© HAK CIPTA MILIK UNIVERSITAS ANDALAS



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
- 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

ANAILISIS DISTRIBUSI RUANG DAN WAKTU GEMPA BUMI DI DAERAH SUBDUKSI SUMATERA

(Studi Kasus: Gempa Aceh 2004, Gempa Nias 2005, Gempa Pagai 2010, Gempa Bengkulu 2007, dan Gempa Bengkulu 2000)

SKRIPSI



RIA ANGRA DEWI 06 135 037

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011

DAFTAR ISI

Hai	aman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	V
DAFTAR TABEL	
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.2 Teori Elastisitas	
2.3 Gempa Bumi	12-
III. METODA PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 3.2 Tata Laksana Penelitian	22 22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Kasus Gempa Aceh 2004	26
4.2 Kasus Gempa Nias 2005	29
4.3 Kasus Gempa Pagai 2010	32
4.4 Kasus Gempa Bengkulu 2007	34
4.5 Kasus Gempa Bengkulu 2000	37
4.6 Hubungan Distribusi Ruang dan Waktu Gempa Susulan Terhadap Magnitudo Gempa Utama	40
5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Haiam	ıan
Gambar 2.1 Lempeng Tektonik Dunia	4
Gambar 2.2 Pergerakan Lempeng Indo-Australia ke Dalam Lempeng Eurasia	5
Gambar 2.3 Zona Subduksi	7
Gamba <mark>r 2.4 Ba</mark> tas-batas Lempeng Tektonik	8
Gambar 2.5 Hubungan Antara Gaya dan Pertambahan Panjang	H
Gamb <mark>ar 2.6 Proses</mark> Deformasi Batuan yang Mengakibatkan Gempa Bumi	13
Gambar 4.1 Peta Penyebara <mark>n</mark> Gempa Susulan Aceh 2004	26
Gamba <mark>r 4.2 Gra</mark> fik Frekue <mark>nsi G</mark> empa Bumi Susulan Aceh Masing-ma <mark>sing</mark> Metode	29
Gamba <mark>r 4.3 Peta</mark> Penyebaran Gempa Susulan Nias 2005	30
Gamb <mark>ar 4.4 Grafik Frekue</mark> nsi Gempa Bumi Susulan Nias M <mark>asing-</mark> masing	
Metode	32
Gambar 4.5 Peta Penyebaran Gempa Susulan Pagai 2010	33
Gambar 4.6 Grafik Frekuensi Gempa Bumi Susulan Pagai Masing-masing Metode	35
Gambar 4.7 Peta Penyebaran Gempa Susulan Bengkulu 2007	36
THUDDAY AANT	37
	39
Gambar 4.10 Grafik Frekuensi Gempa Bumi Susulan Bengkulu Masing-masing Metode	40

DAFTAR TABEL

Halam	ian
Data Gempa Utama	23
•	28
Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Nias 2005	31
Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Pagai 2010	34
Harga <i>a, b</i> dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Bengkulu 2007	37
Harga <i>a,b</i> dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Bengkulu 2000	40
Hubungan Magnitudo Gempa Utama dengan Distribusi Ruang Kelima Kasus	41
Hubungan Distribusi Waktu dengan Distribusi Ruang Kelima Kasus	42
	Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Aceh 2004 Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Nias 2005 Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Pagai 2010 Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Bengkulu 2007 Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Bengkulu 2007 Harga a,b dan r Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Bengkulu 2000 Hubungan Magnitudo Gempa Utama dengan Distribusi Ruang Kelima Kasus

DAFTAR LAMPIRAN

				- 4	
n	al	**	0	0	\mathbf{H}
	เมเ	п	ıи	121	п

Lampiran 1 Data gempa bumi susulan gempa Aceh 2004	46
Lampiran 2 Pengolahan data distribusi waktu	56

ABSTRAK

Analisis distribusi ruang dan waktu gempa bumi telah dilakukan terhadap lima kasus gempa besar di daerah subduksi Sumatera. Kelima kasus tersebut adalah gempa Aceh 2004, gempa Nias 2005, gempa Bengkulu 2000, gempa Bengkulu 2007 dan gempa Pagai 2010. Data yang digunakan adalah data gempa bumi dengan magnitudo sama atau besar dari 5 SR (Skala Rihter) yang diunduh dari USGS (United State Geological Service). Distribusi ruang ditentukan dengan menghitung luas daerah penyebaran gempa susulan yang diplot pada peta dikali dengan kedalaman maksimum, dan distribusi waktu merupakan lama berakhirnya gempa susulan. Hasil perhitungan menunjukan bahwa distribusi ruang bergantung pada magnitudo gempa utama. Pola penyebaran gempa susulan kelima kasus yaitu memanjang ke Utara. Dari empat metode yang digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan yaitu metode Omori, Mogi I, Mogi II, dan Utsu, metode Mogi II yang paling mendekati keadaan sebenarnya.

Kata kunci: Gempa bumi, subduksi distribusi ruang dan distribusi waktu.

ABSTRACT

An analysis of space and time distribution of earthquake in subduction zone of Sumatera have been done to five big earthquake's cases in subduction zone of Sumatera. Fifth of the cases are earthquake of Aceh 2004, earthquake of Nias 2005, earthquake of Pagai 2010, earthquake of Bengkulu 2007 and earthquake of Bengkulu 2000. The earthquake of data that were analyzed are the earthquake's magnitude are equal and more than 5.0 SR from USGS (United State Geological Service). Space of distribution determined by calculating wide of spreading of aftershock wich have been ploted at map and multiplied with maximum deepness, time of distribution represent time end aftershock. Result of calculation indicated that space of distribution base on prominent earthquake's magnitude. Pattern spreading of fifth aftershock of cases that is length to North. From four method used to calculate time end aftershock that are method of Omori, Mogi I, Mogi II and Utsu, method of Mogi II most coming near of situation in fact.

Keysword: earthquake, subduction, spece of distribution, and time of distribution.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi susulan adalah gempa yang terjadi setelah gempa bumi utama yang magnitudonya lebih kecil daripada gempa bumi utama dan episenternya berada di sekitar episenter gempa bumi utama. Pola penyebaran gempa bumi susulan bergantung pada keadaan tektonik suatu wilayah. Luas daerah penyebaran gempa bumi susulan yang dikaitkan dengan kedalaman maksimum gempa bumi susulan disebut distribusi ruang. Dengan mengetahui distribusi ruang penyebaran gempa bumi susulan beberapa daerah, maka kita dapat membandingkan keadaan tektonik daerah-daerah tersebut.

Gempa-gempa susulan yang magnitudonya relatif cukup besar selalu meresahkan masyarakat, untuk itu perlu metode untuk mengetahui kapan berakhir gempa susulan atau disebut dengan distribusi waktu gempa bumi susulan. Saat ini ada empat metode untuk menentukan distribusi waktu berakhirnya gempa bumi susulan yaitu metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu. Namun tidak semua metode ini bisa digunakan untuk tiap daerah. Jadi kita perlu menentukan mana metode yang paling tepat dari keempat metode yang bisa digunakan pada suatu daerah.

Sabrina (2009) melakukan penelitian untuk menentukan distribusi waktu dan luasan deformasi gempa bumi Manokwari, yang mengambil data gempa bumi dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Pusat Jakarta dengan magnitudo antara 2.5 dan 9.0 Skala Rihter (SR). Lokasi episenter gempa utama pada koordinat 0,58 LS dan 132,85 BT, 132 km Barat Manokwari, Papua Barat. Dalam penelitian ini digunakan 4 metode untuk distribusi waktu yaitu metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu. Berdasarkan nilai korelasi tertingginya diperkirakan akan mencapai aktifitas gempa bumi susulan minimum dalam kurun waktu 200 hari setelah kejadian gempa bumi utama. Untuk menghitung luasan daerah deformasi menggunakan rumus Utsu dan Seki.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis distribusi ruang dan waktu untuk lima kasus gempa yang berada di zona subduksi Sumatera. Zona subduksi merupakan zona aktif karena merupakan daerah pertemuan lempeng Eurasia dan Indo-Australia yang banyak menyebabkan gempa-gempa besar. Adapun kelima kasus gempa tersebut adalah gempa Aceh 2004, gempa Nias 2005, gempa Pagai 2010, gempa Bengkulu 2007 dan gempa Bengkulu 2000. Data gempa diunduh dari website USGS (United State Geological Service) yaitu www.usgs.gov/dengan magnitudo gempa sama atau besar 5,0 SR karena gempa dengan magnitudo tersebut masih terasa kuat oleh manusia.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran keadaan tektonik wilayah subduksi Sumatera dan penentuan massa tanggap darurat (lama berakhir gempa susulan).

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis distribusi ruang dan distribusi waktu gempa bumi susulan di daerah subduksi Sumatera sehingga dapat diketahui keadaan tektonik daerah subduksi Sumatera dan metode yang paling tepat dalam memperkirakan kapan berakhirnya gempa bumi susulan.



BAB II

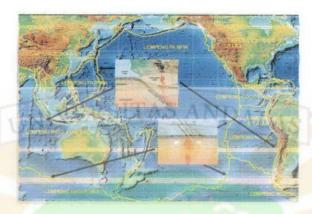
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Tektonik Lempeng (Plate Tectoic Theory)

Teori tektonik lempeng berawal dari pengamatan Wagener (1912) mengenai kesimetrisan bentuk pantai Timur Amerika Selatan dengan pantai Barat Afrika. Menurut teori tektonik lempeng kerak bumi terpecah menjadi 6 lempeng besar yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, Amerika, Indo-Australia, Afrika dan Antartika selain itu juga terdapat lempeng-lempeng kecil. Lempeng-lempeng tersebut saling bergerak relatif satu sama lain dengan arah dan kecepatan berbeda, seperti yang ditunjukan oleh Gambar 2.1. Pergerakan lempeng tersebut disebabkan adanya arus konveksi di bawah mantel bumi. Pergerakan lempeng tektonik menyebabkan aktivitas tektonik seperti pembentukan pegunungan, gunung api dan terjadinya gempa bumi. Pada batas lempeng yang bergerak baik tumbukan, gesekan, maupun perpindahan merupakan daerah seismik aktif. Akibatnya di daerah ini sering terjadi gempa bumi.

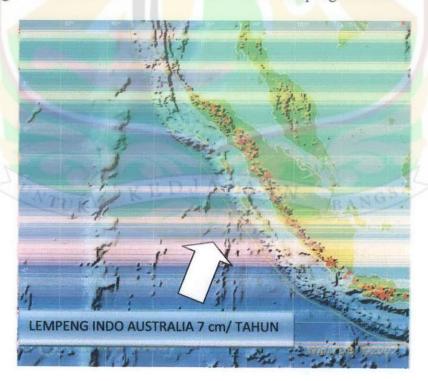
Pada daerah ini ada lempeng yang terangkat dan ada yang masuk ke dalam sehingga menimbulkan daerah pergeseran dan daerah konvergen. Di kedalaman tertentu proses gesekan di zona subduksi menimbulkan tekanan dan temperatur yang dapat mencairkan batuan. Pada proses ini kerak bumi yang masuk ke dalam mempunyai temperatur lebih tinggi dan juga tekanan yang tinggi maka

mengakibatkan magma tertekan dan berusaha keluar melalui daerah pegunungan, sehingga terjadi gempa-gempa vulkanik.



Gambar 2.1 Lempeng tektonik dunia (www.geocities.com,2010).

Menurut Sieh (2005) pergerakan lempeng Indo-Australia pada pantai Barat Sumatera sekitar 7 cm per tahun. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat pergerakan Lempeng Indo-Australia mendesak masuk ke arah Lempeng Eurasia.



Gambar 2.2 Pergerakan lempeng Indo-Australia menunjam ke dalam lempeng Eurasia (www.gd.itb.ac,2010).

2.1.1 Klasifikasi Pergerakan Lempeng Tektonik

Pergerakan lempeng tektonik terbagi atas tiga zona yaitu:

1. Zona Divergen atau Konstruktif

Zona divergen merupakan pertemuan dua lempeng tektonik atau lebih yang bergerak saling menjauh satu sama lainnya yang mengakibatkan material mantel naik ke atas atau terjadi pergerakan mantel (mantel convection) membentuk lantai samudera (sea floor spreading). Pergerakan mantel ini terjadi karena adanya pendinginan dari atas dan pemanasan dari bawah sehingga mantel akan bergerak ke atas.

2. Zona Konvergen atau Destruktif

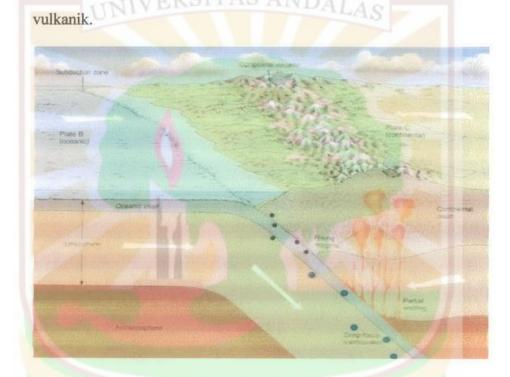
Zona konvergen merupakan pergerakan dua lempeng tektonik yang bergerak relatif saling mendekat. Zona konvergen juga ditandai dengan adanya penghancuran materi-materi lempeng. Zona konvergen terbagi dua yaitu:

a. Zona tumbukan (Collision Zone)

Zona tumbukan merupakan pertemuan dua lempeng dengan berat jenis sama bergerak relatif saling mendekati. Tumbukan ini menghasilkan pegunungan lipatan seperti pegunungan Himalaya dan pegunungan Andes. Aktifitas lempeng seperti ini menimbulkan gempa tektonik dangkal dan gempa vulkanik.

b. Zona Subduksi

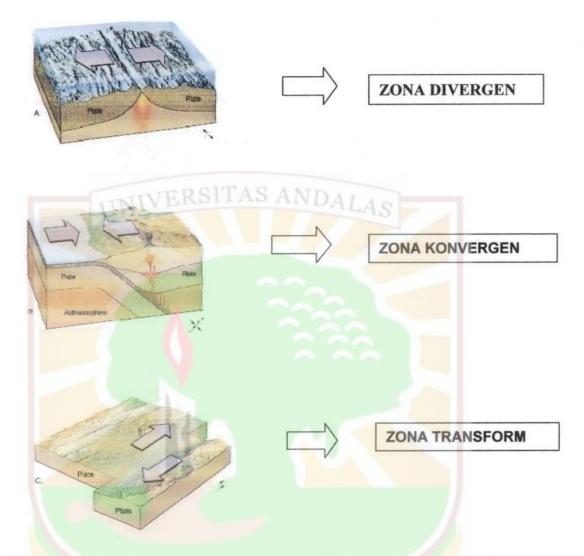
Zona subduksi merupakan pertemuan dua lempeng yang mempunyai berat jenis berbeda bergerak relatif saling mendekati sehingga lempeng yang lebih berat menyusup/menunjam di bawah lempeng yang lebih ringan, seperti yang ditunjukan pada Gambar 2.3. Zona ini ditandai adanya palung laut atau *trench* sebagai batas pertemuan kedua lempeng dan adanya rangkaian gunung api yang sejajar *trench* akibat melelehnya lempeng yang menunjam pada kedalaman 100-400 km. Aktivitas ini mengakibatkan terjadinya gempa tektonik dangkal, menengah dan dalam dan gempa



Gambar 2.3 Zona subduksi (sumber: http://bbmgwil2.bmg.go.id).

