta Adi Kirana	417-424
PEMBUATAN PARTIKEL NANO DENGAN KOMBINASI BALL-MILLING DAN ULTRASONIC-MILLING Tomi Budi Waluyo, Suryadi, dan Nurul Taufiqu Rochman	425-428
STUDI AWAL KERJA IC GPS HOLUX- GR-96 RECEIVER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 Kusnahadi Susanto, Sri Suryaningsih, Trisna Kurniawan.	429-442
APLIKASI ANN UNTUK MEMPREDIKSI NILAI KONDUKTIVITAS PANAS MULSA LIMBAH PADAT ORGANIK Warj	443-448
ANALISIS PEMANFAATAN MIKROKONTROLER AT89C51 SEBAGAI PENROSES SISTEM PENCACAH PUTARAN OBJEK BERPUTAR Warsito	449-452
APLIKASI DINAMIKA NON-LINEAR UNTUK MEMPREDIKSI KEJANG PADA PENYAKIT EPILEPSI Wira B. Nurdin, Abdullah Bualkar	453-462
IDENTIFIKASI PENYEBARAN RESERVOAR GAS MENGGUNAKAN ANALISIS AVO DAN INVERSI SEISMIK METODE BANDLIMITED, VLOCKY, DAN SPARSE SPIKE PADA LAPANGAN WIAR SUMATERA SELATAN Bagus Sapto Mulyatno	463-470
ANALISIS PERSAMAAN MAGNITUDO LOKAL BANDAR LAMPUNG BERDASARKAN DATA GEMPABUMI KEMILING TAHUN 2006 Heriyansyah, Suharno, Bagus Sapto Mulyatno	471-478

## ANALISIS PERSAMAAN MAGNITUDO LOKAL BANDAR LAMPUNG BERDASARKAN DATA GEMPABUMI KEMILING TAHUN 2006

Heriyansyah, Suharno, Bagus Sapto Mulyatno  
Program Studi Teknik Geofisika Universitas Lampung  
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, Bandar Lampung 35145

### ABSTRAK

Penelitian ini menjelaskan tentang penentuan harga koreksi dari rumusan magnitudo lokal gempa bumi daerah Bandar Lampung, karena rumusan magnitudo lokal oleh Charles Richter yang biasa dipakai di California dengan menggunakan seismograf Wood-Anderson. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data gempa swam kemiling pada bulan Juni sampai dengan Juli 2006. Magnitudo gempanya berada pada kisaran 1SR sampai 4,8 SR, dengan jarak kurang dari 15 km dari stasiun pengamatan. Penentuan harga koreksi konstanta ini dilakukan dengan menggunakan teknik grafik menggunakan pendekatan linier. Penentuan magitudo lokal ini didasarkan pada logaritma amplitudo dan jarak. Hasil yang didapatkan dari penelitian berupa grafik dengan harga nilai  $a = 0,03$  dan  $b = 0,10$ . Berdasarkan harga  $a$  dan  $b$ , maka rumusan magnitudo lokal gempabumi untuk daerah Bandar Lampung adalah:  $M_L = \log A + 0,03$ . Rumusan ini cocok untuk dipakai pada jarak  $1 < \Delta < 10$  km pada kedalaman gempa normal (jarang dari 25 km). Perbedaan antara rumusan magnitudo lokal oleh Charles Richter dan hasil penelitian ini, kemungkinan disebabkan oleh perbedaan konstanta fisik alat dan juga disebabkan oleh faktor densitas batuan ( $\rho$ ) masing-masing daerah.

*Kata kunci* : Gempabumi, Magnitudo, Energi, Amplitudo, Periode dan Jarak.

### PENDAHULUAN

Sedangmana diketahui bahwa wilayah Indonesia merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu Indo-Australia, Pasifik, dan Eurasia. Hal ini menyebabkan Indonesia menjadi daerah yang rawan gempa bumi. Tataan tektonik di daerah Lampung dan sekitarnya merupakan tataan yang menarik dan cukup kompleks untuk menjadi daerah penelitian, karena daerah Lampung merupakan daerah yang memiliki harga seismisitas tinggi. Dilihat dari posisinya, Lampung merupakan daerah yang rawan terjadi gempa bumi, karena dilewati jalur gempa bumi Mediterania dan patahan aktif yang membentang dari ujung barat Sumatra (Aceh) sampai ujung timur Teluk Bengali di Propinsi Lampung yang panjangnya  $\pm 1650$  km.

