

STUDI KEGEMPAAN VULKANIK GUNUNGAPI MARAPI SUMATERA BARAT

Dwi Pujiastuti¹, Andikel Permata¹, Badrul Mustafa²

¹ Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas Padang,
e-mail Dwi_pujiastuti@yahoo.com

² Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas Padang

Abstrak

Telah dilakukan analisis data gempa vulkanik gunungapi Marapi Sumatera Barat dari tahun 2000 sampai tahun 2006 untuk menentukan besarnya nilai intensitas, posisi episenter, hiposenter dan tingkat keaktifan. Data yang digunakan adalah data dengan skala magnitudo ≥ 1 SR. Perhitungan intensitas maksimum dan intensitas menggunakan model empiris Gutenberg Richter. Hasil penelitian menunjukkan daerah Koto Baru, Batusangkar, Bukittinggi memiliki intensitas maksimum 5,1 MMI, nilai intensitas 5,09 MMI dan nilai intensitas maksimum rata-rata 2,82 MMI, 2,82 MMI dan 2,81 MMI. Perbedaan intensitas sangat kecil karena jarak ketiga daerah tersebut terhadap pusat gempa terlalu kecil. Posisi episenter umumnya tersebar di puncak gunung, sebagian di pinggang gunung dan daerah pemukiman penduduk. Hiposenter berkisar antara 1 sampai 30 km. Keaktifannya meningkat pada bulan Juni dan Juli kecuali tahun 2004 pada bulan Oktober, November, Desember keaktifannya meningkat karena dipengaruhi gempa tektonik di Gnuuang Rajo.

Kata Kunci : Gempa bumi Vulkanik, Intensitas, Hiposenter, Rumus Guttenberg Richter.

Abstract

Analyzing data of volcanic seismicity Marapi Volcano earthquake in West Sumatera has been done from 2000 until 2006 to define the value of intensity, epicentre position, hypocentre and active phase. The data that used is the magnitude scale ≥ 1 SR. The calculation of vulkanic earthquake intensity maximum and intensity is using the Guttenberg Richter formula. The result of the research shows that Koto Baru, Batusangkar, Bukittinggi have value maximum intensity 5,1 MMI, value intensity 5,09 MMI and value rates maximum intensity 2,82 MMI, rates intensity 2,82 MMI, 2,82 MMI, 2,81 MMI. Difference a intensity is too small it is caused of small range of that places to central earthquake. Epicentre position is at top of the mount, a half at middle mount, and community settlement. Hiposentre is between 1 – 30 km. At June and Juli Marapi activy was rised, except 2004 at moon October, November, December activity was rised because of the tectonic earthquake in Gnuuang Rajo.

Keywords : volcanic earthquake, intensity, hypocentre, Guttenberg Richter Formula

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dan terkenal sebagai negara yang mempunyai gunungapi terbanyak di dunia, terletak pada pertemuan tiga lempeng kerak bumi, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik. Akibat pertemuan ketiga lempeng tersebut menimbulkan jalur gunungapi aktif yang memanjang dari Aceh sampai Sulawesi Utara. Di Indonesia terdapat sekitar 500 gunung, 129 diantaranya dikategorikan sebagai gunungapi aktif yang bisa meletus setiap saat. Salah satu gunungapi tersebut adalah gunungapi Marapi yang terletak di Kabupaten Agam dan Kabupaten Tanah Datar Provinsi Sumatera Barat.

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk Indonesia, dituntut pula untuk mengembangkan daerah pemukiman penduduk, perkotaan dan lokasi industri ke daerah yang baru. Sumatera Barat sebagai salah satu provinsi di Indonesia yang juga memiliki barisan gunungapi aktif, juga tidak ketinggalan dalam menyikapi perkembangan tersebut. Untuk terlaksananya pembangunan dibidang fisik tersebut, diperlukan perencanaan yang matang dan baik untuk menghindari resiko gempa. Melihat kondisi perkembangan penduduk di atas dikhawatirkan bahaya letusannya dapat mengakibatkan bencana yang hebat.

Studi karakteristik gempa vulkanik gunungapi Marapi ini menggunakan data gempa yang berasal dari gunungapi Marapi yang terletak pada 0,38 LS dan 100,44 BT. Dan memiliki magnitudo besar dari 1

SR. Data gempa yang digunakan pada penelitian ini adalah yang tercatat dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2006.

Penelitian bertujuan untuk memperoleh karakteristik gempa vulkanik gunungapi Marapi dengan melihat bagaimana sebaran episenter, magnitudo, hiposenter, dan intensitasnya sehingga dapat diketahui daerah-daerah rawan gempa disekitar gunungapi Marapi.

2. Metode

Data

Data yang diperlukan dalam penelitian adalah data sekunder berupa data parameter-parameter gempa yaitu waktu terjadinya gempa berupa tahun, bulan, tanggal, jam, menit dan detik kejadian gempa, lokasi episenter gempa berupa koordinat lintang dan bujur, kedalaman atau hiposenter gempa dan magnitudo. Data yang terkumpul adalah data yang tercatat dari tahun 2000 sampai tahun 2006. Data ini diperoleh dari Badan Vulkanologi Bukittinggi dan Badan Meteorologi dan Geofisika Padang Panjang. Data gempa yang tercatat sebanyak 182 kejadian gempa, kemudian diambil gempa dengan magnitudo ≥ 1 SR

Metode

1. Penentuan koordinat daerah penelitian
2. Diambil satu titik koordinat di tiga daerah yang terdapat di kaki gunungapi Marapi yaitu Koto Baru yang terletak antara 0,2 LS dan 100,55 BT, Batusangkar yang terletak antara 0,28 LS dan 100,44 BT, dan Bukittinggi yang erletak antara 0,27 LS dan 100,44 BT.
3. Menghitung intensitas gempa maksimum pada episenter gempa.
Intensitas maksimum tiap-tiap kejadian gempa dihitung dengan menggunakan persamaan Gutenberg Richter (1942).

$$I_0 = 1,5 (M - 0,5) \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

I_0 = Intensitas Maksimum (MMI)
M = magnitudo (skala richter).