3. Zona Transform atau Konservatif

Zona Transform merupakan daerah singgungan dua lempeng yang bergerak lateral satu sama lainnya atau bergerak saling bergesekan tanpa membentuk atau merusak lithosfer. Zona ini sering disebut sesar contohnya Sesar Semangko dan Sesar San Andreas. Zona pergerakan lempeng untuk ketiga jenis tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Zona lempeng tektonik (sumber: http://blogfgeof.files.wordpress.com)

2.1.2 Tektonik Sumatera EDJAJAAN

Pulau Sumatera merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki wilayah yang cukup luas. Mulai dari Provinsi Aceh sampai Provinsi Lampung, Pulau Sumatera memiliki garis pantai yang sangat panjang membentang. Di sepanjang garis pantai bagian Selatan atau bisa disebut *busur depan* merupakan zona garis pengunungan. Bila diamati kedalam lapisan bumi ternyata di bawah

pantai bagian Selatan tersebut merupakan zona subduksi atau zona pertemuan antara dua lempeng tektonik yaitu lempeng samudra Hindia dengan lempeng Sumatera.

Berdasarkan data historis, sekitar 121 tahun lalu, di sekitar kawasan ini memang pernah terjadi gempa besar berkekuatan 9 Skala Richter, tepatnya pada tanggal 24 November 1833 di perairan Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. Guncangan akibat gempa megathrust yang dahsyat itu menimbulkan gelombang tsunami yang menerjang wilayah pesisir Barat Pulau Sumatera. Bahkan, pengaruhnya dirasakan sampai Singapura dan Malaysia. Gempa besar yang magnitudonya hampir sama juga terjadi pada tahun 1608 dan 1381. Diyakini, siklus gempa besar itu terjadi dalam kurun waktu 200-300 tahun. Seringnya terjadi gempa di Kepulauan Mentawai dan Nias di sebelah Barat pesisir Sumatera bersumber di zona gempa besar, yaitu Zona Subduksi Lempeng yang terletak di bawah Kepulauan Mentawai dan Kepulauan Nias. Zona ini mempunyai potensi gempa yang sangat tingi sebagai generator gempa merusak. Sumber gempa tektonik di Aceh dan Nias merupakan segmen (gempa bumi) paling Utara pada Zona Subduksi Sumatera, yang membentang sampai ke Selat Sunda dan berlanjut hingga Selatan Pulau Jawa. Khusus di pantai Barat Sumatera, terdapat 6 zona subduksi yang sangat berpotensi sebagai gempa besar yang biasanya diikuti tsunami, yaitu segmen Simeulue, Nias, Kepulauan Batu, Siberut, Sipora, Pagai, dan Bengkulu. Subduksi ini mendesak lempeng Eurasia di bawah Samudera Hindia ke arah Barat laut di Sumatera dan frontal ke Utara terhadap Pulau Jawa,

dengan kecepatan pergerakan yang bervariasi. Puluhan hingga ratusan tahun, dua lempeng itu saling menekan.

Di sepanjang lepas pantai Barat Sumatera, Lempeng Indo-Australian menunjam di bawah Lempeng Eurasia dengan arah yang miring (~45°). Penunjaman miring tersebut mengakibatkan Pulau Sumatera terbelah menjadi dua bagian yang memanjang. Patahan yang terbentuk itu sangat populer disebut sebagai Patahan Semangko yang merupakan generator gempa merusak di daratan Sumatera. Belahan Sumatera yang kecil di bagian Barat Daya bergerak ke Barat Laut, berlawanan dengan belahan yang besar di Timur Laut. Selama puluhan sampai ratusan tahun, tekanan lempeng Samudera Hindia ini akan terus meningkat sampai melampaui kekuatan elastisitas batuan, sehingga batuan di bawah pulau-pulau akan runtuh dan bergeser secara tiba-tiba. Bila ini terjadi, maka timbul gempa bumi. Sehingga aktivitas lempeng baru diketahui ketika terjadi gempa.

2.2 Teori Elastisitas

Tegangan didefinisikan sebagai hasil bagi antara gaya tarik (F) yang dialami kawat dengan luas penampangnya (A) atau bisa juga didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Tegangan tidak seperti gaya, bukanlah besaran vektor karena tidak dapat memberinya arah yang tertentu. Tegangan merupakan sebuah besaran skalar dan memiliki satuan N/m² atau Pascal (Pa).

Tegangan dirumuskan oleh

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{2.1}$$

dimana σ adalah tegangan, F adalah gaya dan A adalah luas penampang.

Regangan didefinisikan sebagai hasil bagi antara pertambahan panjang ΔL dengan panjang awalnya L. Karena pertambahan panjang ΔL dan panjang awal L adalah besaran yang sama, maka regangan ϵ tidak memiliki satuan atau dimensi.

Regangan dirumuskan oleh:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \tag{2.2}$$

dimana ε adalah regangan, ΔL adalah Pertambahan panjang dan L adalah panjang awal.



Gambar 2.5. Hubungan antara gaya dan pertambahan panjang. (www.wikipedia.co.id).

Elastisitas adalah kemampuan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awalnya setelah tegangan yang diberikan ditiadakan. Umumnya bila tegangan diberikan pada sebuah benda regangan akan meningkat sebanding dengan tegangan hingga mencapai suatu titik tertentu yang disebut batas kesebandingan,

hal ini sesuai dengan hukum hooke. Jika tegangan sangat besar maka regangan benda sangat besar pula sehingga akhirnya benda patah. Hubungan antara gaya dan pertambahan panjang dinyatakan melalui Gambar 2.5.

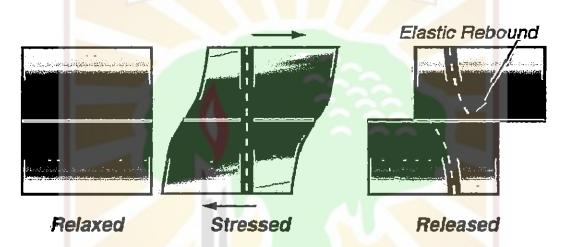
2.3 Gempa bumi

RSITAS ANDALAS Proses Terjadinya Gempa Bumi

Gempa bumi terjadi karena gesekan antara lempeng-lempeng tektonik di bawah permukaan bumi. Secara fisis gempa bumi diawali dengan akumulasi energi secara terus-menerus akibat stress pada lempeng. Saat daya tahan lempeng sudah tidak mampu menahan stress maka terlepaslah energi secara tiba-tiba ke segala arah yang dikenal dengan peristiwa gempa bumi.

Amerika, Reid (Bullen, 1965; Bolt, 1988) Seorang seismolog mengemukakan suatu teori yang menjelaskan mengenai bagaimana umumnya gempa bumi terjadi. Teori ini dikenal dengan nama "Elastic Rebound Theory". Menurut teori ini gempa bumi terjadi pada daerah yang mengalami deformasi. Energi yang tersimpan dalam deformasi ini berbentuk elastis strain dan akan terakumulasi sampai daya dukung batuan mencapai batas maksimum hingga akhirnya menimbulkan rekahan atau patahan. Mekanisme gempa bumi dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut.

Jika terdapat 2 buah gaya yang bekerja dengan arah berlawanan pada batuan kulit bumi, batuan tersebut akan terdeformasi karena batuan mempunyai sifat elastis. Bila gaya tersebut bekerja dalam waktu yang lama dan terus-menerus maka lama kelamaan daya dukung pada batuan akan mencapai batas maksimum dan akan mulai terjadi pergeseran. Akibatnya batuan akan mengalami patahan secara tiba-tiba sepanjang bidang fault (Gambar 2.6). Setelah itu akan kembali stabil, namun sudah mengalami perubahan bentuk atau posisi. Pada saat batuan mengalami gerakan yang tiba-tiba akibat pergeseran batuan, energi stress yang tersimpan akan dilepaskan dalam bentuk getaran yang kita kenal sebagai gempa



Gambar 2.6 Proses deformasi batuan yang mengakibatkan gempa bumi (sumber: http://bbmg.wil2.bmg.go.id).

2.3.2 Jenis-Jenis Gempa Bumi

Menurut R Hoemest (1978) berdasarkan proses terjadinya, gempa bumi dapat digolongkan menjadi empat jenis, yaitu:

- 1. Gempa bumi tektonik, yaitu gempa bumi yang terjadi karena adanya pelepasan energi batuan dalam kerak bumi.
- 2. Gempa bumi vulkanik, yaitu gempa bumi yang terjadi akibat aktivitas magma pada gunung berapi.

- Gempa bumi runtuhan, yaitu gempa bumi yang terjadi karena adanya runtuhan pada daerah longsor. Ini biasanya terjadi pada daerah kapur atau daerah pertambangan.
- 4. Gempa bumi buatan, yaitu gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti percobaan nuklir dan eksplorasi seismik untuk pencarian minyak dan barang-barang tambang.

Menurut Mogi (1967) pola umum terjadinya gempa bumi dibedakan dalam 3 (tiga) jenis, yaitu:

1 Tipe I:

Yaitu gempa bumi utama (main shock) yang tanpa didahului gempa bumi permulaan (fore shock), tetapi diikuti dengan banyak gempa bumi susulan (after shock). Gempa bumi tipe ini biasanya terjadi di daerah yang mempunyai medium homogen dengan stress yang bekerja hampir merata (uniform). Sebagian besar gempa bumi tektonik yang terjadi di bumi tergolong jenis ini.

2. Tipe II:

Gempa bumi yang terjadi pada tipe ini didahului adanya gempa bumi pendahuluan (fore shock) dan kemudian diikuti gempa bumi susulan yang cukup banyak jumlahnya. Tipe gempa bumi jenis ini terjadi pada daerah dengan struktur batuan/medium yang tidak seragam dan distribusi stress yang bekerja tidak seragam.

3. Tipe III:

Yaitu gempa bumi dimana tidak terdapat gempa bumi utamanya (main shock), biasanya dikenal dengan gempa bumi "swarm". Gempa bumi jenis ini mempunyai ciri khas frekuensi terjadinya gempa bumi naik dan distribusi magnitudo gempa-gempanya relatif seragam atau dengan kata lain tidak terdapat gempa bumi utama dan gempa bumi tipe ini terjadi dalam daerah yang terbatas, biasanya terdapat di daerah gunung api baik yang masih aktif maupun yang sudah tidak aktif lagi. Gempa bumi "swam" terjadi pada daerah yang tidak seragam struktur mediumnya dan stress yang bekerja terkonsentrasi pada area yang terbatas.

Pola mekanisme terjadinya gempa di atas tergantung pada keadaan struktur kulit bumi dan distribusi gaya atau stress yang bekerja. Stress yang bekerja pada gempa tektonik umumnya adalah seragam/uniform, sehingga perbedaan yang terjadi merupakan perbedaan keadaan struktur/medium daerah bersangkutan.

2.3.3 Parameter Gempa Bumi

Setiap kejadian gempa bumi akan menghasilkan informasi seismik yang selanjutnya mengalami proses pengumpulan, pengolahan dan analisis sehingga menjadi parameter gempa bumi. Parameter gempa bumi tersebut meliputi: waktu kejadian gempa, lokasi episenter, kedalaman sumber gempa bumi, kekuatan gempa dan intensitas gempa bumi.

- 1. Origin Time (OT) atau waktu kejadian gempa adalah waktu terlepasnya akumulasi tegangan (stress) yang berbentuk penjalaran gelombang gempa bumi dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit, detik dalam satuan UTC (Universal Time Coordinated).
- 2. Episenter adalah titik dipermukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari hiposenter atau fokus gempa bumi. Lokasi episenter dibuat dalam sistem koordinat kartesian bola bumi atau sistem koordinat geografis dan dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur.
- 3. Kedalaman sumber gempa bumi adalah jarak hiposenter dihitung tegak lurus dari permukaan bumi. Kedalaman dinyatakan oleh besaran jarak dalam satuan km.
- 4. Kekuatan gempa bumi atau magnitudo adalah ukuran kekuatan gempa bumi, menggambarkan besarnya energi yang lepas pada saat gempa bumi terjadi dan merupakan hasil pengamatan seismograph. Magnitudo menggunakan Skala Richter (SR).
- 5. Intensitas gempa bumi adalah ukuran kekuatan gempa bumi berdasarkan hasil pengamatan efek gempa bumi terhadap manusia, struktur bangunan dan lingkungan pada tempat tertentu. Biasanya intensitas di suatu tempat tidak bergantung dari besarnya kekuatan gempa bumi (magnitudo) saja namun juga bergantung dari besarnya jarak tempat tersebut ke sumber gempa bumi dan kondisi geologi setempat. Intensitas berbeda dengan magnitudo karena intensitas adalah hasil pengamatan visual pada suatu tempat tertentu sedangkan magnitudo adalah hasil pengamatan instrumental menggunakan

seismograph. Pada suatu kejadian gempa bumi besarnya intensitas pada tempat yang berbeda dapat sama atau berlainan sedangkan besarnya magnitudo selalu sama walaupun dicatat atau dirasakan ditempat yang berbeda.

Pada umumnya gempa bumi merusak diikuti oleh aktifitas gempa bumi susulan (after shock) yang membentuk pola tertentu. Gempa bumi susulan yang dirasakan dapat dinyatakan secara umum patahan lokal pada lapisan permukaan bumi. Bila dimulai patahan besar pada kedalaman tertentu dari permukaan, bagian yang terbanyak dari pengumpulan tegangan energi yang dilepaskan terdapat pada gempa bumi utama. Karena banyak sekali tegangan sisa yang umumnya tertinggal di dalam dan di sekitar daerah patahan tersebut serta adanya tegangan konsentrasi yang tinggi di sekitarnya, sehingga akan terjadi beberapa retakan dan patahan lokal, meskipun tegangan rata-rata di daerah ini menurun saat terjadinya gempa bumi utama dengan berkurangnya energi terhadap waktu dan tegangan konsentrasi setempat pada suatu titik tidak tetap.

Akibat tegangan sisa yang tersimpan maka pada saat tertentu masih ada energi yang dilepaskan berupa gempa bumi susulan, dengan kekuatan tertentu yang merupakan proses stabilisasi medan stress keseimbangan yang baru setelah pelepasan energi (stress drop) yang besar pada gempa bumi utama. Lokasi penyebaran sumber gempa bumi susulan berkaitan langsung dengan luas bidang sesar gempa bumi utama yang bersangkutan (Abe, 1997; Kanamori, 1977).

Tegangan elastis yang keluar menurut Benioff (1951) merupakan bagian yang terpenting dalam pemakaian tegangan sisa. Pada kondisi tertentu, mekanisme gempa bumi susulan sedikit berbeda dengan mekanisme dari pendapat Benioff pada beberapa ketentuan. Dalam model Benioff, gempa bumi susulan disebabkan oleh pergerakan patahan yang sama yang ditimbulkan oleh gempa bumi utama. Dalam model yang lain, gempa bumi susulan tidak selalu terjadi pada daerah patahan yang sama, tetapi biasanya terjadi pada daerah patahan yang luas di sekitar gempa bumi utama.

Pada umumnya gempa bumi susulan disebabkan oleh pergerakan patahan yang sama yang ditimbulkan oleh gempa bumi utama. Mekanika gempa bumi susulan ini tampak menunjukan sifat-sifat berikut ini:

- Gempa bumi susulan terjadi terutama pada daerah-daerah yang terangkat naik pada waktu timbulnya gempa bumi (Ishimoto, 1937). Daerah ini bersesuaian pada daerah patahan karena volume daerah ini bertambah akibat suatu proses patahan.
- 2. Terjadinya gempa bumi susulan pada daerah yang luas, dan keadaanya sering terjadi pada satu sisi episenter atau patahan disekitar gempa bumi utama (Matuzawa, 1936). Distribusi yang serupa dari model patahan tersebut juga diteliti di dalam laboratorium (Mogi, 1962). Sedangkan distribusi yang tidak serupa dari model patahan sebagai akibat dari struktur sifat patahan yang peka.
- Gempa bumi susulan jarang terjadi pada daerah-daerah yang dalam (Matuzawa, 1954; Mogi, 1963). Mekanika gempa bumi susulan ini dari kerak

bumi yang bebas permukaan adalah pengaruh utama pada kelanjutan dari suatu kerapatan daerah patahan. Karena ini gempa bumi susulan pada daerah-daerah dalam titik diharapkan terjadi, yang diperkirakan bertambah regangan yang disebabkan oleh tekanan tinggi, suhu tinggi dan juga regangan ulang yang berlanjut dari suatu daerah patahan.