Pada pertengahan tahun 2006 Bandar Lampung diguncang gempa bumi beruntun mulai akhir bulan Mei sampai akhir Juli 2006. Gempa-gempa tersebut telah banyak menyita pikiran, tenaga dan masyarakat dan pemerintah setempat. Daerah Kemiling merupakan daerah episentrum gempa tersebut yang berada  $\pm 6$  km sebelah timur laut dari Gunung Betung. Gempa Kemiling ini merupakan gempa lokal dengan jarak yang relatif dekat  $< 20$  km. Magnitudo lokal  $M_L$  yang dimerupakan oleh Charles Richter untuk mengukur magnitudo gempa-gempa lokal, khususnya di California Selatan. Nilai amplitudo yang digunakan untuk menghitung magnitudo lokal adalah amplitud maksimum gerakan tanah (dalam mikron) yang tercatat oleh seismograf torsi (*torsion seismograph*) Wood-Anderson, yang mempunyai periode natural = 0,8 sekon, magnifikasi (perbesaran) = 2800, dan faktor redaman = 0,8. Jadi formula untuk menghitung magnitudo lokal tidak dapat diterapkan di luar California dan data amplitudo yang dipakai harus yang tercatat oleh jenis seismograph di atas ([http://id.wikipedia.org/wiki/Magnitudo\\_gempa](http://id.wikipedia.org/wiki/Magnitudo_gempa)). Dengan adanya permasalahan di atas, maka perlu adanya pengkajian ulang untuk masing-masing daerah mengenai rumusan untuk mendapatkan harga magnitudo lokal gempa bumi daerah tersebut. Kali ini penelitian dititikberatkan pada kekuatan gempabumi guna mendapatkan harga koreksi rumus magnitudo lokal untuk daerah Lampung khususnya Bandar Lampung.

## METODE PENELITIAN

**Waktu dan Tempat.** Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2007 sampai Februari 2008. Pengambilan data dilakukan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika wilayah II Stasiun Meteorologi Kitabumi pada tanggal 21 Juni sampai dengan 26 Juli 2006 yang bertempat di Posko Pengamatan Gempa Swarm Kemiling pada koordinat  $05^{\circ}38'9''-05^{\circ}51'0''$  LS dan  $105^{\circ}21'8''-105^{\circ}35'3''$  BT. Desa Sumberejo-Kemiling Bandar Lampung. Pengolahan data dilakukan di laboratorium fisika Jurusan Fisika Universitas Lampung.

**Alat dan Bahan.** Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, adalah :

- 1. Power supply (*solar cell*)
- 1. 1 buah seismometer digital DS-4A (*Feedback Short-Period Seismometer*)
- 1. 1 set antenna GPS (*Global Position Seismograph*)
- 1. 1 buah Digital Portable seismograph tipe TDL-303S
- 1. 1 set computer (*CPU, Monitor, Printer*)
- 1. Program TDS.

**Langkah Kerja.** Langkah-langkah sistematis yang digunakan untuk mempermudah tangan dan pengolahan data secara akurat dalam menganalisis data guna mendapatkan harga *a* dan *b* adalah sebagai berikut:

**Daerah penelitian**

Kemiling sebagai daerah yang akan diteliti, karena daerah Kemiling merupakan daerah yang paling dekat dengan episenter gempa dan merupakan daerah yang memiliki intensitas gempa yang besar. Adapun daerah Kemiling berada pada posisi  $05,389$  LS –  $105,218$  BT.