4. Dihitung intensitas tiap-tiap kejadian gempa dengan menggunakan persamaan Gutenberg-Richter (1942)

$$I_0 - I = 3 \log \frac{r^2 + h^2}{h^2} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

I = Intensitas (MMI)
 I_0 = Intensitas Maksimum (MMI)
 r = jarak (km)
 h = kedalaman (km)

jarak yang dihitung adalah jarak tiap-tiap daerah yang terdapat disekitar kaki gunungapi Marapi yaitu Koto Baru, Batusangkar, dan Bukittinggi dengan episenter gempa. Jarak episenter dapat dihitung dengan persamaan :

$$r^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \dots \dots \dots 3$$

dengan :

x_1 = lintang episenter
 x_2 = lintang daerah disekitar kaki gunung api Marapi
 y_1 = bujur episenter
 y_2 = bujur daerah disekitar kaki gunungapi Marapi

Jarak yang didapat kemudian dikonversikan ke dalam km dimana $1^\circ = 111$ km.

5. Memetakan nilai intensitas dengan menggunakan program Arc.View Gis.
6. Menentukan sebaran episenter dengan menggunakan program Arc.View Gis.
7. Membuat penampang melintang hiposenter dengan menggunakan *Software Adobe Photoshop 7.0*.
8. Membuat frekuensi gempa dari tahun 2000 sampai tahun 2006.

3. Hasil dan Diskusi

Peta sebaran episenter, magnitudo dan hiposenter dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2. Intensitas maksimum dan intensitas untuk tiap-tiap daerah Koto Baru, Batusangkar, dan Bukittinggi

dapat dilihat pada Tabel 1. Data hasil perhitungan diolah dengan *Arc view* untuk mendapatkan peta intensitas dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4., dan Gambar 5. Sebaran hiposenter gempa dapat dilihat pada gambar 6. Frekuensi gempa pertahun untuk tahun 2000 sampai 2006 dapat dilihat pada Gambar 7 sampai Gambar 13.

Banyaknya data gempa bumi vulkanik gunungapi Marapi periode 2000 sampai dengan 2006 tercatat 78 kali kejadian gempa vulkanik dengan magnitudo ≥ 1 SR dan 104 kali gempa vulkanik dengan magnitudo antara 0 dan 1 SR (lampiran A). Untuk data dengan magnitudo antara 0 dan 1 SR pada gunungapi Marapi sering terjadi karena adanya tremor yaitu gempa yang terjadi pada gunungapi Marapi disebabkan oleh penjalaran atau perjalanan magma dari kantong magma melalui pipa kawah atau pipa kapundan menuju kawah dasar. Magma bergerak aktif ditandai dengan adanya di puncak gunungapi Marapi sering mengeluarkan asap. Kemudian karena adanya *Explosion earthquake* yaitu gempa yang terjadi karena sejumlah besar bongkah lava, gas dan material lain seperti pasir dimuntahkan dengan ledakan kuat hal ini terjadi juga karena aktifitas magma, yaitu penjalaran magma dari pipa kawah atau pipa kapundan menuju kawah permukaan.

Episenter gempa gunungapi Marapi terdistribusi sebagian besar pada puncak Marapi, sedangkan untuk gempa pada daerah pemukiman penduduk terkonsentrasi pada koordinat $0,28^{\circ}\text{LS} - 0,30^{\circ}\text{LS}$ dan $100,44^{\circ}\text{BT} - 100,47^{\circ}\text{BT}$ yaitu daerah Tanah Datar yang meliputi daerah Simabur (Kecamatan Pariangan), Kubu Karambia (Kecamatan Batipuh) dan Parak Jua (Kecamatan Limo Kaum), Koto (Kecamatan Sungai Tarab), Rao-Rao (Kecamatan Salimpaung). Kemudian pada koordinat $0,2^{\circ}\text{LS} - 0,6^{\circ}\text{LS}$ dan $100,55^{\circ}\text{BT} - 100,58^{\circ}\text{BT}$ yaitu daerah Padang Panjang yang meliputi daerah X Koto, Koto Baru. Kemudian pada koordinat $0,25^{\circ}\text{LS} - 0,27^{\circ}\text{LS}$ dan $100,41^{\circ}\text{BT} - 100,43^{\circ}\text{BT}$ yaitu daerah Agam yang meliputi daerah Sungai Puar dan Bukittinggi. Dapat dikatakan pada daerah-daerah tersebut merupakan daerah rawan gempa.

Dari hasil perhitungan nilai intensitas maksimum gempa vulkanik gunungapi Marapi nilai intensitas maksimum terbesar yang terasa di daerah Koto Baru adalah 5,1 MMI. Hal ini disebabkan oleh magnitudo gempa sebesar 3,9 SR, kejadian gempa ini pada tanggal 7 Agustus 2001 pada koordinat $0,36^{\circ}\text{LS}$ dan $100,43^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 8 km. Dan intensitas maksimum yang terkecil adalah 0,9 MMI. Dengan intensitas adalah 0,89 MMI. Hal ini disebabkan oleh magnitudo 1,1 SR, kejadian gempa ini pada tanggal 12 Juni 2001 pada koordinat $0,43^{\circ}\text{LS}$ dan $100,45^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 19 km.

Intensitas maksimum terbesar yang terasa di daerah Batusangkar adalah 5,1 MMI. Hal ini disebabkan oleh magnitudo gempa sebesar 3,9 SR. Kejadian gempa ini pada tanggal 7 Agustus 2001 pada koordinat $0,36^{\circ}\text{LS}$ dan $100,43^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 8 km. Dan intensitas maksimum yang terkecil adalah 0,9 MMI. Hal ini disebabkan oleh magnitudo 1,1 SR, kejadian gempa ini pada tanggal 12 Juni 2001 pada koordinat $0,43^{\circ}\text{LS}$ dan $100,45^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 19 km.

Intensitas maksimum terbesar yang terasa di daerah Bukittinggi adalah 5,1 MMI. Hal ini disebabkan oleh magnitudo gempa sebesar 3,9 SR, kejadian gempa ini pada tanggal 7 Agustus 2001 pada koordinat $0,36^{\circ}\text{LS}$ dan $100,43^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 8 km. Dan intensitas maksimum yang terkecil adalah 0,9 MMI. Dengan intensitas adalah 0,89 MMI. Hal ini disebabkan oleh magnitudo 1,1 SR, kejadian gempa ini pada tanggal 12 Juni 2001 pada koordinat $0,43^{\circ}\text{LS}$ dan $100,45^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 19 km.