- 4. Konstanta b dalam hubungan magnitudo dan frekuensi dari gempa bumi susulan lebih besar dari pada gempa bumi lainnya, kecuali gempa bumi pendahuluan (Mogi,1963; Sujehiro, 1964). Nilai b besar menunjukan keadaan patahan daripada daerah-daerah gempa bumi susulan.
- 5. Bagian yang sangat penting dari fenomena gempa bumi susulan, yaitu distribusi waktu tertentu.

2.3.5 Hubungan Frekuensi Gempa Bumi Dengan Waktu

Dalam pengolah data untuk distribusi terhadap waktu dari frekuensi gempa bumi susulan menggunakan 4 metoda yaitu metoda Omori, metode Mogi I, dan Mogi II, serta metode Utsu. Berikut ini pendapat tentang metode tersebut.

Menurut Omori (1894) tingkat aktifitas gempa susulan dalam hubungan antara jumlah gempa susulan terhadap waktu adalah sebagai berikut:

$$n(t) = \frac{a}{h+t} \tag{2.3}$$

dimana n(t) adalah jumlah gempa susulan, t adalah waktu sesudah gempa utama (hari) dan a,b adalah konstanta.

Proses terjadinya patahan yang sifatnya tergantung pada tingkat tegangan, dan juga kurva frekuensi dari gempa bumi elastis yang disertai patahan-patahan lokal di bawah tegangan konstan yang diperkirakan merupakan suatu fungsi eksponensial. Sesuai dengan percobaan laboratorium (Mogi I, 1962) kurva frekuensi gempa bumi elastis di bawah beban konstan dinyatakan dengan fungsi eksponensial. Karena itu jika tegangan pada daerah gempa bumi susulan adalah konstan, maka merupakan kurva frekuensi eksponensial yang diharapkan. Menurut mogi I (1962) bahwa tingkat aktifitas gempa bumi susulan (>100 hari), dalam hubungan antara jumlah gempa bumi susulan terhadap waktu adalah sebagai berikut:

$$n(t) = at^{-b} (2.4)$$

dimana n(t) = jumlah gempa susulan, t adalah waktu sesudah gempa utama (hari) dan a,b adalah konstanta.

Menurut Mogi II (1962) bahwa tingkat aktifitas gempa bumi susulan (hari) dalam hubungan antara jumlah gempa bumi susulan terhadap waktu adalah sebagai berikut:

$$n(t) = a.e^{bt} (2.5)$$

dimana n(t) adalah jumlah gempa susulan, t adalah waktu sesudah gempa utama (hari) dan a,b adalah konstanta.

Menurut Utsu (1957) bahwa tingkat aktifitas gempa bumi susulan dalam hubungan jumlah gempa bumi susulan terhadap waktu adalah sebagai berikut:

$$n(t) = a(t+0.01)^{-b} (2.6)$$

dimana n(t) adalah jumlah gempa susulan, t adalah waktu sesudah gempa utama (hari) dan a,b adalah konstanta.

Bentuk rumusan-rumusan kurva yang dinyatakan ini ternyata tegangan pada daerah gempa bumi susulan menurun cepat sekali setelah gempa bumi utama dan berangsur-angsur mendekati tegangan konstan. Tingkat jumlah gempa bumi yang menurun di dalam gempa bumi susulan berurutan, ternyata nilai b menunjukan tingkat penurunan jumlah gempa bumi susulan. Hal ini tergantung pada kenyataan bahwa tegangan sisa pada daerah gempa bumi susulan berkurang cepat dalam daerah yang bersuhu tinggi karena akibat suatu aliran batuan (rock-flow).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Padang Panjang. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Mei 2010 dengan data 5 kasus gempa besar di daerah subduksi Sumatera dari tahun 1973 sampai dengan 2010.

3.2 Tata Laksana Penelitian

Dalam penelitian data dilakukan beberapa langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

1. Mengumpulan Data

Data diunduh dari www.usgs.gov/USGS (*United State Geological Service*) berupa waktu terjadi, koordinat episenter, kedalaman dan magnitudo gempa. Penelitian dibatasi pada lima kasus gempa yang terjadi di sepanjang zona subduksi Sumatera, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

- 2. Menentukan distribusi ruang gempa bumi susulan.
 - a. Memplot data episenter gempa ke peta Sumatera dengan menggunakan program Arc View Gis 3.2.

Tabel 3.1. Data gempa utama

No	. Kasus	. Data Gempa Utama		
1	Gempa Aceh	Tanggal Waktu Koordinat Episenter Kedalaman Magnitudo	: 26 Desember 2004 : 06.58 WIB : 3,3° LŲ -95,96° BT : 30 Km : 9,0 SR	
2	Gempa Nias	Tanggal Waktu Koordinat Episenter Kedalaman Magnitudo	: 28 Maret 200 : 23.09 WIB : 2,09° LU- 97,11° BT : 30 : 8,6 SR	
3	Gempa Pagai	Tanggal Waktu Koordinat Episenter Kedalaman Magnitudo	: 26 Oktober 2010 : 21.49 WIB : 3,49° LS – 100,1° BT : 20 Km : 7,8 SR	
4	Gempa Bengkulu	Tanggal Waktu Koordinat Episenter Kedalaman Magnitudo	: 12 September 2007 : 18.10 WIB : 4,44° LS – 101,37° BT : 34 Km : 8,5 SR	
5	Gempa Bengkulu	Tanggal Waktu Koordinat Episenter Kedalaman Magnitudo	: 4 Juni 2000 : 04.02 WIB : 4,32 LS -102,13 BT : 83 Km : 7,9 SR	

- b. Membatasi wilayah penyebaran gempa susulan pada masing-masing kasus gempa.
 - c. Mencatat batas lintang dan bujur wilayah tersebut.
 - d. Menghitung distribusi ruang gempa bumi dari pemetaan gempa bumi susulan dengan menghitung luas daerah penyebaran gempa susulan dikalikan dengan kedalam maksimum dari gempa susulan yang terjadi.

99. 🔪

- 3. Menentukan distribusi waktu gempa bumi susulan.
 - a. Mengelompokan data gempa susulan yaitu gempa yang terjadi setelah gempa utama dengan episenter di sekitar episenter gempa utama.
 - b. Mengelompokkan frekuensi gempa susulan per hari mulai waktu terjadi gempa utama hingga 24 jam kemudian.
 - c. Menghitung masing-masing konstanta peluruhan a dan b dari Persamaan 2.3, 2.4, 2.5 dan 2.6 dengan menggunakan metode regresi linier kuadrat terkecil untuk ke empat metode yaitu metode Omori, Mogi I, Mogi II dan metoda Utsu.
 - d. Menghitung harga *t* (hari ke berapa gempa susulan mencapai nilai minimum) tiap kasus gempa untuk masing-masing metode dengan menggunakan Persamaan 2.3, 2.4, 2.5 dan 2.6.
 - e. Menghitung harga koefisien korelasi (r) masing masing metode.

 Dalam ilmu statistik apabila korelasi bernilai 1 atau -1, maka keterkaitan datanya makin kuat. Jika korelasinya mendekati 0 (nol), maka tidak ada keterkaitan antar data (lemah). Karena ini merupakan peluruhan gempa bumi, maka keterkaitan data yang paling kuat adalah -1. Jadi bila korelasi statistiknya mendekati -1, maka hubungan dan keterkaitan datanya makin kuat.

4. Menganalisis hasil perhitungan

- a. Membuat plot grafik frekuensi gempa dengan waktu harian untuk melihat pola penurunan aktifitas gempa bumi susulan.
- b. Menganalisis distribusi ruang gempa bumi susulan.

c. Menganalisis distribusi waktu gempa bumi susulan berupa pola penurunan aktifitas gempa bumi susulan berdasarkan harga koefisien korelasi (r) masing-masing metode dan menentukan metoda mana yang sesuai untuk menentukan sampai kapan gempa bumi susulan mencapai nilai minimum.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data gempa yang digunakan yaitu data episenter gempa yang terletak pada daerah Subduksi Sumatera tahun 1973-2010, contoh data dapat dilihat pada Lampiran I. Proses pengolahan data distribusi waktu dengan menggunakan metoda Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu untuk kelima kasus gempa dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.1 Kasus Gempa Aceh 2004



Gambar 4.1 Peta penyebaran gempa susulan gempa Aceh 2004

Berdasarkan peta pada Gambar 4.2 wilayah penyebaran gempa susulan Aceh berada dalam koordinat (8,8°LU; 90°BT); (14,6°LU; 93°BT); (0,8°LS; 94,6°BT) dan (4,6°LU; 96,9°BT), setelah dilakukan pengukuran didapatkan luas penyebaran gempa susulan untuk kasus gempa Aceh ini adalah 190.390 km² dengan kedalaman maksimum pada 127 km, sehingga distribusi ruang gempa susulan Aceh ini yaitu 24.179.530 km³. Pola penyebaran gempa susulan Aceh ini memanjang lebih dari 1000 km ke arah Utara. Distribusi ruang yang besar ini diikuti oleh waktu berakhirnya gempa bumi susulan selama 18 hari, artinya selama 18 hari terjadinya proses stabilisasi setelah pelepasan energi yang besar yang ditandai dengan patahan-patahan di sekitar patahan utama.

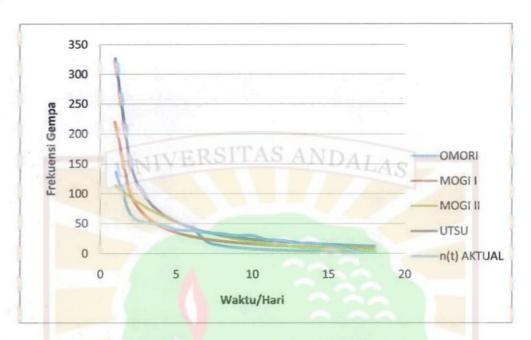
Harga konstanta-konstanta dalam perhitungan distribusi waktu dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metoda Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus gempa Aceh 2004 dapat dilihat pada Gambar 4.2. Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa metode yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Mogi I yaitu sebesar -0,77 dan diikuti oleh metode Mogi II yaitu -0,76. Dari Gambar 4.2 terlihat kurva Mogi I dan Mogi II mendekati kurva aktual. Walaupun metoda Mogi I mempunyai koefisien korelasi tertinggi, tetapi waktu berakhirnya gempa bumi susulan adalah 81 hari. Hasil ini berjauhan dengan data aktual yang memperlihatkan waktu berakhirnya gempa bumi susulan selama 18 hari. Dari keempat metode tersebut lama waktu berakhirnya gempa bumi susulan yang paling mendekati data aktual yaitu metode Mogi II dengan

lama waktu berakhirnya gempa bumi susulan selama 25 hari, harga koefisien korelasinya pun hanya sedikit lebih kecil dibandingkan koefisien korelasi Mogi I. Jadi dari keempat metode ini, metode Mogi II merupakan metode yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.

Adanya ketidak sesuaian hasil perhitungan dengan data aktual membuktikan bahwa susahnya untuk memprediksi lama berakhirnya gempa bumi susulan di daerah tersebut. Hal ini terjadi karena distribusi ruang gempa bumi susulan terlalu luas sehingga sulit untuk memprediksi waktu berakhirnya gempa bumi susulan dengan metode yang ada.

Tabel 4.1 Harga koefisien korelasi (r), hasil perhitungan dan data aktual waktu berakhirnya gempa Susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Aceh 2004.

METODE	Koefisien Korelasi r	Hasil Perhitungan Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)	Da <mark>ta Aktual Waktu</mark> bera <mark>khirnya</mark> Gempa Susulan (hari)
OMORI	0,57	42	
MOGI I	-0,77	81	18
MOGI II	-0,76	25	10.
UTSU	0,65	FDJA81JAAN	OSA S

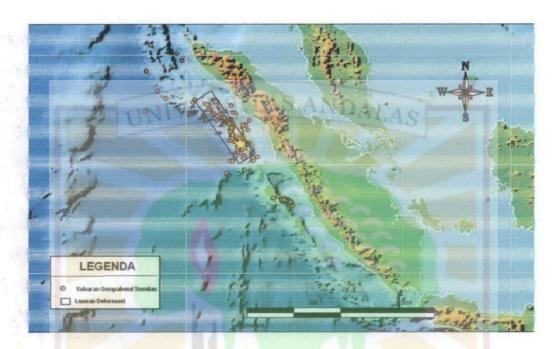


Gambar 4.2 Perbandingan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Aceh 2004.

4.2 Kasus Gempa Nias 2005

Berdasarkan peta pada Gambar 4.4 wilayah penyebaran gempa susulan Nias berada dalam koordinat (5,5°LU; 95,6°BT); (6,0°LU; 96,5°BT); (0,3°LU; 97,5°BT) dan (0,9°LU; 98,4°BT), setelah dilakukan pengukuran didapatkan luas distribusi gempa susulan untuk kasus gempa Nias ini adalah 59.375 km² dengan kedalaman maksimum pada 49 km sehingga distribusi ruang gempa susulan Nias ini yaitu 2.909.375 km³. Pola penyebaran gempa susulan Nias ini memanjang 485 km ke arah Utara dan lebar 122 km. Distribusi ruang ini diikuti oleh waktu berakhirnya gempa bumi susulan selama 27 hari, artinya selama 27 hari terjadinya proses stabilisasi

setelah pelepasan energi yang besar yang ditandai dengan patahan-patahan di sekitar patahan utama.



Gambar 4.3 Peta penyebaran gempa susulan Nias 2005

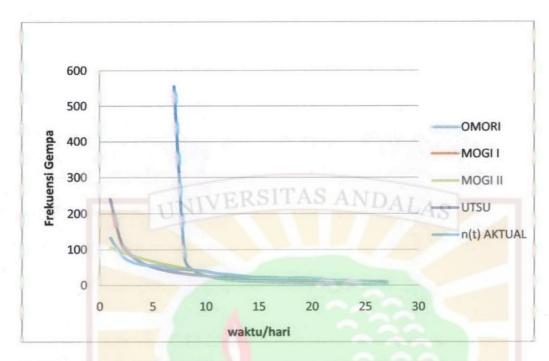
Harga konstanta-konstanta dalam perhitungan distribusi waktu dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Nias 2005 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa metode yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Mogi II yaitu sebesar =0,9. Dari Gambar 4.4 terlihat kurva Mogi II mendekati kurva aktual. Walaupun waktu berakhirnya gempa susulan pada metode Mogi II ini selama 42 hari sedangkan data aktual menunjukan 27 hari, tetapi metode ini memiliki nilai korelasi paling tinggi serta waktu berakhirnya gempa susulan paling kecil (mendekati data aktual). Jadi dari

keempat metode ini, metode Mogi II merupakan metode yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.

Adanya ketidak sesuain hasil perhitungan dengan data aktual membuktikan bahwa susahnya untuk memprediksi lama berakhirnya gempa bumi susulan di daerah tersebut. Hal ini terjadi karena distribusi ruang gempa bumi susulan terlalu luas sehingga sulit untuk memprediksi waktu berakhirnya gempa bumi susulan dengan metode yang ada.

Tabel 4.2 Harga koefisien korelasi (r), hasil perhitungan dan data aktual waktu berakhirnya gempa Susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Nias 2005.