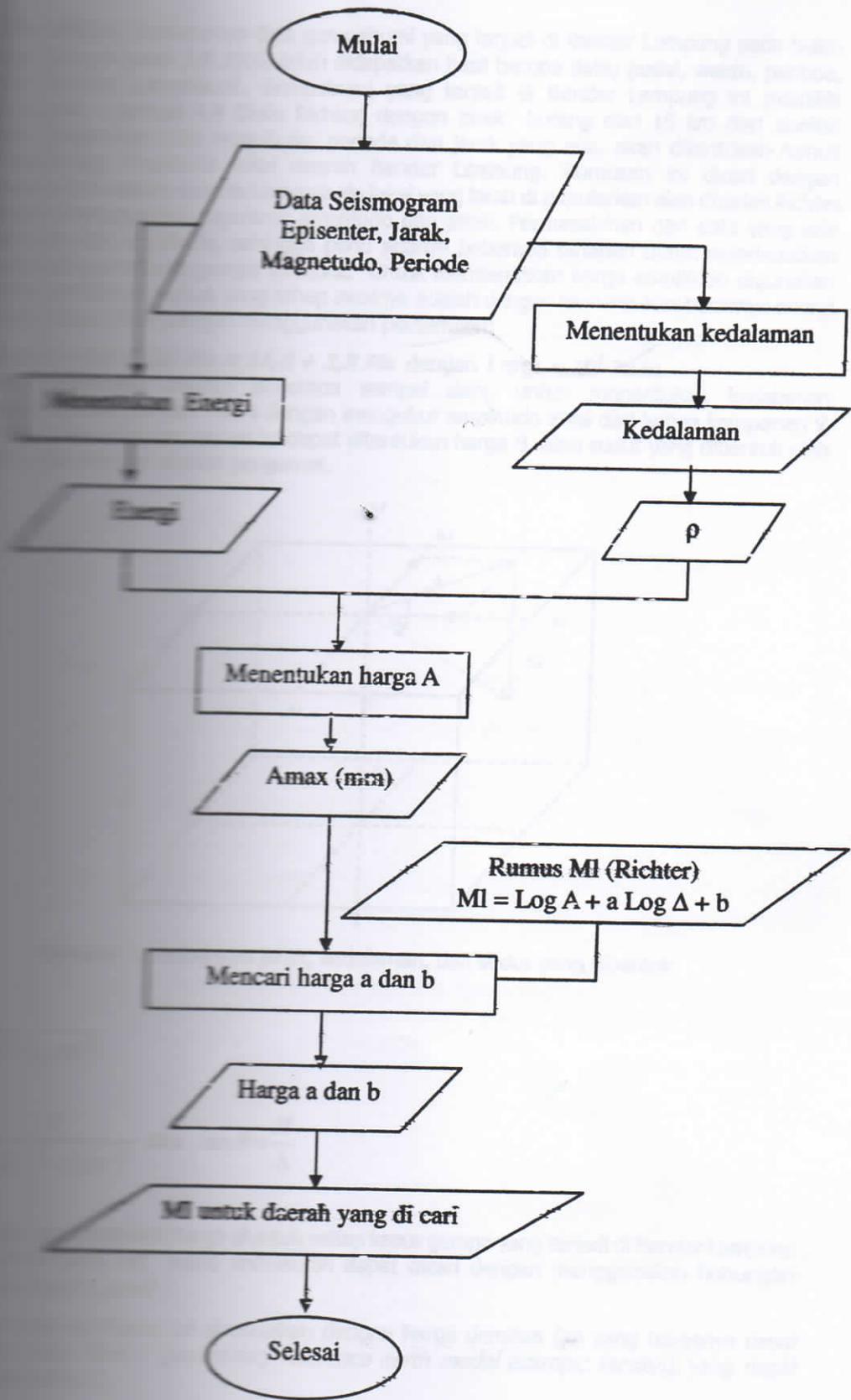
**Waktu Seismogram**

Waktu pencatatan seismogram yang terbaca setiap hari di posko pengamatan gempa kemiling adalah waktu keluar gelombang P, gelombang S, waktu lamanya gelombang menjalar, arah gelombang gempa, magnitudo, jarak episenter dan azimuth gempa.

Dari data Magnetudo gelombang badan dicari energinya berdasarkan hubungan antara magnetudo dengan energi. Kemudian dari harga energi ini digunakan untuk mendapatkan harga Amplitudo (*A*).

Berdasarkan data magnetudo lokal, jarak (*Δ*) dan harga amplitudo (*A*) dianalisis dengan menggunakan Microsoft excel untuk mendapatkan harga *a* dan *b* yang di cari.