Intensitas rata-rata untuk daerah Koto Baru, Batusangkar, Bukittinggi adalah 2,82 MMI, 2,82 MMI, 2,81 MMI. Pada Gambar 4 terlihat intensitas semakin mengecil dengan bertambahnya jarak dari episenter gempa ke masing-masing daerah disekitar kaki gunungapi Marapi yaitu Koto Baru, Batusangkar, Bukittinggi. Walaupun perbedaan intensitas antar daerah tersebut cukup kecil namun dengan melihat intensitas yang paling besar dapat kita ketahui daerah yang paling rentan adalah daerah Simabur, Rao-Rao, dan Koto Baru.

Pada Gambar 6 kedalaman sumber gempa antara 1-9 km terdistribusi sebagian besar di puncak dan pinggang gunung, ini disebabkan oleh aktifitas magma yang terjadi di kawah. Gempa pada kedalaman ini juga tersebar pada daerah pemukiman penduduk. Gempa pada kedalaman 10-19 tersebar pada pinggang gunung dan daerah pemukiman penduduk. Gempa yang terjadi pada tanggal 5 November 2001 pada koordinat $0,35^{\circ}\text{LS}$ dan $100,5^{\circ}\text{BT}$ dengan kedalaman 15 km jauh dari daerah gunungapi seakan-akan gempa ini disebabkan oleh gempa tektonik, tetapi ini dipengaruhi oleh aktifitas magma dari gunungapi. Gempa pada kedalaman 20-30 km terjadi sedikit sekali karena gempa gunungapi penyebab utamanya adalah aktifitas magma yang terjadi didalam kawah. Kawah-kawah yang ada pada gunungapi berkisar antara 1-10 km, jadi gempa yang terjadi pada kedalaman ≥ 20 terjadi di dapur magma, dimana kedalaman dapur magma berkisar antara 20-35 km.

Dari grafik sebaran frekuensi gempa dapat kita lihat bahwa pada bulan Juni dan Juli paling banyak terjadi gempa. Dari Gambar 7 pada bulan Juni terjadi 4 kali kejadian gempa, pada bulan Juli terjadi 4 kali kejadian gempa. Dari Gambar 8 pada bulan Juni terjadi 5 kali kejadian gempa, bulan Juli 5 kali kejadian gempa. Dari Gambar 9 bulan Juni dan Juli terjadi 4 kali dan 3 kali kejadian gempa. Dari Gambar 10 pada bulan Juni dan Juli terjadi 6 kali dan 5 kali kejadian gempa. Dari Gambar 11 pada

bulan Juni dan Juli terjadi 7 kali dan 6 kali kejadian gempa. Dari Gambar 12 pada bulan Juni dan Juli terjadi 4 kali dan 3 kali kejadian gempa. Dari Gambar 13 pada bulan Juni dan Juli terjadi 3 kali dan 5 kali kejadian gempa. Umumnya magnitudo gempa pada bulan ini berkisar antara 0 sampai dengan 1 SR yang dinamakan dengan tremor yaitu gempa yang terjadi karena getaran-getaran yang disebabkan oleh aktifitas magma yang bergerak dari kantong magma melalui pipa kapundan menuju kaldera atau kawah. Ini menandakan bahwa pada bulan Juni dan Juli aktifitas magma gunungapi meningkat. Pada bulan Oktober, November dan Desember umumnya frekuensi gempa mengecil bahkan pada bulan tersebut tidak terjadi gempa sama sekali.

Dari Gambar 11, tahun 2004 paling banyak terjadi gempa yaitu sebanyak 37 kali. Pada bulan Oktober terjadi 2 kali, bulan November 3 kali, bulan Desember 4 kali. Hal ini dipengaruhi oleh gempa tektonik yang terjadi pada tanggal 16 Februari 2004 di Gunung Raju, Kecamatan Batipuh, Sebagaimana kita ketahui bahwa gempa tektonik sangat besar pengaruhnya terhadap aktifitas magma gunungapi.

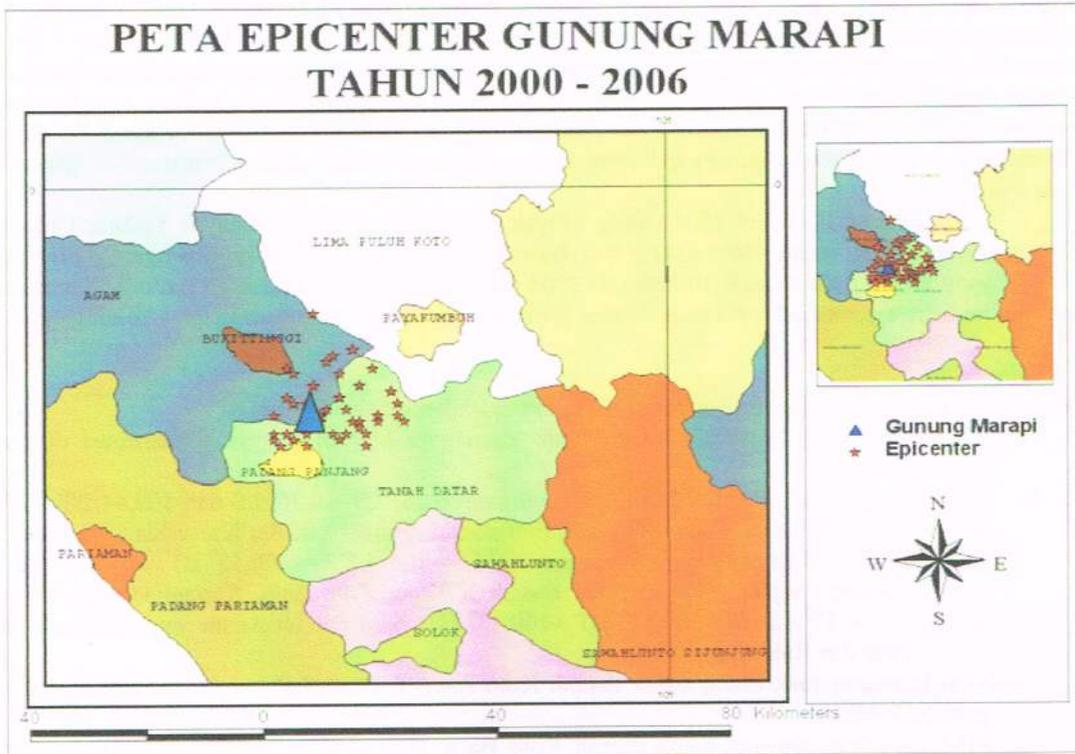
4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisa dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