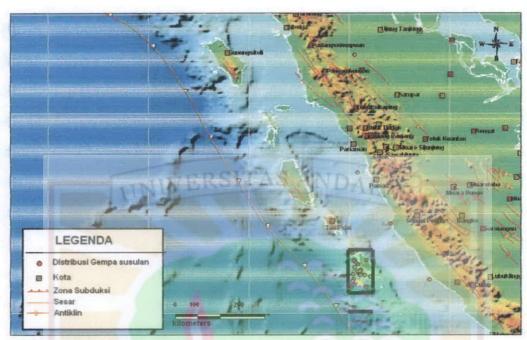
METODE	Koefisien Korelasi R	Hasil Perhitungan Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)	Data Akt <mark>ual</mark> Waktu berakhirnya Gempa S <mark>usulan</mark> (hari)
OMORI	0,50	90	
MOGI I	-0,82	295	27
MOGI II	-0,91	42	21
UTSU	-0,82	293	



Gambar 4.4 Perbandingan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Nias 2005.

4.3 Kasus Gempa Pagai 2010

Berdasarkan pengukuran pada peta pada Gambar 4.5 wilayah penyebaran gempa susulan Pagai berada dalam koordinat (1,4°LS; 97,5°BT); (1,4°LS; 98,6°BT); (3,7°LS; 97,5°BT) dan (3,7°LS; 98,6°BT), setelah dilakukan pengukuran didapatkan luas distribusi gempa susulan untuk kasus gempa Pagai ini adalah 15.400 km² dengan kedalaman maksimum pada 38 km sehingga sehingga distribusi ruang gempa susulan Pagai ini yaitu 585.200 km³.



Gambar 4.5 Peta penyebaran gempa susulan Pagai 2010

Pola penyebaran gempa susulan Pagai ini memanjang 140 km ke arah Utara dan lebar 110 km. Distribusi ruang ini diikuti oleh waktu berakhirnya gempa bumi susulan selama 4 hari, artinya selama 4 hari terjadinya proses stabilisasi setelah pelepasan energi yang besar yang ditandai dengan patahan-patahan di sekitar patahan utama.

Harga konstanta-konstanta dalam perhitungan distribusi waktu dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Pagai 2010 dapat dilihat pada Gambar 4.6. Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa metode yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Mogi II yaitu sebesar -0,98. Sedangkan dari Gambar 4.6 terlihat kurva Mogi I dan Utsu mendekati kurva aktual. Walaupun

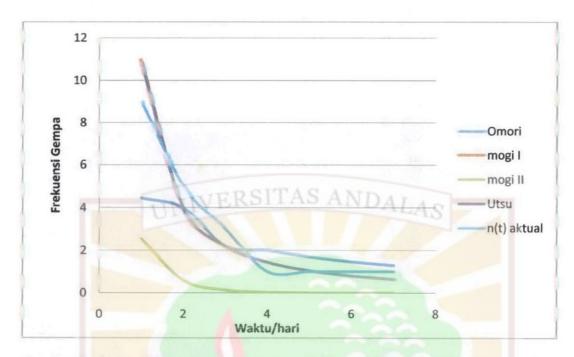
kurva metode mogi II tidak mendekati kurva kurva aktual, tetapi metode ini memiliki nilai korelasi paling tinggi serta waktu berakhirnya gempa susulan yang sama dengan data aktual yaitu 4 hari. Jadi dari keempat metode ini, metode Mogi II merupakan metode yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.

Jika dilihat dari luasan daerah penyebaran gempa bumi susulan, gempa Pagai ini memiliki luas daerah penyebaran gempa bumi susulan yang tidak terlalu luas sehingga gempa susulanya masih bisa diprediksi oleh keempat metode ini.

Tabel 4.3 Harga koefisien korelasi (r), hasil perhitungan dan data aktual waktu berakhirnya gempa Susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan

Utsu kasus Gempa Pagai 2010.

METODE	Koefisien Korelasi	Hasil Perhitungan Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)	Data Ak <mark>tual</mark> Waktu berakhi <mark>rnya</mark> Gempa Susulan (hari)
OMORI	0,90	5	
MOGI I	-0,94	5	
MOGI II	-0,98	4	4
UTSU	-0,94	2	

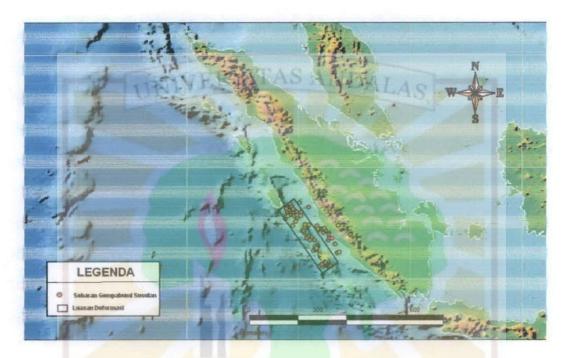


Gambar 4.6 Perbandingan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Pagai 2010.

4.4 Gempa Bengkulu 2007

Berdasarkan pengukuran peta pada Gambar 4.7 maka didapatkan wilayah distribusi gempa susulan Bengkulu 2007 berada dalam koordinat (2,4°LS; 98,8°BT); (1,8° LS; 99,6°BT); (4,8°LS; 104,6°BT) dan (4,1°LS; 102,2°BT), setelah dilakukan pengukuran didapatkan luas penyebaran gempa susulan untuk kasus gempa Bengkulu 2007 ini adalah 56.250 km² dengan kedalaman maksimum pada 48 km, sehingga distribusi ruang gempa susulan Bengkulu ini yaitu 2.700.000 km³. Pola penyebaran gempa susulan Bengkulu ini memanjang 420 km ke arah Utara dan lebar 120 km. Distribusi ruang ini diikuti oleh waktu berakhirnya gempa bumi

susulan selama 17 hari, artinya selama 17 hari terjadinya proses stabilisasi setelah pelepasan energi yang besar yang ditandai dengan patahan-patahan di sekitar patahan utama.



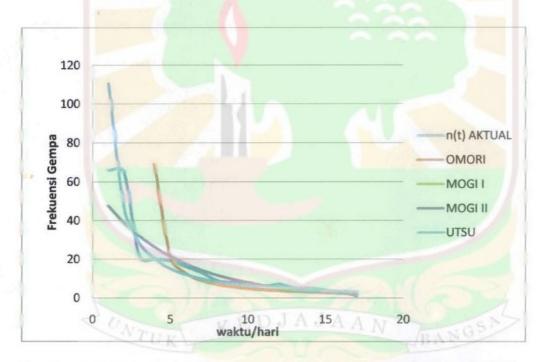
Gambar 4.7 Peta penyebaran gempa susulan Bengkulu 2007

Harga konstanta-konstanta dalam perhitungan distribusi waktu dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus gempa Bengkulu 2007 dapat dilihat pada gambar 4.8. Dari Tabel 4.4 terlihat bahwa metode yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Mogi II yaitu sebesar -0,95. Dari Gambar 4.8 terlihat kurva Mogi II mendekati kurva aktual.

Tabel 4.4 Harga koefisien korelasi (r), hasil perhitungan dan data aktual waktu berakhirnya gempa Susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan

Utsu kasus Gempa Bengkulu 2007.

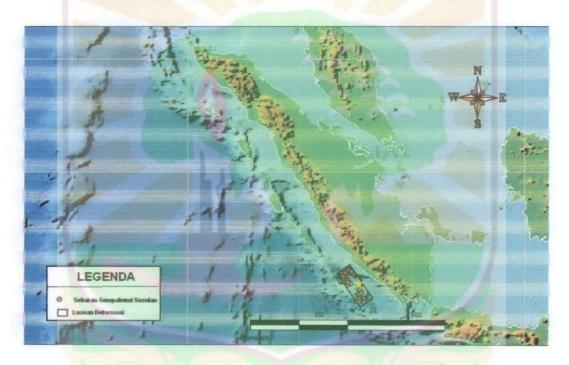
METODE	Koefisien Korelasi	Hasil Perhitungan Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)	Data Aktual Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)
OMORI	0,70	34	
MOGII	-0,93	ERSITAT ANDA	LAS
MOGI II	-0,95	20	17
UTSU	-0,89	47	



Gambar 4.8 Perbandingan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Bengkulu 2007

Walaupun waktu berakhirnya gempa susulan pada metode Mogi II ini selama 20 tetapi hasil ini mendekati data aktual yaitu selama 17 hari, dan dari kurva juga menunjukkan bahwa kurva Mogi II yang paling mendekati kurva aktual. Jadi dari keempat metode ini, metode Mogi II merupakan metode yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.

4.5 Kasus Gempa Bengkulu Juni 2000



Gambar 4.9 Peta penyebaran gempa susulan Bengkulu 2000

Berdasarkan pengukuran peta pada Gambar 4.9 maka wilayah penyebaran gempa susulan Bengkulu 2000 berada dalam koordinat (4,4°LS; 104,0°BT); (4,3°LS; 105,5°BT); (6,3°LS; 105,8°BT) dan (6,7°LS; 106,6°BT), setelah dilakukan pengukuran didapatkan luas distribusi gempa susulan untuk kasus gempa Bengkulu

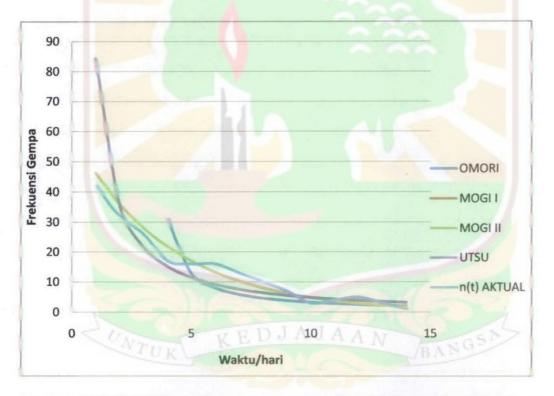
2000 ini adalah 21.600 km² dengan kedalaman maksimum pada 33 km, sehingga distribusi ruang gempa susulan Bengkulu ini yaitu 712.800 km³. Pola penyebaran gempa susulan Bengkulu ini memanjang 240 km ke arah Utara dan lebar 90 km. Distribusi ruang ini diikuti oleh waktu berakhirnya gempa bumi susulan selama 14 hari, artinya selama 14 hari terjadinya proses stabilisasi setelah pelepasan energi yang besar yang ditandai dengan patahan-patahan di sekitar patahan utama.

Harga konstanta-konstanta dalam perhitungan distribusi waktu dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus gempa Bengkulu 2000 dapat dilihat pada gambar 4.10. Dari Tabel 4.5 terlihat bahwa metode yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Mogi II yaitu sebesar =0,96. Dari Gambar 4.10 terlihat kurva Mogi II mendekati kurva aktual. Walaupun waktu berakhirnya gempa susulan pada metode Mogi II ini selama 16 tetapi hasil ini mendekati data aktual yaitu selama 14 hari. Jadi dari keempat metode ini, metode Mogi II merupakan metoda yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.

Jika dilihat dari luasan daerah penyebaran gempa bumi susulan, gempa Bengkulu 2000 ini memiliki luas daerah penyebaran gempa bumi susulan yang tidak terlalu luas sehingga gempa susulanya masih bisa diprediksi oleh keempat metode ini.

Tabel 4.5 Harga koefisien korelasi (r), hasil perhitungan dan data aktual waktu berakhirnya gempa Susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu kasus Gempa Bengkulu 2007.

METODE	Koefisien Korelasi	Hasil Perhitungan Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)	Data Aktual Waktu berakhirnya Gempa Susulan (hari)
OMORI	0,75	25	
MOGII	-0,89	ERSITAS ANDA	LAS
MOGI II	-0,96	16	14
UTSU	-0,89	37	



Gambar 4.10 Perbandingan kurva penurunan frekuensi gempa bumi susulan untuk metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu dengan data aktual kasus Gempa Bengkulu 2000

4.6 Hubungan Distribusi Ruang dan Waktu Gempa Bumi Susulan Terhadap Magnitudo Gempa Utama.

Pola penyebaran gempa bumi susulan cenderung tersebar memanjang ke arah Utara. Hal ini terjadi karena di sepanjang Barat lepas pantai pulau Sumatera lempeng Indo-Australi menunjam di bawah lempeng Eurasia dengan arah miring 45° dan frontal terhadap pulau Jawa sehingga apabila terjadi gempa di zona subduksi tersebut maka akan diikuti oleh patahan-patahan di sekitar gempa utama yang cenderung memanjang ke bagian Utara.

Hubungan distribusi ruang gempa susulan dengan magnitudo gempa utama adalah semakin besar magnitudo gempa utamanya maka distribusi ruang gempa susulanya semakin besar, ini dapat terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hubungan magnitudo dengan distribusi ruang kelima kasus gempa

No	Kasus Gempa	Magnitudo Gempa Utama (SR)	Distribusi Ruang (km³)
1	Gempa Aceh 2004	9,0	24.179.5 30
2	Gempa Nias 2005	8,6	2.909.375
3	Gempa Pagai 2010	7,8	585,200
4	Gempa Bengkulu 2007	8,5	2.700.000
5	Gempa Bengkulu 2000	7,9	712000

Semakin besar magnitudo gempa utamanya menunjukan bahwa energi yang dilepas sangat besar sehingga banyak daerah yang mengalami deformasi.

Hubungan distribusi waktu dengan distribusi ruang gempa bumi susulan untuk kelima kasus gempa dapat dilihat pada Tabel 4.7. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa besarnya distribusi ruang gempa bumi susulan tidak diikuti oleh besarnya distribusi waktunya keadaan ini menunjukan keadaan batuan ditiap daerah itu berbeda-beda.

Apabila distribusi ruang gempa bumi susulan besar dan distribusi waktunya kecil artinya bahwa keadaan batuan di daerah tersebut rapuh, sehingga dalam waktu yang singkat daerah tersebut mengalami deformasi yang luas dan sebaliknya apabila distribusi ruang gempa bumi susulan suatu daerah kecil dan diikuti distribusi waktu yang besar ini menunjukan keadaan batuan didaerah tersebut cukup kuat.

Tabel 4.6 Hubungan distribusi waktu dengan distribusi ruang kelima kasus gempa

No	Kasus Gempa	Distribusi Waktu (hari)	Distribusi Ruang (km³)
1	Gempa Aceh 2004	18	24.179.530
2	Gempa Nias 2005	27	2.909.375
3	Gempa Pagai 2010	4	585.200
4	Gempa Bengkulu 2007	17	2.700.000
5	Gempa Bengkulu 2000	14	712000

Hasil distribusi waktu dari lima kasus gempa bumi tersebut pada umumnya lebih mengarah ke metode Mogi II. Dari kelima kasus itu, tiga kasus memiliki distribusi waktu gempa susulan paling mendekati data aktual yaitu kasus gempa Pagai 2010, gempa Bengkulu 2007 dan gempa Bengkulu 2000, ketiga kasus ini berada pada segmen yang berdekatan. Sedangkan untuk dua kasus lagi yaitu gempa Aceh 2004 dan gempa Nias 2005 yang juga berada pada segmen yang berdekatan, distribusi waktunya tidak mendekati data aktual.



BAB V

PENUTUP

i.i Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa:

- Distribusi ruang untuk kelima kasus gempa tersebut luasnya sebanding dengan magnitudo gempa utamanya.
- 2. Pola distribusi gempa bumi susulan di daerah subduksi Sumatera pada umumnya memanjang ke Utara.
- 3. Hubungan distribusi ruang dan waktu menggambarkan keadaan batuan atau tektonik suatu daerah.
- 4. Dari kelima kasus gempa, pada umumnya lebih mengarah ke metode Mogi

1.2 Saran

Yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah:

- 1. Diperlukan ketelitian dalam menentukan data-data setiap kasus gempa.
- 2. Perlu adanya keakuratan dalam penentuan koordinat daerah subduksi.
- Untuk melihat kecocokan metode yang digunakan ini perlu di lakukan penelitian yang sama untuk masa periode ulang 5 kasus gempa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Gunawan, M. T. dan Wandono., 2000, Tinjauan Statistik Resiko Gempabumi di Indonesia Year Book Mitigasi Bencana 2000, Jakarta: BMG.