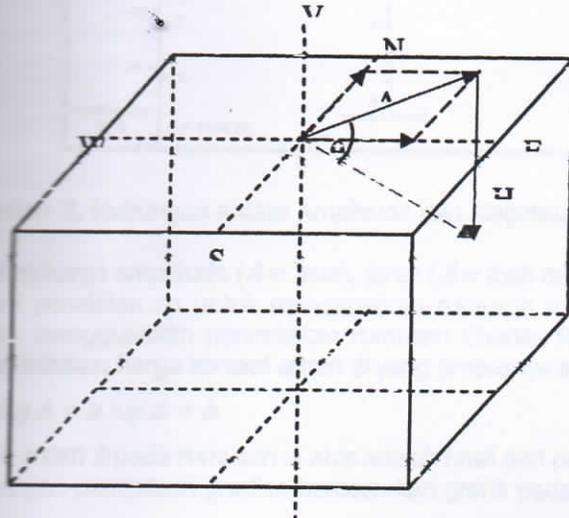


**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Penelitian.** Berdasarkan data gempabumi yang terjadi di Bandar Lampung pada bulan April dengan bulan Juli 2006, telah didapatkan hasil berupa data; posisi, waktu, periode, dan kekuatan gempabumi. Gempabumi yang terjadi di Bandar Lampung ini memiliki besaran antara 1 sampai 4,9 Skala Richter, dengan jarak kurang dari 15 km dari stasiun amat. Berdasarkan data magnitudo, periode dan jarak yang ada, akan ditentukan rumus menghitung magnitudo lokal daerah Bandar Lampung. Rumusan ini dicari dengan menggunakan pendekatan rumusan magnitudo lokal yang telah di populerkan oleh Charles Richter, dengan menggunakan logaritma amplitudo dan jarak. Permasalahan dari data yang ada tidak ada data amplitudo, sehingga perlu adanya beberapa tahapan untuk mendapatkan amplitudo gelombang gempa tersebut. Untuk mendapatkan harga amplitudo digunakan rumus-pendekatan rumus, yang tahap awalnya adalah dengan menentukan besarnya energi. Energi dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$E \text{ (ergs)} = 5,8 + 2,4 M_b \approx 11,8 + 1,5 M_s \text{ dengan } 1 \text{ ergs} = 10^7 \text{ Joule.}$$

Data gempabumi diambil beberapa sampel data, untuk menentukan kedalaman gempa-pusat gempa. Yakni dengan mengukur amplitudo awal dari ketiga komponen V, N, dan data ketiga komponen ini dapat ditentukan harga  $\theta$ , atau sudut yang dibentuk oleh epicenter dan stasiun pengamat.



Gambar 1. Hubungan jarak, kedalaman, dan sudut yang dibentuk

$$\sqrt{(NS)^2 + (EW)^2}$$

$$\frac{H}{\sqrt{(NS)^2 + (EW)^2}} \text{ atau } \tan \theta = \frac{H}{\Delta}$$

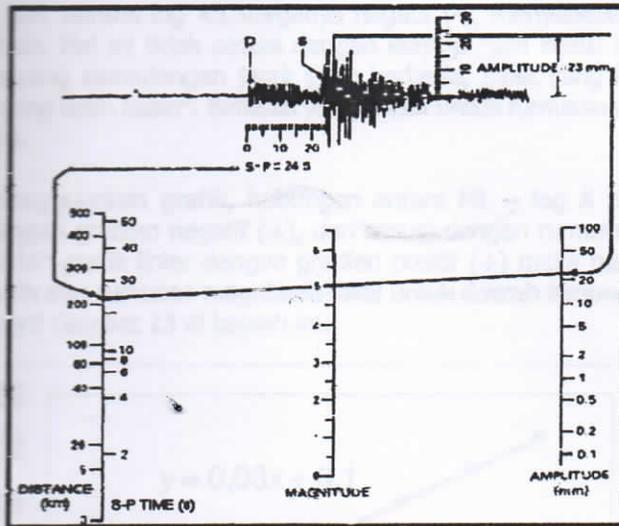
Ini dianggap mewakili harga  $\theta$  untuk setiap kasus gempa yang terjadi di Bandar Lampung. Jika data  $\theta$  dan jarak ( $\Delta$ ) maka kedalaman dapat dicari dengan menggunakan hubungan:  $\tan \theta \cdot \Delta = \tan \theta \times \text{jarak}$

Berdasarkan data kedalaman ini disesuaikan dengan harga densitas ( $\rho$ ) yang harganya dapat dilihat seperti pada tabel 2 (preliminary reference earth model isotropic version), yang dapat dilihat pada lampiran 2.