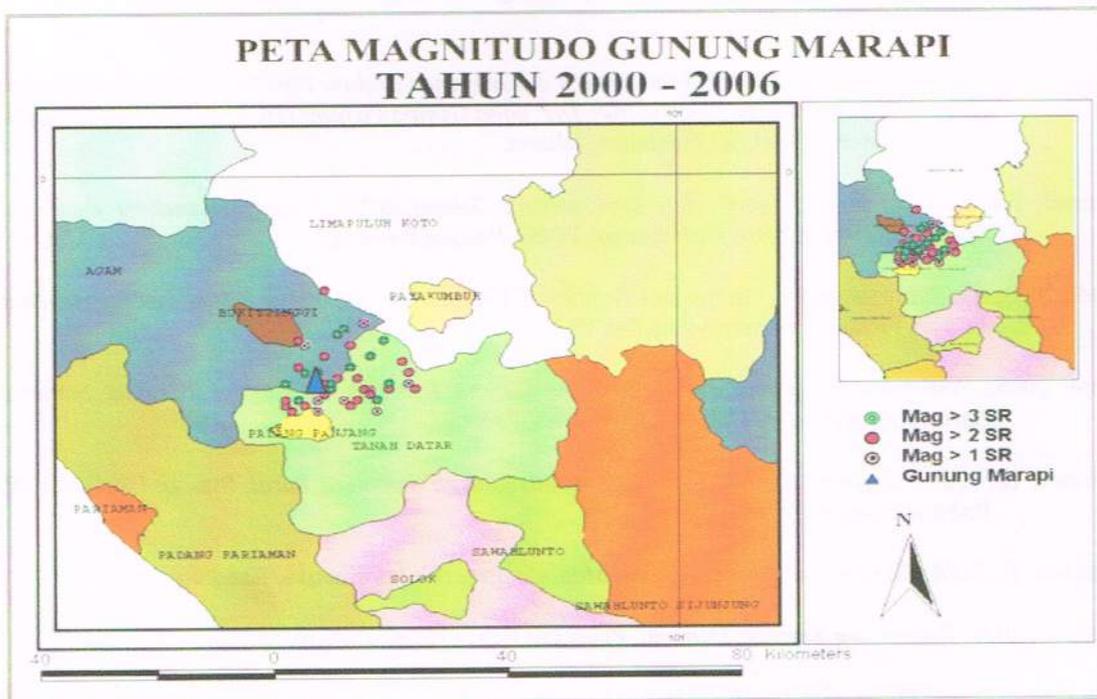
1. Sebaran episenter gempa bumi vulkanik gunungapi Marapi banyak terdistribusi di puncak gunung Marapi.
2. Daerah yang rawan gempa adalah pada koordinat $0,28^{\circ}$ LS – $0,30^{\circ}$ LS dan $100,44$ BT – $100,47$ BT yaitu daerah Tanah Datar yang meliputi daerah Simabur, Kubu Karambia, dan Parak Jua, Koto, Rao-Rao. Kemudian pada koordinat $0,2^{\circ}$ LS – $0,6^{\circ}$ LS dan $100,55^{\circ}$ BT – $100,58^{\circ}$ BT yaitu daerah Padang Panjang yang meliputi daerah X Koto, Koto Baru. Kemudian pada koordinat $0,25^{\circ}$ LS – $0,27^{\circ}$ LS dan $100,41^{\circ}$ BT – $100,43^{\circ}$ BT yaitu daerah Agam yang meliputi daerah Sungai Puar dan Bukittinggi.
3. Nilai intensitas maksimum untuk daerah Koto Baru, Batusangkar dan Bukittinggi adalah sama yaitu 5,09 MMI.
4. Nilai intensitas rata-rata untuk daerah Koto Baru, Batusangkar dan Bukittinggi berturut-turut 2,82 MMI, 2,82 MMI, 2,81 MMI.
5. Gunungapi Marapi adalah jenis gunungapi aktif normal.
6. Magnitudo gempa vulkanik gunungapi Marapi tidak ada yang lebih dari empat SR karena gempa yang terjadi disebabkan oleh aktifitas magmanya kecuali apabila gunungapi mengalami erupsi. Dan hiposenternya berkisar antara 1 sampai dengan 30 km.