Ibrahim, Gunawan dan Subardjo., 2000, Buku Seismologi, Jakarta: BMG.

Isaacs, Alan., 1995, Kamus Lengkap Fisika, Jakarta: Erlangga.

Ismail, Sulaiman., 1989, Pendahuluan Seismologi Jilid 1. Balai Diklat Meteorologi dan Geofisika Balai Pendidikan dan Pelatihan Departemen Perhubungan: Jakarta.

Powers, J.M., 2003, An Introduction To Seismology, Earthquakes and Earth Structurew, Blackwell Publishing.

Sabrina. U. E. 2009., Analisis Distribusi Waktu dan Luasan Deformasi Gempa Bumi Susulan Manokwari-Papua, Jakarta: BMG.

Santoso, Djoko.____.Pengantar Teknik Geofisika.ITB: Bandung.

Sieh, K. 2005., Proceeding Seminar Tsunami, Pangeran Beach Hotel.

Stein seth, Wysession M., 2003, An Introduction To Seismology, Earthquakes and Earth Structure, Blackwell Publishing.

Tjia, M.O. ____. Gelombang, ITB: Bandung.

http://www. Geocities.com/vinleys/disaster/earthquakes/earthquakes.gif. diakses (11 Oktober 2010).



LAMPIRAN I

Data Gempa Bumi susulan kasus gempa Aceh 2004

Date	ОТ	Lat	Lon	Depth	Mag	
26-Dec-2004	0:58:53	3.300	95.980	30	9.0	
26-Dec-2004	4:21:30	6.910	92.960	39	7.5	
26-Dec-2004	9:20:02	8.880	92.380	16	6.6	
26-Dec-2004	11:05:01	13.530	92.840	13	6.3	
26-Dec-2004	10:19:32	13.460	92.740	26	6.3	
26-Dec-2004	19:19:55	2.790	94.160	30	6.2	
26-Dec-2004	15:06:33	3.650	94.090	17	6.1	
26-Dec-2004	1:21:21	6.340	93.360	30	6.1	
26-Dec-2004	1:25:49	5.500	94.210	30	6.1	
26-Dec-2004	1:22:26	7.420	93.990	30	6.0	
26-Dec-2004	2:00:40	6.850	94.670	30	6.0	
26-Dec-2004	3:08:44	13.740	93.010	30	5.9	
26-Dec-2004	13:56:40	2.780	94.470	30	5.9	
26-Dec-2004	3:24:55	4.470	94.070	26	5.8	
26-Dec-2004	2:52:02	12.500	92.600	30	5.8	
26-Dec-2004	14:48:44	13.590	92.910	30	5.8	
26-Dec-2004	2:36:10	12.180	92.940	38	5.8	
26-Dec-2004	4:02:56	4.980	94.720	47	5.8	
26-Dec-2004	2:22:02	8.870	92.470	15	5.7	
26-Dec-2004	6:02:28	8.270	94.060	23	5.7	
26-Dec-2004	2:16:00	12.320	92.500	26	5.7	
26-Dec-2004	2:34:52	3.990	94.140	30	5.7	
26-Dec-2004	2:46:21	4.240	93.610	30	5.7	
26-Dec-2004	2:59:14	3.180	94.380	30	5.7	
26-Dec-2004	3:51:12	5.050	94.770	30	5.7	
26-Dec-2004	7:38:03	13.130	93.040	30	5.7	
26-Dec-2004	19:15:18	-1.530	138.770	30	5.7	
26-Dec-2004	1:48:52	5.430	94.460	51	5.7	
26-Dec-2004	7:07:10	10.360	93.750	19	5.6	
26-Dec-2004	2:15:24	6.170	93.470	30	5.6	
26-Dec-2004	3:17:52	7.210	92.920	30	5.6	
26-Dec-2004	3:40:16	5.530	94.330	30	5.6	

26-Dec-2004	19:03:49	4.090	94.220	30	5.6
26-Dec-2004	2:38:09	8.490	92.350	33	5.6
26-Dec-2004	20:50:35	6.320	126.920	127	5.6
26-Dec-2004	7:52:29	8.130	94.070	17	5.5
26-Dec-2004	6:56:47	10.980	92.280	23	5.5
26-Dec-2004	1:33:22	7.760	93.710	25	5.5
26-Dec-2004	18:42:44	13.710	92.950	26	5.5
26-Dec-2004	4:00:58	6.790	94.080	29	5.5
26-Dec-2004	1:17:10	4.940	94.270	30	5.5
26-Dec-2004	1:30:16	8.830	93.710	30	5.5
26-Dec-2004	3:02:38	8.610	92.330	30	5.5
26-Dec-2004	3:19:13	3.550	94.290	30	5.5
26-Dec-2004	10:18:14	8.860	93.740	30	5.5
26-Dec-2004	10:51:20	7.630	92.310	30	5.5
26-Dec-2004	10:56:02	10.070	93.830	30	5.5
26-Dec-2004	16:55:17	3.860	94.500	30	5.5
26-Dec-2004	21:06:49	4.470	96.340	30	5.5
26-Dec-2004	10:57:38	12.450	92.440	5	5.4
26-Dec-2004	6:38:36	6.650	92.960	16	5.4
26-Dec-2004	3:22:57	5.820	95.090	20	5.4
26-Dec-2004	12:09:42	12.190	92.600	20	5.4
26-Dec-2004	5:16:11	9.320	94.040	22	5.4
26-Dec-2004	12:11:58	11.570	92.410	25	5.4
26-Dec-2004	6:22:00	10.680	92.320	26	5.4
26-Dec-2004	2:41:00	7.480	92.430	30	5.4
26-Dec-2004	2:53:13	0.060	97.040	30	5.4
26-Dec-2004	3:09:34	4.050	93.530	30	5.4
26-Dec-2004	3:14:14	7.440	94.260	30	5.4
26-Dec-2004	4:02:12	3.040	95.890	30	5.4
26-Dec-2004	5:01:21	9.460	92.180	30	5.4
26-Dec-2004	6:28:48	4.960	94.790	30	5.4
26-Dec-2004	6:59:57	9.360	93.700	30	5.4
26-Dec-2004	9:30:56	7.180	93.760	30	5.4
26-Dec-2004	15:13:21	5.370	93.430	30	5.4 .
26-Dec-2004	4:46:23	8.530	93.880	32	5.4
26-Dec-2004	4:10:13	5.480	92.920	36	5.4
26-Dec-2004	10:43:30	6.530	92.830	36	5.4
26-Dec-2004	10:33:05	8.700	92.620	39	5.4

26-Dec-2004	16:21:27	5.150	94.320	41	5.4
26-Dec-2004	15:12:21	6.730	92.980	18	5.3
26-Dec-2004	2:15:49	12.260	92.280	20	5.3
26-Dec-2004	4:58:04	11.070	92.000	29	5.3
26-Dec-2004	1:40:07	5.840	93.150	30	5.3
26-Dec-2004	1:59:14	8.390	92.450	30	5.3
26-Dec-2004	3:26:46	4.910	96.400	30	5.3
26-Dec-2004	4:17:57	8.960	93.720	30	5.3
26-Dec-2004	5:01:11	9.300	92.210	30	5.3
26-Dec-2004	7:55:27	7.480	92.360	30	5.3
26-Dec-2004	10:53:58	10.190	93.680	30	5.3
26-Dec-2004	14:40:30	11.470	92.180	30	5.3
26-Dec-2004	18:31:43	6.320	93.320	30	5.3
26-Dec-2004	5:20:28	12.160	92.400	31	5.3
26-Dec-2004	7:59:38	3.230	93.910	31	5.3
26-Dec-2004	10:29:05	5.170	93.480	46	5.3
26-Dec-2004	3:50:22	5.510	94.250	48	5.3
26-Dec-2004	8:47:47	4.860	95.100	50	5.3
26-Dec-2004	1:52:04	10.380	92.120	12	5.2
26-Dec-2004	4:00:43	4.760	93.790	16	5.2
26-Dec-2004	5:23:51	3.350	94.090	18	5.2
26-Dec-2004	13:28:56	7.7 20	94.030	19	5.2
26-Dec-2004	3:44:08	13.470	92.740	22	5.2
26-Dec-2004	17:44:53	8.930	93.970	22	5.2
26-Dec-2004	3:30:01	4.640	94.000	25	5.2
26-Dec-2004	4:59:15	8.970	93.430	25	5.2
26-Dec-2004	8:41:49	8.900	93.480	25	5.2
26-Dec-2004	5:09:33	9.160	93.890	26	5.2
26-Dec-2004	4:48:56	8.870	93.750	27	5.2
26-Dec-2004	10:55:07	4.260	95.130	30	5.2
26-Dec-2004	11:17:08	3.250	93.750	30	5.2
26-Dec-2004	14:11:28	3.670	94.020	30	5.2
26-Dec-2004	9:13:55	7.310	92.190	33	5.2
26-Dec-2004	7:11:40	4.810	94.970	35	5.2
26-Dec-2004	9:44:20	5.730	93.100	36	5.2
26-Dec-2004	4:40:11	9.120	93.840	38	5.2
26-Dec-2004	11:50:28	6.390	93.250	61	5.2
26-Dec-2004	2:30:29	6.720	93.080	15	5.1

26-Dec-2004	5:55:49	3.170	93.940	23	5.1
26-Dec-2004	6:11:05	9.310	93.910	23	5.1
26-Dec-2004	6:22:35	5.340	93.070	23	5.1
26-Dec-2004	18:32:08	3.840	93.320	26	5.1
26-Dec-2004	3:06:13	8.190	92.460	27	5.1
26-Dec-2004	3:54:45	6.480	92.890	30	5.1
26-Dec-2004	5:42:49	5.490	94.290	30	5.1
26-Dec-2004	9:43:19	5.530	93.140	30	5.1
26-Dec-2004	10:12:10	10.250	94.310	30	5.1
26-Dec-2004	12:52:46	10.430	93.910	30	5.1
26-Dec-2004	14:39:07	8.300	92.360	30	5.1
26-Dec-2004	23:04:27	9.290	91.970	30	5.1
26-Dec-2004	13:44:08	3.970	94.390	31	5.1
26-Dec-2004	7:24:53	7.420	92.640	34	5.1
26-Dec-2004	8:02:35	5.340	94.480	34	5.1
26-Dec-2004	5:12:34	8.460	92.280	36	5.1
26-Dec-2004	17:56:36	12.860	92.480	45	5.1
26-Dec-2004	18:33:56	9.430	93.660	47	5.1
26-Dec-2004	14:14:18	13.500	92.920	17	5.0
26-Dec-2004	15:23:05	7.440	94.220	17	5.0
26-Dec-2004	9:17:51	7.060	94.390	21	5.0
26-Dec-2004	18:10:43	8.950	94.040	25	5.0
26-Dec-2004	17:50:13	13.600	92.850	26	5.0
26-Dec-2004	5:08:05	9.030	92.460	30	5.0
26-Dec-2004	18:29:32	8.060	92.200	30	5.0
26-Dec-2004	21:25:33	4.750	94.850	30	5.0
26-Dec-2004	4:31:29	6.990	93.180	36	5.0
26-Dec-2004	3:46:42	6.720	93.330	46	5.0
27-Dec-2004	20:14:50	-2.360	101.550	52	5.0
27-Dec-2004	9:39:07	5.350	94.650	35	6.2
27-Dec-2004	0:49:29	12.980	92.390	23	6.1
27-Dec-2004	0:32:16	5.480	94.470	33	6.1
27-Dec-2004	14:46:46	12.350	92.470	19	5.8
27-Dec-2004	20:10:51	2.930	95.610	28	5.8
27-Dec-2004	10:05:05	4.720	95.110	49	5.8
27-Dec-2004	9:57:53	7.710	92.640	9	5.7
27-Dec-2004	20:23:45	7.060	96.790	28	5.7
27-Dec-2004	8:37:38	6.480	93.280	30	5.7

5.6	5.6	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
23	27	25	30	8	21	27	28	32	15	20	25	30	42	51	23	24	27	29	59	30	27	25	30	30	32	41	25	28	47	27	19	22	30	30	30	31	34
94.510	95.540	92.500	92.390	91.890	93.660	069.96	96.810	93.040	93.810	93.160	93.050	93.680	94.630	94.610	93.590	93.870	92.680	93.460	93.210	94.110	93.330	96.550	94.650	92.160	96.100	92.150	92.300	96.490	94.890	92.860	94.130	92.580	94.820	92.360	93.120	92.990	93.740
2.710	3.030	11.590	8.470	7.990	060'6	8.550	3.320	13.680	4.470	5.600	13.660	8.950	2.750	5.520	10.590	8.550	12.810	6.250	000.9	7.850	8.470	7.990	060.6	6.390	8.020	7.810	8.070	11.490	3.350	4.830	5.480	092.9	4.830	8.970	5.870	9.780	7.740
7:47:35	6:59:15	19:13:19	60:96:0	23:58:00	0:39:45	19:28:52	18:37:53	10:46:39	0:24:31	17:40:04	10:46:48	20:36:19	18:09:34	8:21:40	15:20:34	14:30:32	12:13:59	4:22:36	5:10:53	2:04:22	19:38:52	18:48:53	10:46:39	22:03:01	5:50:12	19:26:58	11:57:55	19:16:07	1:22:24	16:06:22	8:11:02	1:38:22	11:58:36	19:18:26	20:37:21	23:20:08	18:01:08
27-Dec-2004																																					

27-Dec-2004	16:18:12	4.820	94.260	38	5.0
27-Dec-2004	18:14:49	5.210	92.620	36	5.0
27-Dec-2004	4:26:09	6.830	92.600	39	5.0
27-Dec-2004	20:01:14	8.560	96.250	36	5.0
27-Dec-2004	18:24:06	9.300	93.820	39	5.0
27-Dec-2004	19:55:14	2.790	93.730	38	5.0
27-Dec-2004	2:53:03	5.360	94.320	46	5.0
27-Dec-2004	20:11:58	7.460	91.540	30	5.0
27-Dec-2004	10:01:41	7.510 A	92.640	48	5.0
27-Dec-2004	20:02:25	10.870	95.470	44	5.0
27-Dec-2004	6:01:52	7.940	93.480	58	5.0
27-Dec-2004	20:58:41	9.250	95.360	30	5.0
27-Dec-2004	1:30:18	10.300	91.900	29	5.0
27-Dec-2004	18:50:24	5.520 `	94.222	35	5.0
27-Dec-2004	15:44:03	4.505	96.343	40	5.0
28-Dec-2004	23:05:49	8.740	92.650	30	5.0
28-Dec-2004	10:19:32	5.840	92.650	15	5.6
28-Dec-2004	19:19:55	8.390	93.660	51	5.5
28-Dec-2004	15:06:33	4.910	93.690	19	5.5
28-Dec-2004	1:21:21	8.960	96.050	30	5.5
28-Dec-2004	1:25:49	9.300	93.680	8	5.4
28-Dec-2004	1:22:26	7.480	94.630	21	5.4
28-Dec-2004	2:00:40	10.190	94.610	27	5.4
28-Dec-2004	3:08:44	11.470	93.590	28	5.4
28-Dec-2004	13:56:40	6.320	93.870	32	5.4
28-Dec-2004	3:24:55	12.160	92.680	15	5.4
28-Dec-2004	2:52:02	3.230	92.740	44	5.4
28-Dec-2004	14:48:44	5.170	94.070	30	5.4
28-Dec-2004	2:36:10	5.510	94.370	23	5.4
28-Dec-2004	4:02:56	4.860	94.390	31	5.4
28-Dec-2004	2:22:02	10.380	93.770	29	5.4
28-Dec-2004	6:02:28	4.760	94.780	29	5.4
28-Dec-2004	2:16:00	3.350	93.020	30	5.4
28-Dec-2004	2:34:52	7.720	93.050	30	5.4
28-Dec-2004	2:46:21	13.470	95.050	32	5.3
28-Dec-2004	2:59:14	8.930	95.430	41	5.3
28-Dec-2004	3:51:12	4.640	95.140	25	5.3
28-Dec-2004	7:38:03	8.970	95.130	28	5.3

