

## HUBUNGAN *B VALUE* DENGAN FREKUENSI KEJADIAN DAN MAGNITUDO GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE GUTENBERG-RICHTER DI SULAWESI TENGAH PERIODE 2008-2014

Nor Hidayah Rachmawati, Madlazim

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Alamat email : [rarahma30@yahoo.co.id](mailto:rarahma30@yahoo.co.id)

### Abstrak

Tektonik Pulau Sulawesi didominasi oleh pertemuan tiga lempeng besar yaitu Eurasia, Pasifik dan Indo-Australia. Pergerakan relatif dari lempeng-lempeng tersebut juga menimbulkan terjadinya sesar-sesar regional yang selanjutnya dapat berkembang menjadi daerah pusat sumber gempa bumi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan *b value* dengan frekuensi kejadian dan magnitudo gempa bumi besar (magnitudo  $\geq 7,0$ ) menggunakan Metode Gutenberg-Richter di Wilayah Sulawesi Tengah pada tahun 2008 hingga 2014. Untuk mencapai tujuan tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan Metode Gutenberg-Richter. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data parameter gempa bumi yang diperoleh dari website *online* Harvard dengan magnitudo  $\geq 7,0$  dengan kedalaman 0-100 km yang berlokasi  $2^{\circ}22'$  LU dan  $3^{\circ}48'$  LS serta  $119^{\circ}22'$  dan  $124^{\circ}22'$  BT. Dengan memasukkan *latitude* dan *longitude* daerah Sulawesi Tengah lalu memasukkan magnitudo yang berbeda dalam tiga tahap yakni sebelum gempa bumi besar, saat gempa bumi besar dan setelah gempa bumi besar, hingga diperoleh total kejadian gempa bumi dan *b value* yang terjadi pada tahun tersebut. Berdasarkan hasil analisis data dari ketiga tahap tersebut didapatkan pengaruh *b value* terhadap frekuensi gempa bumi terhadap magnitudo gempa bumi yaitu semakin besar magnitudo, maka semakin kecil frekuensi gempa bumi yang terjadi. Besar kecilnya *b value* dipengaruhi oleh magnitudo dan frekuensi gempa bumi.

**Kata Kunci:** *b value*, Gutenberg-Richter, Palu-Koro.

### Abstract

Tectonic of Sulawesi Island is dominated by conjunction of three great slabs which Eurasia, Pacific, and Indo-Australia. Relative movement of those slabs also create regional cesareans which then can develop to be source of earthquake. This research was intended to analyze correlation *b value* and frequency of occurrence and magnitude of massive earthquake (magnitude  $\geq 7,0$ ) Using Gutenberg-Richter Method can be used in the analysis. Data used in this research constitutes parameters data of earthquake obtained from Harvard online website from 2008 to 2014 with magnitude  $\geq 7,0$  with depth 0-100 km located in  $2^{\circ}22'$  NL and  $3^{\circ}48'$  SL as well as  $119^{\circ}22'$  WL dan  $124^{\circ}22'$  El. By entering latitude and longitude values of center of Sulawesi then entering different magnitude in three steps that is, before, during, and after massive earthquake happens until total occurrence of earthquake and *b value* was obtained. Based on result of data analyze from all three steps, it can be obtained that *b value* has effect to frequency of earthquake occurrence as well as to magnitude of earthquake that is, biggest magnitude then lowest frequency of earthquake incident. The size of *b value* is influenced by magnitude and frequency of earthquake.

**Keywords:** *b value*. Gutenberg-Richter, Palu-Koro.

### PENDAHULUAN

Tektonik Pulau Sulawesi didominasi oleh pertemuan tiga lempeng besar yaitu Eurasia, Pasifik dan Indo-Australia. Pergerakan relatif dari lempeng-lempeng tersebut juga menimbulkan terjadinya sesar-sesar regional yang selanjutnya dapat berkembang menjadi daerah pusat sumber gempa bumi. Hal ini adalah yang menyebabkan Indonesia menjadi negara yang rawan terjadinya bencana alam terutama bencana gempa bumi. Sebagai salah satu wilayah yang rawan terhadap bencana gempa bumi, maka diperlukan metode yang tepat guna memperkirakan daerah-daerah di Sulawesi Tengah yang rawan terhadap bencana gempa bumi khususnya gempa bumi besar.