Daftar Pustaka

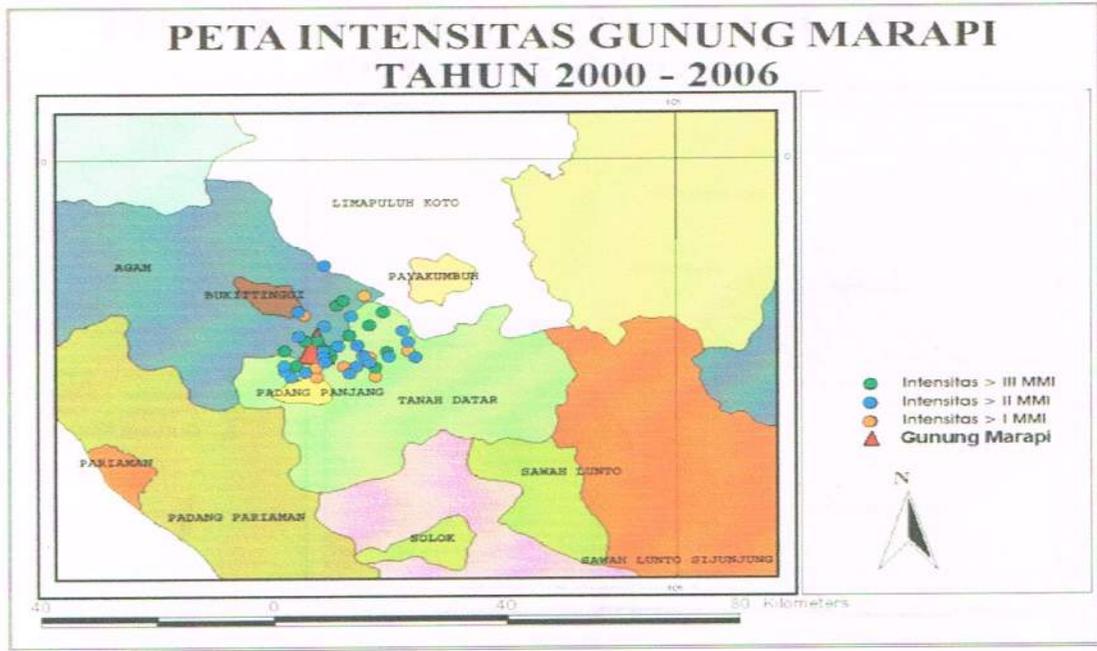
- Afiadi, F., 2005, *Analisis Broadband Seismograph 3 Komponen Dalam Rangka Penentuan Polarisasi Gelombang Gempa dan Vektor Strike DIP pada Gempa Padang (10 April 2005)*, Skripsi DIII Akademi Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Ahmad, Irwin, 2002, *Pola Tektonik dan Karakteristik Gempa Lokal Propinsi Sumatera Barat dan Sekitarnya*, Departemen Perhubungan BMG, Padang Panjang.
- Dedi, 2003, *Aktifitas Vulkanisme Gunungapi Tandikat Ditinjau dari Pengamatan Visual dan Instrumental*, Jurusan Fisika, Universitas Andalas, Padang.
- Doni, 2003, *Penentuan Parameter dan Seismisitas Gempa Vulkanik Gunungapi Tandikat Sumatera Barat*, Jurusan Fisika, Universitas Andalas, Padang.
- Nurman, H., 2002, *Laporan Analisa Statistik Aktivitas Gempa Sumatera Barat*, Stasiun Geofisika PPI, Padang Panjang.
- Prahasta, E., 2004, *SIG Belajar dan Memahami MapInfo*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Sieh, K., 2005, *Proceeding Seminar Tsunami*, Pangeran Beach Hotel, Padang.
- Skinner, J. Brian, Porter, Stephen C., 1992, *The Dynamic Earth an Introduction to Physical Geology*, John Wiley & Sons, Inc, USA.
- Subardjo, 2001, *Intensitas Seismik Maksimum dan Percepatan Tanah Untuk Beberapa Kota di Indonesia*, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.



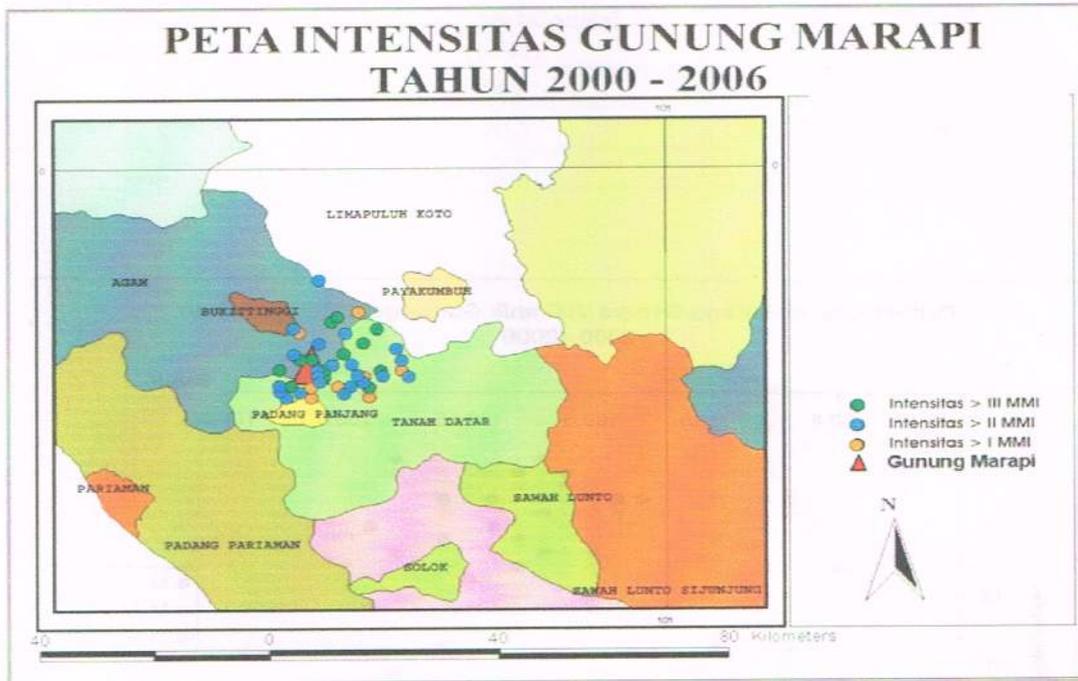
Gambar 1 Peta Episenter Gunungapi Marapi



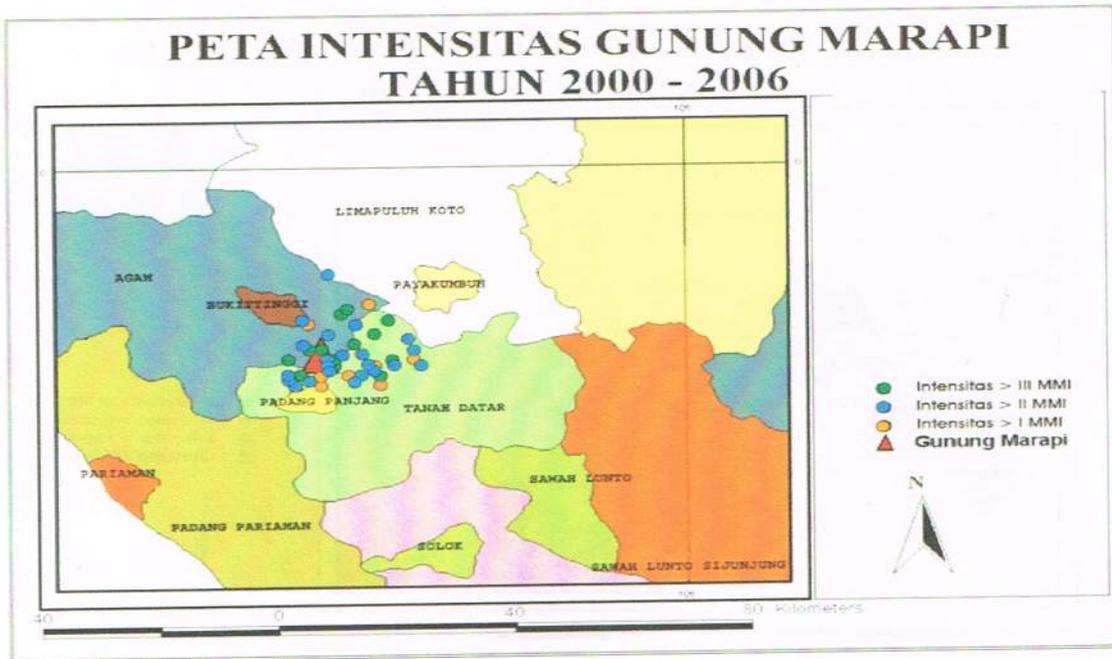
Gambar 2 Peta Seismisitas Gunungapi Marapi berdasarkan Magnitudo