28-Dec-2004	19:15:18	8.900	96.190	27	5.3
28-Dec-2004	1:48:52	9.160	93.810	19	5.3
28-Dec-2004	7:07:10	8.870	94.030	24	5.3
28-Dec-2004	2:15:24	4.260	93.780	30	5.3
28-Dec-2004	9:39:07	3.250	93.770	12	5.3
28-Dec-2004	0:49:29	3.670	92.680	27	5.3
28-Dec-2004	0:32:16	7.310	95.340	30	5.3
28-Dec-2004	14:46:46	4.830	91.310	19	5.3
28-Dec-2004	20:10:51	8.970	90.050	19	5.3
28-Dec-2004	10:05:05	5.870	90.600	31	5.3
28-Dec-2004	9:57:53	9.780	91.860	23	5.3
28-Dec-2004	20:23:45	7.740	94.780	31	5.3
28-Dec-2004	8:37:38	4.820	93.550	29	5.2
28-Dec-2004	7:47:35	5.210	92.520	29	5.1
28-Dec-2004	6:59:15	6.830	93.221	30	5.1
28-Dec-2004	19:13:19	8.560	94.030	30	5.1
28-Dec-2004	0:36:09	9.300	92.540	32	5.1
28-Dec-2004	23:58:00	2.790	90.880	23	5.0
28-Dec-2004	0:39:45	5.360	95.110	25	5.0
28-Dec-2004	15:23:05	3.270	91.313	26	5.0
28-Dec-2004	9:17:51	3.400	94.330	37	5.0
28-Dec-2004	18:10:43	6.880	90.560	45	5.0
28-Dec-2004	17:50:13	4.030	92.530	32	5.0
28-Dec-2004	5:08:05	2.520	95.140	28	5.0
28-Dec-2004	18:29:32	4.140	93.770	30	5.0
28-Dec-2004	21:25:33	4.030	94.070	30	5.0
28-Dec-2004	4:31:29	4.100	93.810	19	5.0
29-Dec-2004	4:19:01	7.720	92.590	30	5.8
29-Dec-2004	9:42:57	13.470	95.920	26	5.8
29-Dec-2004	4:09:14	8.930	92.020	30	5.7
29-Dec-2004	10:56:54	4.640	92.700	30	5.6
29-Dec-2004	2:22:42	8.970	95.160	30	5.5
29-Dec-2004	5:23:53	8.900	94.340	30	5.4
29-Dec-2004	14:16:06	9.160	93.010	30	5.4
29-Dec-2004	20:41:38	8.870	94.390	23	5.4
29-Dec-2004	9:28:22	4.260	92.480	26	5.4
29-Dec-2004	5:25:00	3.250	96.130	27	5.4
29-Dec-2004	14:25:15	3.670	94.810	30	5.3

29-Dec-2004 12:56:04 7.310 94.670 36 5.3 29-Dec-2004 9:16:04 4.830 94.600 27 5.3 29-Dec-2004 0:56:04 8.970 94.040 30 5.2 29-Dec-2004 18:29:49 5.870 94.060 30 5.2 29-Dec-2004 16:21:15 6.250 94.010 30 5.2 29-Dec-2004 16:19:41 6.000 96.280 30 5.1 29-Dec-2004 17:29:22 7.850 94.330 30 5.1 29-Dec-2004 1:13:16 6.390 92.590 30 5.1 29-Dec-2004 1:257:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.070 92.700 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 18:02:37 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 18:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 18:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.900 93.770 26 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 50 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 10:30:30:30:30:30:30:30:30:30:30:30:30:30	00 D 0004	10.56.04	7210	04.670	26	5.2
29-Dec-2004 0:56:04 8.970 94.040 30 5.2 29-Dec-2004 18:29:49 5.870 94.060 30 5.2 29-Dec-2004 16:21:15 6.250 94.010 30 5.2 29-Dec-2004 16:19:41 6.000 96.280 30 5.1 29-Dec-2004 17:29:22 7.850 94.330 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.07		-				
29-Dec-2004 18:29:49 5.870 94.060 30 5.2 29-Dec-2004 16:21:15 6.250 94.010 30 5.2 29-Dec-2004 16:19:41 6.000 96.280 30 5.1 29-Dec-2004 17:29:22 7.850 94.330 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 14:29:27 4.720 9		 				
29-Dec-2004 16:21:15 6.250 94.010 30 5.2 29-Dec-2004 16:19:41 6.000 96.280 30 5.1 29-Dec-2004 17:29:22 7.850 94.330 30 5.1 29-Dec-2004 1:13:16 6.390 92.590 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 12:340:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.8	·					
29-Dec-2004 16:19:41 6.000 96.280 30 5.1 29-Dec-2004 17:29:22 7.850 94.330 30 5.1 29-Dec-2004 1:13:16 6.390 92.590 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.740 26 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810		 				
29-Dec-2004 17:29:22 7.850 94.330 30 5.1 29-Dec-2004 1:13:16 6.390 92.590 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 23:9:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.59	-	 				
29-Dec-2004 1:13:16 6.390 92.590 30 5.1 29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.						
29-Dec-2004 12:57:43 8.020 95.920 30 5.1 29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.						
29-Dec-2004 10:20:22 7.810 92.020 30 5.1 29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.			-			
29-Dec-2004 23:40:48 8.070 92.700 30 5.0 29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.7	29-Dec-2004				1 4 6 1	
29-Dec-2004 23:12:01 11.490 95.160 30 5.0 29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.68	29-Dec-2004	10:20:22	7.810		30	
29-Dec-2004 7:23:54 3.350 90.560 35 5.0 29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.34	29-Dec-2004	23:40:48	8.070	92.700	30	5.0
29-Dec-2004 18:02:33 5.480 92.530 25 5.0 29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.3	29-Dec-2004	23:12:01	11.490	95.160		
29-Dec-2004 4:48:09 6.760 95.140 26 5.0 29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770	29-Dec-2004	7:23:54	3.350	90.560	35	5.0
29-Dec-2004 2:39:28 4.830 93.770 24 5.0 29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770	29-Dec-2004	18:02:33	5.480	92.530	25	5.0
29-Dec-2004 8:30:27 2.930 94.070 30 5.0 29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12:330	29-Dec-2004	4:48:09	6.760	95.140	26	5.0
29-Dec-2004 14:27:27 4.720 93.810 22 5.0 29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090	29-Dec-2004	2:39:28	4.830	93.770	24	5.0
29-Dec-2004 16:29:56 7.710 92.590 24 5.0 29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090	29-Dec-2004	8:30:27	2.930	94.070	30	5.0
29-Dec-2004 20:32:37 7.060 95.920 24 5.0 29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560	29-Dec-2004	14:27:27	4.720	93.810	22	5.0
29-Dec-2004 10:37:46 6.480 96.190 25 5.0 29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93	29-Dec-2004	16:29:56	7.710	92.590	24	5.0
29-Dec-2004 0:49:42 2.710 93.810 27 5.0 29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.0	29-Dec-2004	20:32:37	7.060	95.920	24	5.0
29-Dec-2004 22:20:18 3.030 94.030 30 5.0 29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880	29-Dec-2004	10:37:46	6.48 0	96.190	25	5.0
29-Dec-2004 17:24:40 11.590 93.780 30 5.0 29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	0:49:42	2.710	93.810	27	5.0
29-Dec-2004 14:18:08 7.990 93.770 20 5.0 29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	22:20:18	3.030	94.030	30	5.0
29-Dec-2004 7:40:27 9.090 92.680 26 5.0 29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	17:24:40	11.590	93.780	30	5.0
29-Dec-2004 14:50:41 8.550 95.340 26 5.0 29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	14:18:08	7.990	93.770	20	5.0
29-Dec-2004 15:27:28 3.320 91.310 22 5.0 29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	7:40:27	9.090	92.680	26	5.0
29-Dec-2004 0:48:47 13.680 90.050 36 5.0 29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	14:50:41	8.550	95.340	26	5.0
29-Dec-2004 5:55:56 15.770 90.600 30 5.0 29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	15:27:28	3.320	91.310	22	5.0
29-Dec-2004 22:17:28 12.330 91.860 25 5.0 29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	0:48:47	13.680	90.050	36	5.0
29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	5:55:56	15.770	90.600	30	5.0
29-Dec-2004 15:21:18 7.990 94.780 30 5.0 29-Dec-2004 3:39:06 9.090 92.520 30 5.0 29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	22:17:28	12.330	91.860	25	5.0
29-Dec-2004 16:24:14 8.560 93.221 30 5.0 29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	15:21:18	7.990	94.780	30	5.0
29-Dec-2004 3:37:24 3.320 94.030 49 5.0 29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	3:39:06	9.090	92.520	30	5.0
29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	16:24:14	8.560	93.221	30	5.0
29-Dec-2004 3:10:56 13.880 93.221 23 5.0	29-Dec-2004	3:37:24	3.320	94.030	49	5.0
	29-Dec-2004	+		93.221	23	5.0
<u> </u>	29-Dec-2004	0:59:21	12.230	94.030	25	5.0
30-Dec-2004 19:18:26 4.470 92.430 26 5.3	30-Dec-2004	19:18:26	4.470	92.430	26	5.3

30-Dec-2004	20:37:21	12.500	97.040	30	5.3
30-Dec-2004	23:20:08	13.590	93.530	30	5.3
30-Dec-2004	16:18:12	12.180	94.260	38	5.3
30-Dec-2004	4:26:09	4.980	95.890	47	5.3
30-Dec-2004	18:24:06	8.870	92.180	15	5.2
30-Dec-2004	2:53:03	8.270	94.790	23	5.2
30-Dec-2004	10:01:41	12.320	93.700	26	5.2
30-Dec-2004	6:01:52	3.990	93.760	30	5.2
30-Dec-2004	0:04:49	4.240	93.430	30	5.2
30-Dec-2004	20:17:53	3.180	93.880	30	5.2
30-Dec-2004	22:47:29	2.790	92.920	30	5.2
30-Dec-2004	10:50:33	3.650	92.830	5	5.2
30-Dec-2004	5:43:53	6.340	92.620	16	5.2
30-Dec-2004	2:45:15	5.500	94.320	20	5.1
30-Dec-2004	2:53:40	7.420	92.980	20	5.1
30-Dec-2004	2:36:45	6.850	92.280	22	5.1
30-Dec-2004	16:09:18	13.740	94.330	25	5.0
30-Dec-2004	17:32:31	4.980	92.590	26	5.0
30-Dec-2004	16:47:02	8.870	95.920	25	5.0
30-Dec-2004	19:26:41	8.270	92.020	26	5.0
30-Dec-2004	11:07:29	12.320	92.700	30	5.0
30-Dec-2004	12:58:32	3.990	95.160	30	5.0
30-Dec-2004	20:10:12	4.240	90.560	30	5.0
31-Dec-2004	0:36:09	6.000	96.280	32	5.5
31-Dec-2004	23:58:00	7.850	94.330	23	5.3
31-Dec-2004	0:39:45	6.390	92.590	25	5.3
31-Dec-2004	15:23:05	8.020	95.920	26	5.2
31-Dec-2004	9:17:51	7.810	92.020	37	5.2
31-Dec-2004	18:10:43	8.070	92.700	45	5.2
31-Dec-2004	17:50:13	11.490	95.160	32	5.2
31-Dec-2004	5:08:05	3.350	90.560	28	5.1
31-Dec-2004	18:29:32	5.480	92.530	30	5.1
31-Dec-2004	21:25:33	6.760	95.140	30	5.1
31-Dec-2004	4:31:29	4.830	93.770	19	5.0
31-Dec-2004	4:19:01	2.930	94.070	30	5.0
31-Dec-2004	9:42:57	4.720	93.810	26	5.0
31-Dec-2004	4:09:14	7.710	92.590	30	5.0
31-Dec-2004	10:56:54	7.060	95.920	30	5.0

2:22:42	6.480	96.190	30	5.0
5:23:53	2.710	93.810	30	5.0
14:16:06	3.030	94.030	30	5.0
20:41:38	11.590	93.780	23	5.0
9:28:22	7.990	93.770	26	5.0
5:25:00	9.090	92.680	27	5.0
14:25:15	8.550	95.340	30	5.0
12:56:04	3.320	91.310	36	5.0
9:16:04	13.680	90.050	27	5.0
0:56:04	15.770	90.600	30	5.0
18:29:49	12.330	91.860	30	5.0
16:21:15	9.160	93.810	30	5.0
16:19:41	8.870	94.030	30	5.0
17:29:22	4.260	93.780	30	5.0
1:13:16	3.250	93.770	30	5.0
3:39:06	3.670	92.680	30	5.0
16:24:14	7.310	95.340	30	5.0
3:37:24	4.830	91.310	30	5.0
3:10:56	8.970	90.050	30	5.0
0:59:21	5.870	90.600	35	5.0
19:18:26	9.780	91.860	25	5.0
14:50:41	7.74 0	94.780	26	5.0
15:27:28	4.820	93.550	24	5.0
	5:23:53 14:16:06 20:41:38 9:28:22 5:25:00 14:25:15 12:56:04 9:16:04 0:56:04 18:29:49 16:21:15 16:19:41 17:29:22 1:13:16 3:39:06 16:24:14 3:37:24 3:10:56 0:59:21 19:18:26 14:50:41	5:23:53 2.710 14:16:06 3.030 20:41:38 11.590 9:28:22 7.990 5:25:00 9.090 14:25:15 8.550 12:56:04 3.320 9:16:04 13.680 0:56:04 15.770 18:29:49 12.330 16:21:15 9.160 16:19:41 8.870 17:29:22 4.260 1:13:16 3.250 3:39:06 3.670 16:24:14 7.310 3:37:24 4.830 3:10:56 8.970 0:59:21 5.870 19:18:26 9.780 14:50:41 7.740	5:23:53 2.710 93.810 14:16:06 3.030 94.030 20:41:38 11.590 93.780 9:28:22 7.990 93.770 5:25:00 9.090 92.680 14:25:15 8.550 95.340 12:56:04 3.320 91.310 9:16:04 13.680 90.050 0:56:04 15.770 90.600 18:29:49 12.330 91.860 16:21:15 9.160 93.810 16:19:41 8.870 94.030 17:29:22 4.260 93.780 1:13:16 3.250 93.770 3:39:06 3.670 92.680 16:24:14 7.310 95.340 3:37:24 4.830 91.310 3:10:56 8.970 90.050 0:59:21 5.870 90.600 19:18:26 9.780 91.860 14:50:41 7.740 94.780	5:23:53 2.710 93.810 30 14:16:06 3.030 94.030 30 20:41:38 11.590 93.780 23 9:28:22 7.990 93.770 26 5:25:00 9.090 92.680 27 14:25:15 8.550 95.340 30 12:56:04 3.320 91.310 36 9:16:04 13.680 90.050 27 0:56:04 15.770 90.600 30 18:29:49 12.330 91.860 30 16:21:15 9.160 93.810 30 16:19:41 8.870 94.030 30 1:13:16 3.250 93.780 30 1:13:16 3.250 93.770 30 3:39:06 3.670 92.680 30 16:24:14 7.310 95.340 30 3:37:24 4.830 91.310 30 3:10:56 8.970 90.600 35 19:18:26