Suatu daerah dapat dikatakan memiliki tingkat aktivitas gempa bumi yang tinggi jika *b value* nya besar, dimana *b value* dipengaruhi oleh magnitudo dan frekuensi gempa bumi yang terjadi. Dengan demikian, *b value* berkaitan langsung dengan karakteristik tektonik dari setiap daerah dan menunjukkan parameter seismotektonik pada daerah tersebut (Abdillah, 2010).

Konstanta *b* biasa dikenal dengan *b value* merupakan parameter tektonik. Banyak ahli mengatakan bahwa *b value* bergantung pada karakter tektonik dan tingkat *stress* atau struktur material suatu wilayah (Scholz dan Hatzidimitrou dalam Rohadi, 2009). Variasi *b value* suatu wilayah berhubungan dengan heterogenitas

struktur dan distribusi *stress* wilayah tersebut (Scholtz dan Biswas dalam Sunardi, 2009). Sehingga *b value* dapat diperkirakan dengan cara statistik, salah satunya yang dikemukakan oleh Utsu (1965) yang dikenal dengan metode estimasi maksimum likelihood (*MLE*) sebagaimana persamaan berikut :

$$\text{Log } N ( M ) = a - bM \quad (1)$$

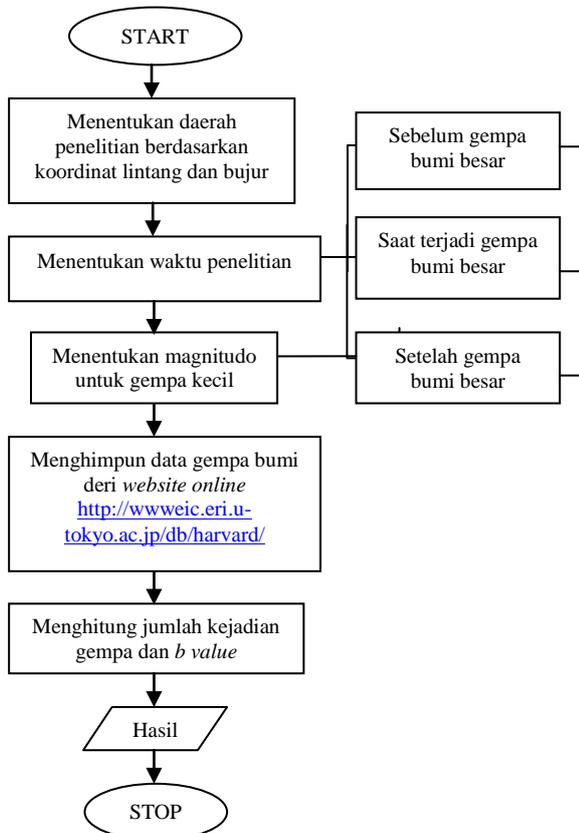
Dimana :

- N : frekuensi gempa
- a, b : konstanta
- M : magnitudo

Dari asumsi diatas, maka perlu diteliti hubungan *b value* dengan kejadian gempa bumi besar dengan magnitudo sebagai *precursor* serta prediksi akan terjadinya gempa bumi di wilayah Sulawesi Tengah menggunakan Metode Gutenberg-Richter.

**METODE**

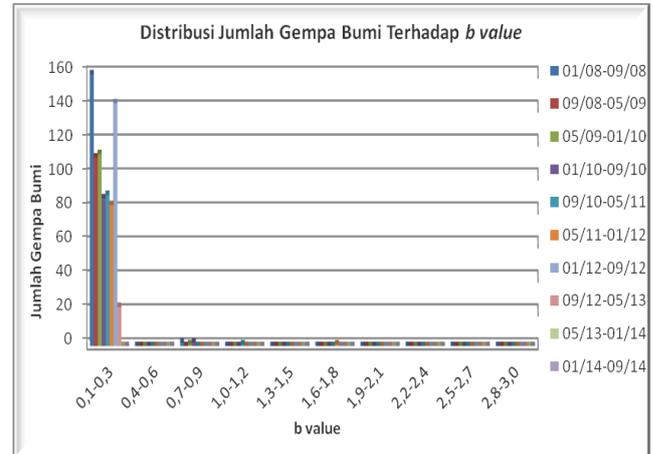
Penelitian ini menggunakan metode Gutenberg-Richter di wilayah Sulawesi Tengah dengan koordinat 2°22' LU dan 3°48' LS serta 119°22' dan 124°22' BT yang menggunakan *website online* yang bisa diakses melalui <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/db/harvard/>.