Gambar 3 Peta Intensitas untuk daerah Koto Baru



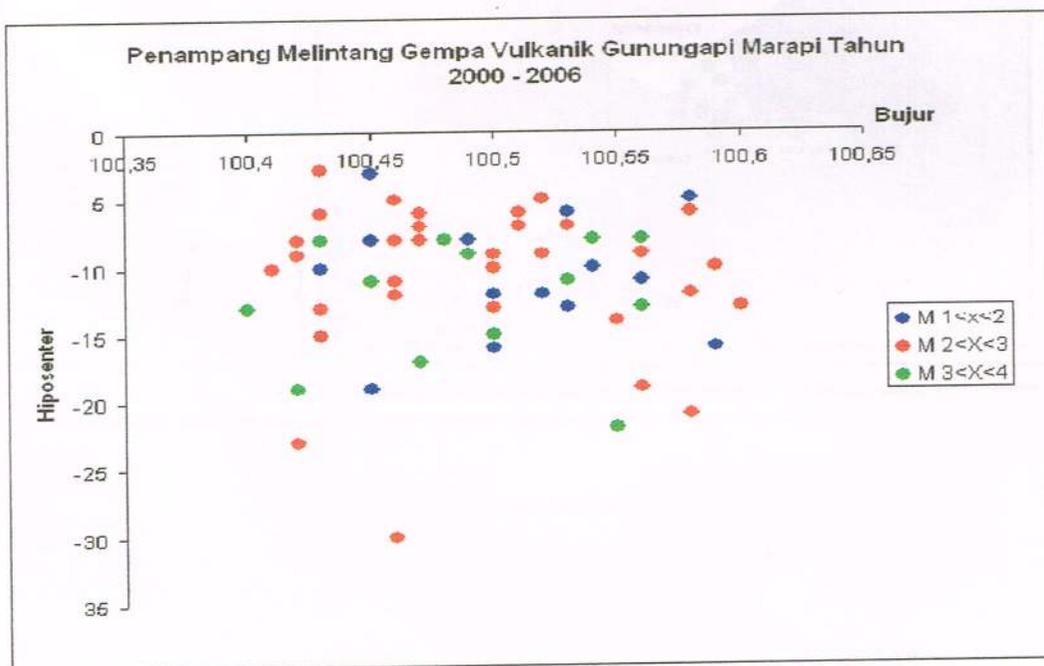
Gambar 4 Peta Intensitas untuk daerah Batusangkar



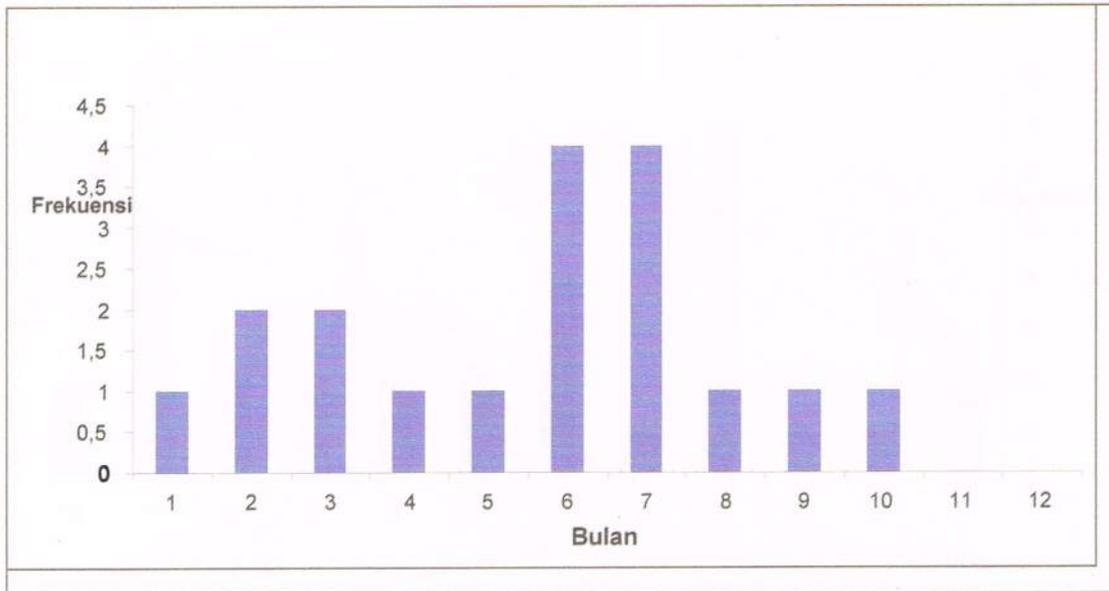
Gambar 5 Peta Intensitas untuk daerah Bukittinggi

Tabel 1 Nilai Intensitas Maksimum dan Intensitas rata-rata Gempa Vulkanik gunungapi Marapi