LAMPIRAN 2

Pengolahan data distribusi waktu

1.gempa Aceh 2004

A. Metoda Omori:

x=t	n(t)	y=1/n(t)	xy DAT	A x2	y2
1	137	0.00729927	0.00729927	1	5.32793E-05
2	64	0.01562500	0.03125000	4	0.000244141
3	52	0.019230769	0.057692308	9	0.000369822
4	48	0.020833333	0.083333333	16	0.000434028
5	40	0.025000000	0.125000000	25	0.000625000
6	38	0.026315789	0.157894737	36	0.000692521
7	35	0.028571429	0.200000000	49	0.000816327
8	33	0.030 <mark>303</mark> 03	0.242424242	64	0.000918274
9	30	0.033333333	0.300000000	81	0.001111111
10	30	0.033333333	0.333333333	100	0.001111111
11	23	0.043478261	0.47826087	121	0.001890359
12	22	0.045454545	0.545454545	144	0.002066116
13	18	0.05555556	0.72222222	169	0.003086420
14	17	0.058823529	0.823529412	196	0.003460208
15	14	0.071428571	1.071428571	225	0.005102041
16	10	0.100000000	1.60000000	256	0.010000000
17	2	0.50000000	8.50000000	289	0.250000000
18	1	1	180000000	324	1

Berdasarkan perhitungan diperoleh:

$$\sum y = 2.11458575$$
 $\sum x = 171$

$$\sum xy = 33.2791228$$
 $\sum x^2 = 2109$

$$\sum y^2 = 1.28198076$$

Sesuai dengan persamaan (2.3):

$$n(t) = \frac{a}{b+t}$$

$$y = \frac{1}{n(t)}$$
 $A = \frac{b}{a}$ RSITAS ANDALAS

$$x = t$$
 $B = \frac{1}{a}$

dengan harg a A dan B diperoleh dari:

$$B = \frac{n\sum xy - \sum x\sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$A = \frac{1}{n} \left(\sum y - B \sum x \right)$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.3 maka akan diperoleh harga a, b, dan r yaitu, 36.7308, - 5.18497dan 0.57044.

B. Metoda Mogi I:

t	x=log t	y=log n(t)	Ху	x2	y2	n(t)
1	0	2.136720567	0	0	4.565574782	137
2	0.301029996	1.806179974	0.54371435	0.090619058	3.262286098	64
3	0.477121255	1.716003344	0.818741668	0.227644692	2.944667475	52
4	0.602059991	1.681241237	1.012208085	0.362476233	2.826572098	48
5	0.698970004	1.602059991	1.119791879	0.488559067	2.566596216	40
6	0.77815125	1.579783597	1.229310581	0.605519368	2.495716212	38

7	0.84509804	1.544068044	1.304888878	0.714190697	2.384146126	35
8	0.903089987	1.51851394	1.371354734	0.815571525	2.305884586	33
9	0.954242509	1.477121255	1.409531893	0.910578767	2.181887201	30
10	1	1.477121255	1.477121255	1	2.181887201	30
11	1.041392685	1.361727836	1.418093408	1.084498725	1.854302699	23
12	1.079181246	1.342422681	1.448717381	1.164632162	1.802098654	22
13	1.113943352	1.255272505	1.398302462	1.240869792	1.575709062	18
14	1.146128036	1.230448921	1.410252005	1.313609474	1.514004548	17
15	1.176091259	1.146128036	1.347951165	1.38319065	1.313609474	14
16	1.204119983	1	1.204119983	1.449904933	1	10
17	1.230448921	0.301029996	0.370402033	1.514004548	0.090619058	2
18	1.255272505	0	0	1.575709062	0	1

$$\sum x = 15.806341$$
 $\sum y = 24.1754843$ $\sum xy = 18.884502$ $\sum x^2 = 15.941579$ $\sum y^2 = 36.86556$

Sesuai dengan persamaan (2.4):

$$n(t) = at^{-b}$$

$$y = \log n(t)$$

$$x = \log t$$

$$A = \log a$$

$$B = -b$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaaan 2.4 maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 219.776, 1.13751 dan -0.76845.

C. Metoda Mogi II:

x=t	n(t)	y=ln n(t)	xy	x 2	y 2
1	137	4.919980926	4.919980926	1	24.20621231
2	64	4.158883083	8.317766167	4	17.2963085
3	52	3.951243719	11.85373116	9	15.61232692
4	48	3.871201011	15.48480404	16	14.98619727
5	40	3.688879454	18.44439727	25	13.60783163
6	38	3.63758616	21.82551696	36	13.23203307
7	35	3.555348061	24.88743643	49	12.64049984
8	33	3.496507561	27.97206049	64	12.22556513
9	30	3.401197382	30.61077643	81	11.56814363
10	30	3.401197382	34.01197382	100	11.56814363
11	23	3.135494216	34.49043638	121	9.831323978
12	22	3.091042453	37.09250944	144	9.554543448
13	18	2.890371758	37.57483285	169	8.354248899
14	17	2.833213344	39.66498682	196	8.027097853
15	14	2.63905733	39.58585994	225	6.964623589
16	10	2.302585093	36.84136149	256	5 <mark>.3018</mark> 9811
17	2	0.693147181	11.78350207	289	0.480453014
18	1	0	0	324	0

Berdasarkan perhitungan diperoleh:

$$\sum x = 171$$
 $\sum y = 55.66694$ $\sum xy = 435.36193$

$$\sum x^2 = 2109 \qquad \qquad \sum y^2 = 195.45745$$

Sesuai dengan persamaan (2.5):

$$n(t) = a \cdot e^{-bt}$$

$$y = \ln n(t)$$

$$x = t$$

$$A = \ln a$$

$$B = -b$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.5, maka akan diperoleh harga a, b, dan r yaitu 145.3127, 0.19293

dan . -0.7575

D. Metoda Utsu:

t	n(t)	x=log (t+0,01)	y=log n(t)	SAXY	x2	y2
1	137	0.004321374	2.136720567	0.009233568	1.86743E-05	4.565574782
2	64	0.303196057	1.806179974	0.547626647	0.091927849	3.262286098
3	52	0.478566496	1.716003344	0.821221707	0.229025891	2.944667475
4	48	0.603144373	1.681241237	1.014031191	0.363783134	2.826572098
5	40	0.699837726	1.602059991	1.121182021	0.489772843	2.566596216
6	38	0.778874472	1.579783597	1.230453115	0.606645443	2.495716212
7	35	0.845718018	1. <mark>544</mark> 068044	1.305846166	0.715238966	2.384146126
8	33	0.903632516	1.51851394	1.372178572	0.816551724	2.305884586
9	30	0.954724791	1.4 <mark>77</mark> 121255	1.410244281	0.911499427	2.181887201
10	30	1.000434077	1.477121255	1.47776244	1.000868343	2.181887201
11	23	1.041787319	1.361727836	1.418630791	1.085320818	1.854302699
12	22	1.079543007	1.342422681	1.449203018	1.165413105	1.802098654
13	18	1.114277297	1.255272505	1.398721653	1.241613894	1.575709062
14	17	1.146438135	1.230448921	1.410633567	1.314320398	1.514004548
15	14	1.176380692	1.146128036	1.348282892	1.383871533	1.313609474
16	10	1.204391332	1	1.204391332	1.45055848	1
17	2	1.230704314	0.301029996	0.370478914	1.514633108	0.090619058
18	1	1.255513713	0	0	1.576314683	0

$$\sum x = 15.821486$$
 $\sum y = 24.175843$

$$\sum xy = 18.910122$$
 $\sum x^2 = 15.957378$

$$\sum y^2 = 36.865556$$

Sesuai dengan persamaan (2.6):

$$n(t) = a(t + 0.01)^{-b}$$

$$y = \log n(t)$$

$$x = \log(t + 0.01)$$

$$A = \log a$$

$$B = -b$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.6, maka akan diperoleh. harga a,b dan r yaitu 33.7438, 1.14093 dan 0.65299.

2. Gempa Nias (28 Maret 2005)

A. Metoda Omori

x=t	n(t)	y=1/n(t)	xy	x2	y2
1	133	0.007518797	0.007518797	1	5.65323E-05
2	85	0.011764706	0.023529412	4	0.000138408
3	66	0.015151515	0.045454545	9	0.000229568
4	58	0.017241379	0.068965517	16	0.000297265
5	56	0.017857143	0.089285714	25	0.000318878
6	52	0.019230769	0.115384615	36	0.000369822
7	44	0.022727273	0.159090909	49	0.000516529
8	44	0.022727273	0.181818182	64	0.000516529
9	42	0.023809524	0.214285714	81	0.000566893
10	40	0.025	0.25	100	0.000625
11	33	0.03030303	0.333333333	121	0.000918274
12	31	0.032258065	0.387096774	144	0.001040583
13	28	0.035714286	0.464285714	169	0.00127551
14	24	0.041666667	0.583333333	196	0.001736111
15	22	0.045454545	0.681818182	225	0.002066116
16	22	0.045454545	0.727272727	256	0.002066116
17	20	0.05	0.85	289	0.0025
18	20	0.05	0.9	324	0.0025

19	20	0.05	0.95	361	0.0025
20	19	0.052631579	1.052631579	400	0.002770083
21	17	0.058823529	1.235294118	441	0.003460208
22	13	0.076923077	1.692307692	484	0.00591716
23	13	0.076923077	1.769230769	529	0.00591716
24	10	0.1	2.4	576	0.01
25	8	0.125	3.125	625	0.015625
26	4	0.25	6.5	676	0.0625
27	1	WER	SIT 275 AND	729	1

Berdasarkan perhitungan diperoleh:

$$\sum y = 2.304181$$
 $\sum x = 378$

$$\sum xy = 51.80694^* \qquad \sum x^2 = 6930$$

$$\sum y^2 = 1,126428$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.3, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 83.7923, -6.84919 dan 0.50091.

t	n(t)	x=log t	y=log n(t)	xy	x2	y2
1	133	0	2.123851641	0	0	4.510745793
2	85	0.301029996	1.929418926	0.580812971	0.090619058	3.722657391
3	66	0.477121255	1.819543936	0.868143086	0.227644692	3.310740133
4	58	0.602059991	1.763427994	1.061689443	0.362476233	3.109678288
5	56	0.698970004	1.748188027	1.221930993	0.488559067	3.056161378
6	52	0.77815125	1.716003344	1.335310148	0.605519368	2.944667475
7	44	0.84509804	1.643452676	1.388878636	0.714190697	2.7009367
8	44	0.903089987	1.643452676	1.484185656	0.815571525	2.7009367
9	42	0.954242509	1.62324929	1.548973476	0.910578767	2.634938259

10	40	1	1.602059991	1.602059991	1	2.566596216
11	33	1.041392685	1.51851394	1.581369309	1.084498725	2.305884586
12	31	1.079181246	1.491361694	1.609449571	1.164632162	2.224159702
13	28	1.113943352	1.447158031	1.612052069	1.240869792	2.094266368
14	24	1.146128036	1.380211242	1.581898799	1.313609474	1.904983072
15	22	1.176091259	1.342422681	1.578811581	1.38319065	1.802098654
16	22	1.204119983	1.342422681	1.616437975	1.449904933	1.802098654
17	20	1.230448921	1.301029996	1.600850955	1.514004548	1.69267905
18	20	1.255272505	1.301029996	1.633147182	1.575709062	1.69267905
19	20	1.278753601	1.301029996	1.663696792	1.635210772	1.69267905
20	19	1.301029996	1.278753601	1.663696792	1.69267905	1.635210772
21	17	1.322219295	1.230448921	1.626923305	1.748263863	1.514004548
22	13	1.342422681	1.113943352	1.495382821	1.802098654	1.240869792
23	13	1.361727836	1.113943352	1.516887671	1.854302699	1.240869792
24	10	1.380211242	1	1.380211242	1.904983072	1
25	8	1.397940009	0.903089987	1.262465624	1.954236268	0.815571525
26	4	1.414973348	0.602059991	0.851898842	2.002149575	0.362476233
27	1	1.431363764	0	0	2.048802225	0

b. Metode Mogi I

$$\sum x = 28.03698$$
 $\sum y = 37.28007$ $\sum xy = 35.36716$ $\sum x^2 = 32.58430$ $\sum y^2 = 56.27859$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaaan 2.4 maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 240.718, 0.96375 dan -0.81911.

B. Mogi II

x=t	n(t)	y=ln n(t)	xy	x 2	y2
1	133	4.890349128	4.890349128	1	23.9155146
2	85	4.442651256	8.885302513	4	19.73715019
3	66	4.189654742	12.56896423	9	17.55320686
4	58	4.060443011	16.24177204	16	16.48719744
5	56	4.025351691	20.12675845	25	16.20345623
6	52	3.951243719	23.70746231	36	15.61232692
7	44	3.784189634	26.48932744	49	14.32009119
8	44	3.784189634	30.27351707	64	14.32009119
9	42	3.737669618	33.63902656	81	13.97017418
10	40	3.688879454	36.88879454	100	13.60783163
11	33	3.496507561	38.46158318	121	12.22556513
12	31	3.433987204	41.20784645	144	11.79226812
13	28	3.33220451	43.31865863	169	11.1035869
14	24	3.17805383	44.49275362	196	10 <mark>.100</mark> 02615
15	22	3.091042453	46.3656368	225	9.554543448
16	22	3.091042453	49.45667925	256	9.554543448
17	20	2.995732274	50.92744865	289	8. <mark>9744</mark> 11855
18	20	2.995732274	53 <mark>.9</mark> 2318092	324	8.974411855
19	20	2.995732274	56. 9189132	361	8.974 411855
20	19	2.944438979	58.88877958	400	8.669720902
21	17	2.833213344	59.49748023	441	8.027097853
22	13	2.564949357	56.42888586	484	6.578965206
23	13	2.564949357	58.99383522	529	6.578965206
24	10	2.302585093	55.26204223	576	5.30189811
25	8	2.079441542	51.98603854	625	4.324077125
26	4	1.386294361	36.04365339	676	1.921812056
27	1	0	0	729	0

$$\sum x = 378$$
 $\sum y = 85.484053$

$$\sum xy = 1015.88469$$
 $\sum x^2 = 6930$

$\Sigma y^2 = 298.3833$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada di atas ke dalam persamaan 2.5, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 117.686, 0.11348 dan - 0.91001.