Dengan menggunakan data energi ( $E = \text{ergs} = 10^7 \text{ Joule}$ ), periode ( $T = \text{detik}$ ) dan densitas ( $\rho = \text{gram}$ ), maka permasalahan mengenai harga amplitudo dapat terpecahkan yakni dengan menggunakan rumusan:

$$E = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 = 2\pi^2 \rho \frac{A^2}{T^2} \text{ atau } A = \sqrt{\frac{ET^2}{2\pi^2 \rho}}$$

Dimana semakin besar amplitudo maka kekuatan gempanya akan semakin besar, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 21 dibawah ini:



Gambar 2. Hubungan antara Amplitudo dan Magnitudo, jarak dan waktu

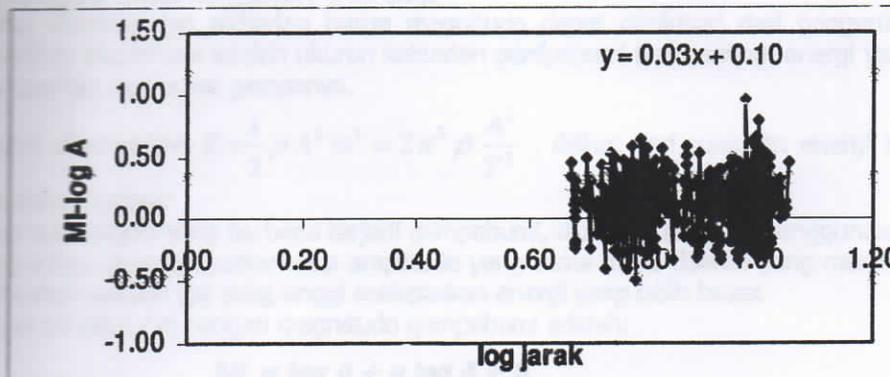
Sejarah didapatkan harga amplitudo ( $A = \text{mm}$ ), jarak ( $\Delta = \text{km}$ ) dan Magnetudo lokal ( $ML = SR$ ), maka tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan rumusan magnetudo lokal daerah Bandar Lampung dengan menggunakan pendekatan rumusan Charles Richter dapat terjawab. Yakni dengan cara menentukan harga koreksi  $a$  dan  $b$  yang prosesnya adalah sebagai berikut:

$$ML = \log A + a \log \Delta + b$$

yang mana harga  $a$  dan  $b$  pada rumusan di atas adalah hasil dari pendekatan linier dari data-data empiris. Yakni dengan penentuan gradien berdasarkan grafik pada diagram kartesius (X dan Y).

$$ML - \log A = a \log \Delta + b$$

Dimana ( $ML - \log A$ ) berada pada posisi Y dan  $\log \Delta$  pada posisi X. Berdasarkan data ( $ML - \log A$ ) dan  $\log \Delta$  didapatkan gambar grafik yang dilinierkan seperti tampak pada Gambar.22 di bawah ini:



Gambar 3. Grafik hubungan antara ML- log A dan log  $\Delta$

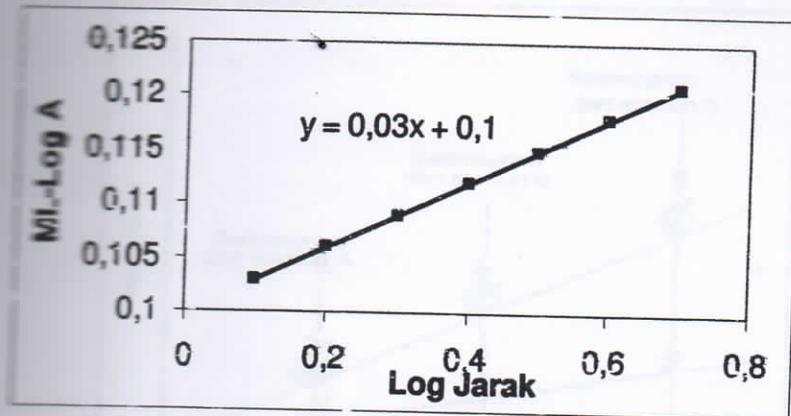
gambar di atas dapat dilihat hubungan antara  $ML - \log A$  dan  $\log \Delta$  memiliki sebaran yang mendekati linier. Grafik linier pada gambar di atas memiliki gradien ( $Y = aX + b$ ). Nilai gradien dan konstanta tersebut adalah harga  $a$  dan  $b$  yang dicari. Dengan nilai harga  $a$  (0,03) dan  $b$  (0,10),