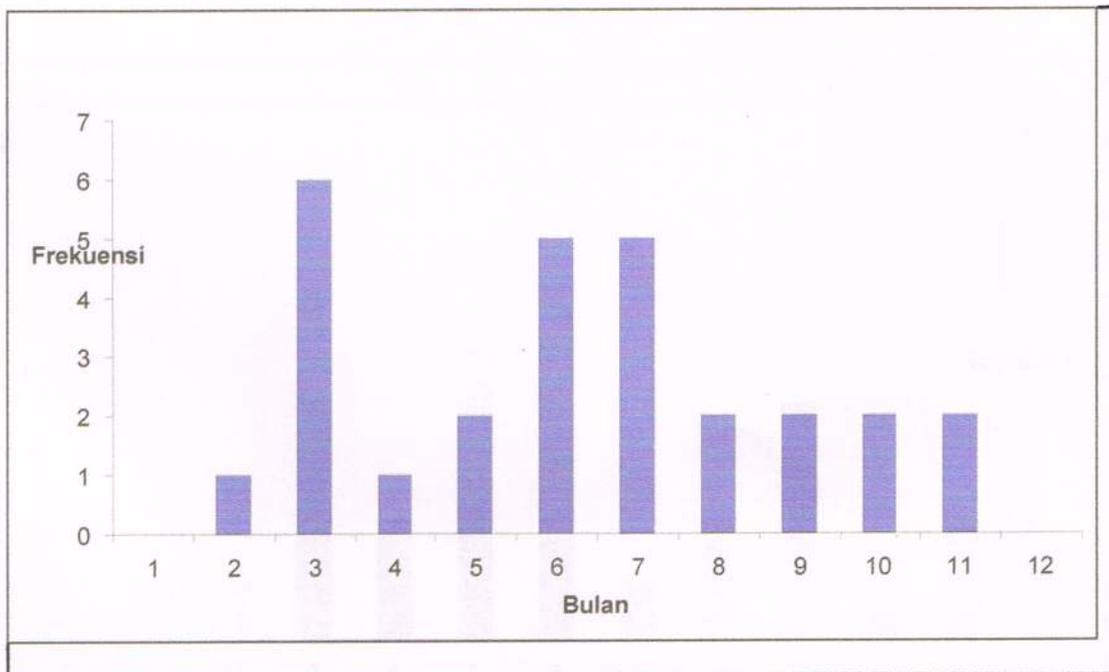
No	Daerah Penelitian	Intensitas maksimum (MMI)	Intensitas Rata-rata (MMI)
1	Koto Baru	5,09	2,82
2	Batusangkar	5,09	2,82
3	Bukittinggi	5,09	2,81



Gambar 6 Penampang melintang hiposenter gempa vulkanik gunungapi Marapi



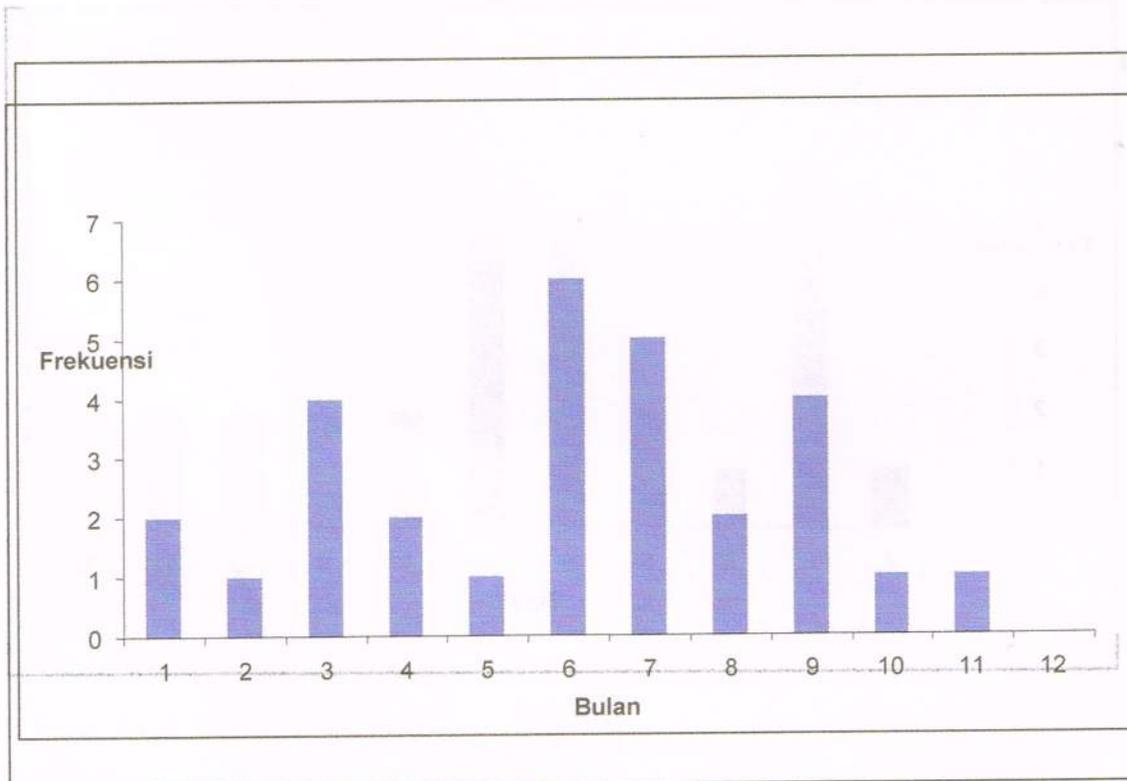
Gambar 7 Grafik frekuensi gempa tahun 2000



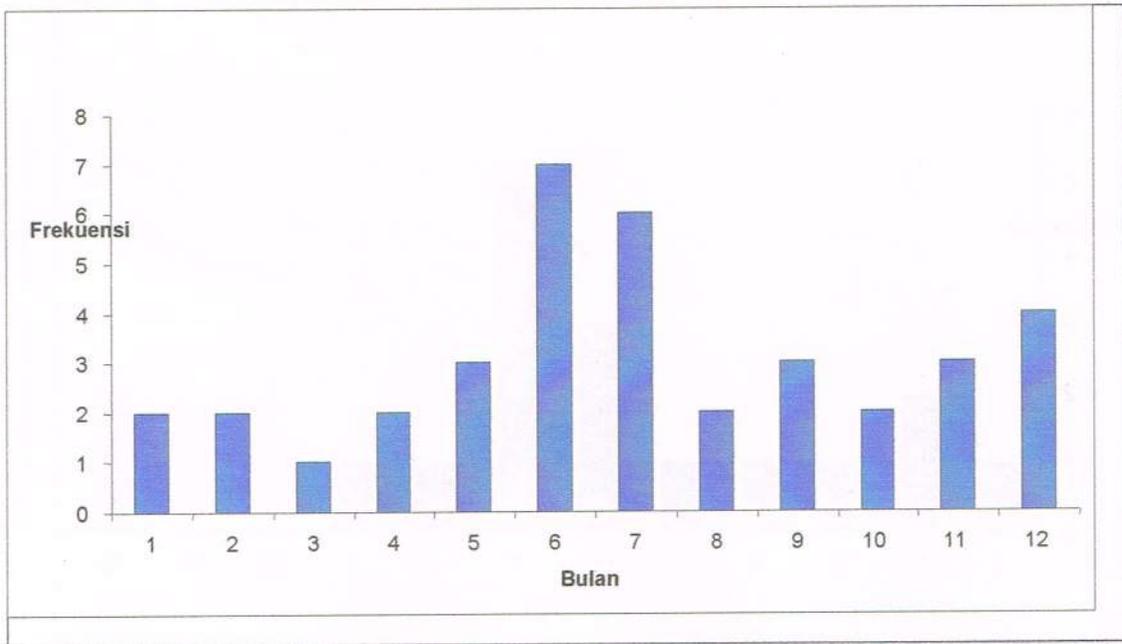
Gambar 8 Grafik frekuensi gempa tahun 2001