C. Metode Utsu UNIVERSITAS ANDALAS

t	n(t)	x = log(t+0,01)	y=log n(t)	xy	x2	y 2
1	133	0.004321374	2.123851641	0.009177957	1.86743E-05	4.510746
2	85	0.303196057	1.929418926	0.584992211	0.091927849	3.722657
3	66	0.478566496	1.819543936	0.870772765	0.229025891	3.31074
4	58	0.603144373	1.763427994	1.063601671	0.363783134	3.109678
5	56	0.699837726	1.748188027	1.223447933	0.489772843	3.056161
6	52	0.778874472	1.716003344	1.336551198	0.606645443	2.944667
7	44	0.845718018	1.643452676	1.38989754	0.715238966	2.700937
8	44	0.903632516	1.643452676	1.485077277	0.816551724	2.700937
9	42	0.954724791	1.62324929	1.549756339	0.911499427	2.634938
10	40	1.000434077	1.602059991	1.602755409	1.000868343	2.566596
11	33	1.041787319	1.51851394	1.581968566	1.085320818	2.305885
12	31	1.079543007	1.491361694	1.609989088	1.165413105	2.22416
13	28	1.114277297	1.447158031	1.612535339	1.241613894	2.094266
14	24	1.146438135	1.380211242	1.582326802	1.314320398	1.904983
15	22	1.176380692	1.342422681	1.579200123	1.383871533	1.802099
16	22	1.204391332	1.342422681	1.616802241	1.45055848	1.802099
17	20	1.230704314	1.301029996	1.601183228	1.514633108	1.692679
18	20	1.255513713	1.301029996	1.633461	1.576314683	1.692679
19	20	1.278982117	1.301029996	1.663994098	1.635795255	1.692679
20	19	1.301247089	1.278753601	1.6639744	1.693243986	1.635211
21	17	1.322426052	1.230448921	1.62717771	1.748810664	1.514005
22	13	1.342620043	1.113943352	1.495602671	1.802628579	1.24087
23	13	1.361916619	1.113943352	1.517097964	1.854816876	1.24087
24	10	1.38039216	1	1.38039216	1.905482516	1
25	8	1.398113692	0.903089987	1.262622476	1.954721895	0.815572
26	4	1.415140352	0.602059991	0.851999388	2.002622216	0.362476

	_					
27	1	1.431524584	0	0	2.049262635	

$$\sum x = 28.05385$$

$$\Sigma y = 37.28007$$

$$\sum xy = 35.39636$$

$$\sum x^2 = 32.60476$$

$$\sum y^2 = 56.27859$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.6, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 242.415, 0.96611 dan -0.81939.

3. Gempa Bengkulu I (4 Juni 2000)

A. Metoda Omori

x=t	n(t)	y=1/n(t)	ху	x2	y2
1	42	0.023809524	0.023809524	1	0.000566893
2	35	0.028571429	0.057142857	4	0.000816327
3	26	0.038461538	0.115384615	9	0.00147929
4	17	0.058823529	0.235294118	16	0.003460208
5	16	0.0625	0.3125	25	0.00390625
6	16	0.0625	0.375	36	0.00390625
7	13	0.076923077	0.538461538	49	0.00591716
8	10	0.1	0.8	64	0.01
9	7	0.142857143	1.285714286	81	0.020408163
10	5	0.2	2	100	0.04
11	4	0.25	2.75	121	0.0625
12	3	0.333333333	4	144	0.111111111
13	3	0.333333333	4.333333333	169	0.111111111
14	1	1	14	196	1

Berdasarkan perhitungan diperoleh:

$$\sum y = 105$$
 $\sum x = 2.71111$

$$\sum xy = 30.82664$$
 $\sum x^2 = 1015$

$$\sum y^2 = 1.37518$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.3, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 21.68051, -3.30155 dan 0.754514.

B. Metode Mogi I

t	n(t)	x=log t	y=log n(t)	xy	x2	y2
1	42	0	1.62324929	0	0	2.634938259
2	35	0.301029996	1.544068044	0.464810797	0.090619058	2.384146126
3	26	0.477121255	1.414973348	0.675113859	0.227644692	2.002149575
4	17	0.602059991	1.230448921	0.740804067	0.362476233	1.514004548
5	16	0.698970004	1.204119983	0.841643749	0.488559067	1.449904933
6	16	0.77815125	1.204119983	0.93698747	0.605519368	1.449904933
7	13	0.84509804	1.113943352	0.941391344	0.714190697	1.240869792
8	10	0.903089987	1	0.903089987	0.815571525	1
9	7	0.954242509	0.84509804	0.806428474	0.910578767	0.714190697
10	5	1	0.698970004	0.698970004	1	0.488559067
11	4	1.041392685	0.602059991	0.626980871	1.084498725	0.362476233
12	3	1.079181246	0.477121255	0.51490031	1.164632162	0.227644692
13	3	1.113943352	0.477121255	0.53148605	1.240869792	0.227644692
14	1	1.146128036	0	0	1.313609474	0

$$\sum x = 10.940408$$
 $\sum y = 13.435293$

$$\sum xy = 8.6826069$$
 $\sum x^2 = 10.018769$

$$\sum y^2 = 15.696434$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.4, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 9.052697, 1.22435 dan -0.8864

C. Mogi II

x=t	n(t)	y=ln n(t)	xy	x2	y 2
1	42	3.737669618	3.737669618	1	13.97017418
2	35	3.555348061	7.110696123	4	12.64049984
3	26	3.258096538	9.774289614	9	10 <mark>.615</mark> 19305
4	17	2.833213344	11.33285338	16	8.027097853
5	16	2.772588722	13.86294361	25	7.687248223
6	16	2.772588722	16.63553233	36	7.687248223
7	13	2.56494 9357	17.9546455	49	6.578965206
8	10	2.302585093	18.42068074	64	5.30189811
9	7	1.945910149	17.51319134	81	3.786566308
10	5	1.609437912	16.09437912	100	2.590290394
11	4	1.386294361	15.24923797	121	1.921812056
12	3	1.098612289	13.18334746	144	1.206948961
13	3	1.098612289	14.28195975	169	1.206948961
14	1	0	0	196	0

$$\sum x = 105$$
 $\sum y = 30.93591$

$$\sum xy = 175.15143$$
 $\sum x^2 = 1015$

$$\Sigma y^2 = 83.220891$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.5, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 57.44293, 0.245478 dan -0.96044

D. Metode Utsu

t	n(t)	x=log (t+0,01)	y=log n(t)	SAXY	x2	у2
1	42	0.004321374	1.62324929	0.007014667	1.86743E-05	2.634938
2	35	0.303196057	1.544068044	0.468155343	0.091927849	2.384146
3	26	0.478566496	1.414973348	0.677158836	0.229025891	2.00215
4	17	0.603144373	1.230448921	0.742138343	0.363783134	1.514005
5	16	0.699837726	1.204119983	0.84268859	0.489772843	1.449905
6	16	0.778874472	1.204119983	0.937858316	0.606645443	1.449905
7	13	0.845718018	1.113943352	0.942081964	0.715238966	1.24087
8	10	0.903632516	1	0.903632516	0.816551724	1
9	7	0.954724791	0.84509804	0.80683605	0.911499427	0.714191
10	5	1.000434077	0.698970004	0.699273411	1.000868343	0.488559
11	4	1.041787319	0.602059991	0.627218464	1.085320818	0.362476
12	3	1.079543007	0.4771 <mark>2125</mark> 5	0.515072914	1.165413105	0.227645
13	3	1.114277297	0.477121255	0.531645382	1.241613894	0.227645
14	1	1.146438135	0	0	1.314320398	0

$$\sum x = 10.954496$$
 $\sum y = 13.435293$ $\sum xy = 8.700775$ $\sum x^2 = 10.032001$

$$\sum y^2 = 15.69643$$

 $\sum xy = 8.700775$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.6, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 83.36121, 1.228556 dan -0.88681.

4. Gempa Bengkulu II (12 September 2007)

A. Metode Omori

x=t	n(t)	y=1/n(t)	xy	x2	y2
1	66	0.015151515	0.015151515	1	0.000229568
2	65	0.015384615	0.030769231	4	0.000236686
3	21	0.047619048	0.142857143	9	0.002267574
4	20	0.05	0.2 AA	DA16	0.0025
5	19	0.052631579	0.263157895	25	0.002770083
6	16	0.0625	0.375	36	0.00390625
7	13	0.076923077	0.538461538	49	0.00591716
8	9	0.111111111	0.88888889	64	0.012345679
9	8	0.125	1.125	81	0.015625
10	8	0.125	1.25	100	0.015625
11	6	0.166666667	1.833333333	121	0.0 <mark>277</mark> 7778
12	7	0.142857143	1.714285714	144	0.020408163
13	5	0.2	2.6	169	0.04
14	5	0.2	2.8	196	0.04
15	4	0.25	3.75	225	0.0625
16	3	0.333333333	5. 333333333	256	0.111111111
17	1	1	17	289	1

$$\sum y = 2.974178$$
 $\sum x = 153$

$$\sum xy = 39.860239$$
 $\sum x^2 = 1785$

$$\Sigma y^2 = 1.363220$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.3, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 31.16265, -3.54806 dan 0.70601

B. Metode Mogi I

t	n(t)	x=log t	y=log n(t)	AS XY	x2	y2
1	66	0 U N	1.819543936	0	0	3.310740133
2	66	0.301029996	1.819543936	0.547737303	0.090619058	3.310740133
3	21	0.477121255	1.322219295	0.630858929	0.227644692	1.748263863
4	20	0.602059991	1.301029996	0.783298108	0.362476233	1.69267905
5	19	0.698970004	1.278753601	0.89381041	0.488559067	1.635210772
6	16	0.77815125	1.204119983	0.93698747	0.605519368	1.449904933
7	13	0.84509804	1.113943352	0.941391344	0.714190697	1.240869792
8	9	0.903089987	0.954242509	0.861766855	0.815571525	0.910578767
9	8	0.954242509	0.903089987	0.861766855	0.910578767	0.815571525
10	8	1	0.903089987	0.903089987	1	0.815571525
11	6	1.041392685	0. 77815125	0.81036102	1.084498725	0.605519368
12	7	1.079181246	0.84509804	0.912013956	1.164632162	0.714190697
13	5	1.113943352	0.69897 <mark>0004</mark>	0.77861299	1.240869792	0.488559067
14	5	1.146128036	0.698970004	0.801109118	1.313609474	0.488559067
15	4	1.176091259	0.602059991	0.708077493	1.38319065	0.362476233
16	3	1.204119983	0.477121255	0.574511237	1.449904933	0.227644692
_17	1	1.230448921	0	0	1.514004548	0

$$\sum x = 14.551069$$
 $\sum y = 16.719947$

$$\sum xy = 11.945393$$
 $\sum x^2 = 14.365869$

$$\sum y^2 = 19.817079$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.4, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 110.479, 1.23811 dan -0.93197

C. Mogi II

x=t	n(t)	y=ln n(t)	ху	x2	y2
1	66	4.189654742	4.189654742	1	17.55320686
2	66	4.189654742	8.379309484	4	17.55320686
3	21	3.044522438	9.133567313	9	9.269116874
4	20	2.995732274	11.98292909	16	8.974411855
5	19	2.944438979	14.7221949	25	8.669720902
6	16	2.772588722	16.63553233	36	7.687248223
7	13	2.564949357	17.9546455	49	6.578965206
8	9	2.197224577	17.57779662	64	4.827795843
9	8	2.079441542	18.71497388	81	4.324077125
10	8	2.079441542	20.79441542	100	4.324077125
11	6	1.791759469	19.70935416	121	3.210401996
12	7	1.945910149	23.35092179	144	3.786566308
13	5	1.609437912	20.92269286	169	2.5902 903 9 4
14	5	1.609437912	22.53213077	196	2.590290394
15	4	1.386294361	20.79441542	225	1.921812056
16	3	1.098612289	17.57779662	256	1.206948961
17	1	0	0	289	0

$$\sum x = 153$$
 $\sum y = 38.439101$

$$\sum xy = 264.97233$$
 $\sum x^2 = 1785$

$$\sum y^2 = 105.86814$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.5, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 58.1415, 0.1998 dan -0.95441

D. Metode Utsu

t	n(t)	x=log	y=log n(t)	xy	x2	y 2
		(t+0,01)				
1	66	0.004321374	1.819543936	0.007862929	1.86743E-05	3.31074
2	66	0.303196057	1.819543936	0.551678548	0.091927849	3.31074
3	21	0.478566496	1.322219295	0.632769854	0.229025891	1.748264
4	20	0.603144373	1.301029996	0.78470892	0.363783134	1.692679
5	19	0.699837726	1.278753601	0.894920012	0.489772843	1.635211
6	16	0.778874472	1.204119983	0.937858316	0.606645443	1.449905
7	13	0.845718018	1.113943352	0.942081964	0.715238966	1.24087
8	9	0.903632516	0.954242509	0.86228456	0.816551724	0.910579
9_	8	0.954724791	0.903089987	0.862202399	0.911499427	0.815572
10	8	1.000434077	0.903089987	0.903481998	1.000868343	0.815572
11	6	1.041787319	0.77815125	0.810668105	1.085320818	0.605519
12	7	1.079543007	0.84509804	0.91231968	1.165413105	0.714191
13	5	1.114277297	0.698970004	0.778846407	1.241613894	0.488559
14	5	1.146438135	0.698970004	0.801325868	1.314320398	0.488559
15	4	1.176380692	0.602059991	0.708251749	1.383871533	0.362476
16	3	1.204391332	0.477121255	0.574640703	1.45055848	0.227645
17	1	1.230704314	0	0	1.514633108	0

$$\sum x = 14.565972$$
 $\sum y = 16.71994$

$$\sum xy = 11.965902$$
 $\sum x^2 = 14.381064$

$$\sum y^2 = 19.81708$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.6, maka akan diperoleh a,b dan r yaitu 100.3362, 1.196139 dan - 0.89426

5. Gempa Pagai (26 Oktober 2010)

A. Metoda Omori:

x=t	n(t)	y=1/n(t)	xy	x2	y2
1	9	0.111111111	0.111111111	1	0.012345679
2	5	0.20000000	0.4	4	0.04
3	3	0.333333333	1	9	0.111111111
4	1	1	4	16	1

Berdasarkan perhitungan diperoleh:

$$\sum y = 1.6444444$$
 $\sum x = 10$

$$\sum xy = 5.51111$$
 $\sum x^2 = 30$

$$\sum y^2 = 1,16345$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.3, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 3.57143, -1.03175 dan 0.89680

B. Metoda Mogi I

t	n(t)	x=log t	y=log n(t)	ху	x2	y2
1	9	0	0.95424250	0	0	0.910578767

			9			
2	5	0.30102999 6	0.69897000 4	0.21041093 7	0.09061905 8	0.488559067
3	3	0.47712125 5	0.47712125 5	0.22764469 2	0.22764469 2	0.227644692
4	1	0.60205999	0	0	0.36247623 3	0

Berdasarkan perhitungan diperoleh:

$$\sum \mathbf{x} = 1.38021$$

$$\sum y = 2.1303337$$

$$\Sigma xy = 0.438056$$

$$\sum x^2 = 0.680739$$

$$\sum y^2 = 1.626783$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.4, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 10.80844, 1.45247 dan -0.93622

Metoda Mogi II

x=t	n(t)	y=ln n(t)	xy	x2	y2
1	9	2.197224577	2.197224577	1	4.827795843
2	5	1.609437912	3.218875825	4	2.590290394
3	3	1.098612289	3.295836866	9	1.206948961
4	1	0	0	16	0

$$\sum x = 10$$

$$\sum y = 4.9052748$$

$$\sum xy = 8.71193$$

$$\sum x^2 = 30$$

$$\sum y^2 = 8.625035$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel 4.4 ke dalam persamaan 2.5, maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 20.12462, 0.71025 dan - 0.98313

a. Metode Utsu

t	n(t)	x=log (t+0,01)	y=log n(t)	SAXY	x2	y2
1	9	0.004321374	0.954242509	0.004123639	1.86743E-05	0.910579
2	5	0.303196057	0.698970004	0.21192495	0.091927849	0.488559
3	3	0.478566496	0.477121255	0.228334247	0.229025891	0.227645
4	1	0.60314437	0	0	0.363783134	0

$$\sum x = 1.3092283$$
 $\sum y = 2.130338$

$$\sum xy = 0.444383$$
 $\sum x^2 = 0.684756$

$$\sum y^2 = 1.62678$$

Dengan mensubsitusikan nilai-nilai yang diperoleh pada Tabel di atas ke dalam persamaan 2.5 maka akan diperoleh harga a,b dan r yaitu 10.96412, -0.64897 dan -0.93652