hasil lokal daerah Bandar Lampung dirumuskan sebagai berikut:

$$ML = \log A + 0,03 \log \Delta + 0,10$$

Sebab dari data yang lebih dominan adalah pada  $\log \Delta < 1$  sehingga rumusan ini berlaku untuk  $< 10$  km. Karena  $\log < 1$  harganya negatif (-), menyebabkan fungsi jarak yang harga magnitudo. Hal ini tidak sesuai dengan konsep "jika suatu alat seismograf dan harga amplitudo yang samadengan jarak yang berbeda, jarak yang lebih jauh akan memiliki harga magnitudo yang lebih besar". Batasan yang cocok untuk rumusan magnitudo lokal adalah  $1 < \Delta < 10$  km.

Sebaliknya, Dengan menggunakan grafik, hubungan antara  $ML - \log A$  dan  $\log \Delta$  yang bentuk grafik linier dengan gradien negatif (+), dan sesuai dengan rumusan oleh Richter (California adalah grafik linier dengan gradien positif (+) maka rumusan tersebut memenuhi syarat. Grafik dari rumusan magnitudo lokal untuk daerah Lampung berdasarkan penelitian tampak seperti Gambar 23 di bawah ini:



Gambar 4. Grafik hasil penelitian

Hasil rumusan magnitudo lokal untuk masing-masing daerah memiliki perbedaan, perbedaan rumusan ini disebabkan oleh:

perbedaan konstanta fisik alat yang digunakan pada masing-masing daerah, pada penelitian ini alat yang digunakan adalah seismograf TDL-303S.

perbedaan daerah yaitu pada densitas ( $\rho$ ) batuanannya. Densitas batuan daerah Bandar Lampung 2,6 gr/cc (pada kedalaman  $< 15$  km).

dan pengaruh densitas ( $\rho$ ) terhadap harga magnitudo dapat ditelusuri dari pengertian itu sendiri: Magnitudo adalah ukuran kekuatan gempa bumi berdasarkan energi yang terserap / dilepaskan dari pusat gempanya.

gempa bumi dirumuskan  $E = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 = 2\pi^2 \rho \frac{A^2}{T^2}$ , dilihat dari rumusan energi ini,

dapat dijelaskan bahwa:

Jika pada dua daerah yang berbeda terjadi gempa bumi, dideteksi dengan menggunakan alat yang sama, dan didapatkan nilai amplitudo yang sama maka daerah yang memiliki harga densitas batuan ( $\rho$ ) yang tinggi melepaskan energi yang lebih besar.

Hubungan densitas ( $\rho$ ) dengan magnitudo gempa bumi adalah:

$$ML = \log A + a \log \Delta + b$$

Dengan jarak ( $\Delta$ ) merupakan hasil dari fungsi kecepatan yaitu berdasarkan waktu tiba gelombang

P dan S yang biasa ditulis  $T(s-p)$ . Dengan kecepatan gelombang P adalah  $V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$  dan

gelombang S adalah  $V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ .

Jadi semakin besar harga densitas batuan ( $\rho$ ) suatu daerah, maka kecepatan  $V_p$  dan  $V_s$  akan semakin besar, dan secara otomatis waktu tiba gelombang  $T(s-p)$  akan semakin cepat.