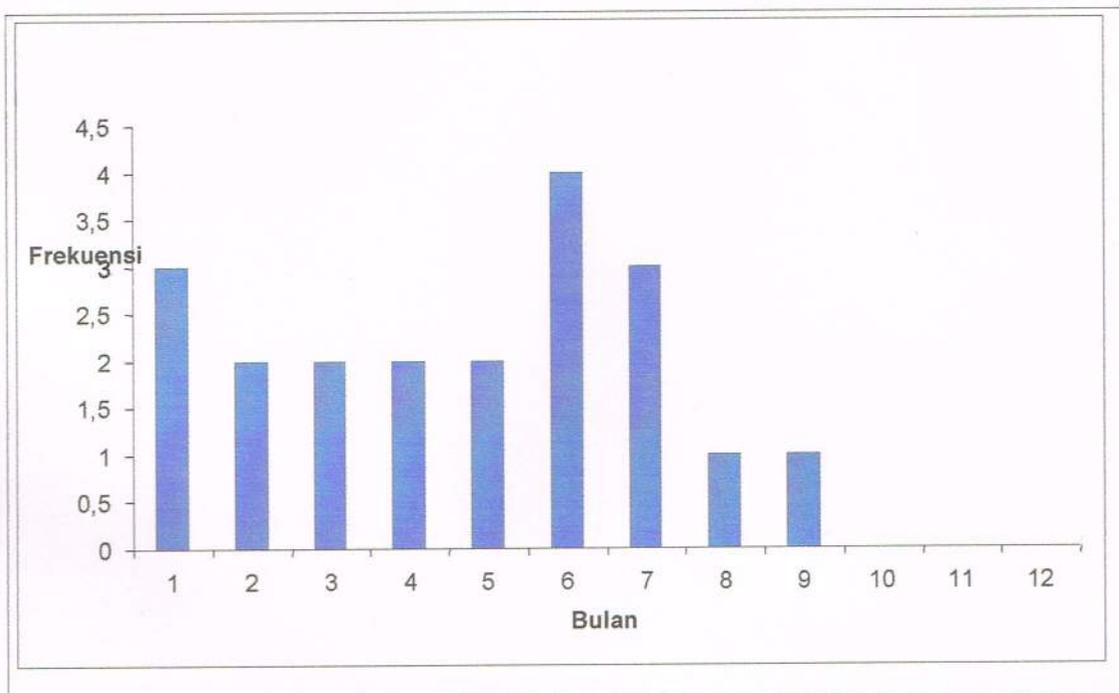
Gambar 9 Grafik frekuensi gempa tahun 2002



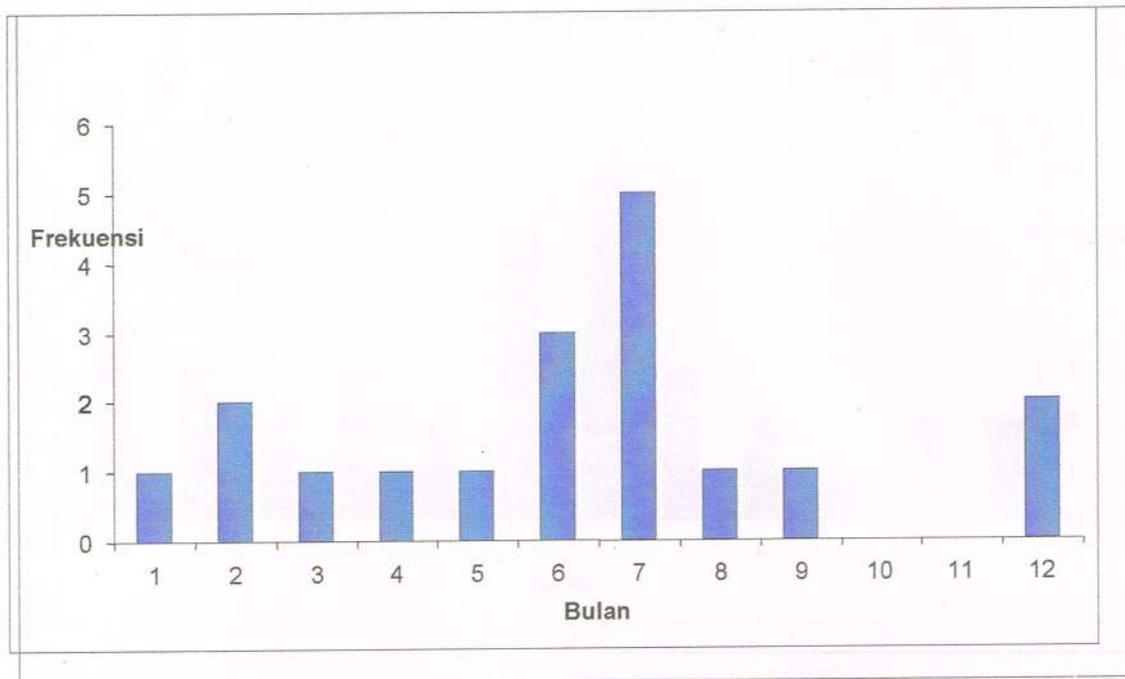
Gambar 10 Grafik frekuensi gempa tahun 2003



Gambar 11 Grafik frekuensi gempa tahun 2004



Gambar 12 Grafik frekuensi gempa tahun 2005



Gambar 13 Grafik frekuensi gempa tahun 2006