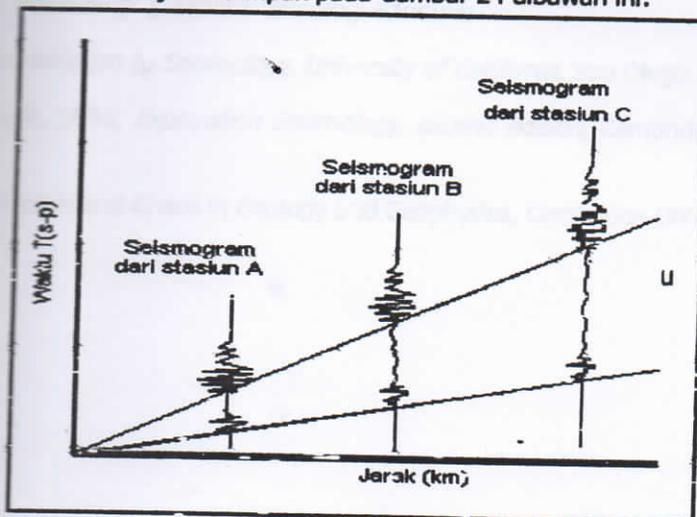
Waktu tiba gelombang  $T(s-p)$  yang semakin besar ini disebabkan oleh kecepatan dan dapat dijelaskan dengan menggunakan perbandingan antara  $V_p$  dan  $V_s$ .

$$\frac{\sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}}{\sqrt{\frac{\mu}{\rho}}} = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\mu}}$$

dimana pada lapisan cair ( $\mu = 0$ ) sedangkan pada lapisan padat ( $\lambda = \mu$ ). Sehingga persamaan di atas menjadi:

$$\sqrt{\frac{3\mu}{\mu}} = \sqrt{\frac{\mu}{\mu}} \text{ atau } \sqrt{3} : 1 \text{ jadi } V_p : V_s = \sqrt{3} : 1.$$

Hubungan antara waktu dan jarak tampak pada Gambar 24 dibawah ini:



Berdasarkan uraian di atas, sangat mungkin perbedaan rumusan magnitudo lokal gempa bumi di setiap daerah disebabkan oleh densitas batuan ( $\rho$ ) yang berbeda.

### KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat di ambil beberapa kesimpulan antara lain: (a). Harga koreksi konstanta a dan b untuk rumusan magnitudo lokal daerah Bandar Lampung adalah  $a = 0,03$  sedangkan nilai  $b = 0,10$ . (b). Rumusan magnitudo lokal daerah Bandar Lampung berdasarkan hasil pengolahan data adalah  $ML = \text{Log } A + 0,03 \text{ Log } \Delta + 4,48$ . (c). Rumusan magnitudo lokal untuk daerah Bandar Lampung ini cocok untuk dipakai pada jarak  $1 < \Delta < 10$  km. (d). Dengan menggunakan logaritma amplitudo dan jarak terdapat perbedaan antara rumusan magnitudo lokal masing-masing daerah. (e). Perbedaan rumusan magnitudo lokal oleh Richter dan hasil penelitian ini, disebabkan oleh: perbedaan magnifikasi alat, perbedaan densitas batuan ( $\rho$ ) masing-masing daerah yang ditinjau.

**DAFTAR PUSTAKA**

- USGS, 2006, <http://earthquake.usgs.gov/learning/glossary.php> tanggal akses 16 Juni 2006
- ELVINI, 2007, <http://disaster.elvini.net/earthquake.cgi>, tanggal akses 11 September 2007
- WIKIPEDIA, 2007, [http://id.wikipedia.org/wiki/Magnitudo\\_gempa](http://id.wikipedia.org/wiki/Magnitudo_gempa), tanggal akses 11 Sept 2007
- KEELING, 1978, *The Earth's Dynamics System Second Edition*, Brigham Young University Press, pp. 296-298.
- WATI, T., 2003, *Prediksi Periode Ulang Gempa Bumi dengan Metode Fraktal*, Tugas Akhir Sistem Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- AKHAR, 1980, *Pendahuluan Seismologi Jilid I*, Akademi Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, 47 hlm.
- AMINUDIN, Suanti, T., Gafoer, S., dan Sidarto, 1994, *Geologi Lembar Tanjung Karang*, Amaters, PSG, Bandung
- RIK, P., dia, 1997, *Seismologi I*, Institut Teknologi Bandung
- HEALD, 1990, *Introduction to Seismology*, University of California, San Diego 195 hlm.
- HEALD, Geldart, L.P., 1995, *Exploration Seismology, second edition*, Cambridge University Press.
- HEALD, 1992, *Fractals and Chaos in Geology and Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.