**Gambar 1** Diagram Alir Untuk Menentukan *b value* dan Frekuensi Gempa Bumi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hubungan *b value* dengan Frekuensi Kejadian Gempa Bumi**



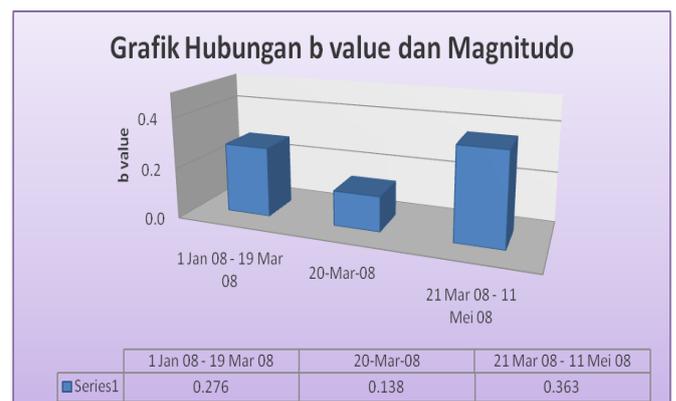
**Gambar 2** Hasil Distribusi Jumlah Gempa Bumi

Dari gambar 2, terlihat bahwa frekuensi gempa bumi sering terjadi pada tahun 2008. Ini menandakan bahwa aktifitas kegempaan di tahun tersebut lebih aktif dibandingkan dengan tahun-tahun lainnya. Sedangkan *b value* berkisar antara 0,1 hingga 0,3 yang berarti Daerah Sulawesi tengah memiliki *b value* yang rendah sehingga daerah tersebut berpotensi akan terjadinya gempa bumi.

**Hubungan *b value* dengan Magnitudo**

**Tabel 1** Nilai *b value* Terhadap Magnitudo

| Depth (Km) | Waktu                 | b value | Magnitudo | N Gempa | Keterangan               |
|------------|-----------------------|---------|-----------|---------|--------------------------|
| 100        | 1 Jan 08 - 19 Mar 08  | 0.276   | 4.0 - 9.0 | 28      | Sebelum Gempa Bumi Besar |
|            | 20-Mar-08             | 0.138   | 4.0 - 9.0 | 1       | Saat Gempa Bumi Besar    |
|            | 21 Mar 08 - 11 Mei 08 | 0.363   | 4.0 - 9.0 | 26      | Sesudah Gempa bumi Besar |

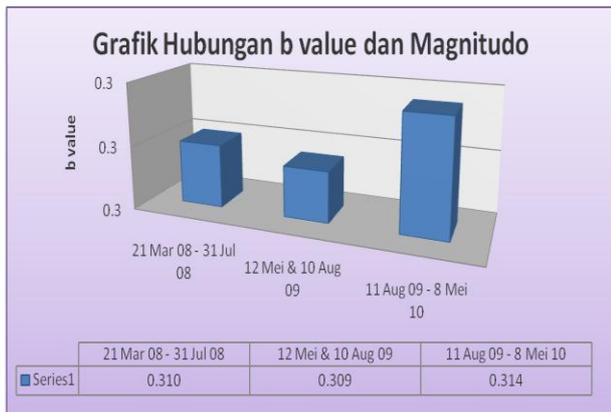


**Gambar 3** Grafik Hubungan Magnitudo dengan *b value*

Gambar 3 adalah grafik hubungan antara magnitudo dengan *b value* yang terjadi pada tanggal 1 januari 2008 hingga 11 Mei 2008, dapat dilihat pada tanggal 20 Maret 2008 terjadi penurunan *b value*, hal ini disebabkan karena tingkat *stress* yang tinggi.

**Tabel 2** Nilai *b value* Terhadap Magnitudo

| Depth (Km) | Waktu                 | <i>b value</i> | Magnitudo | N Gempa | Keterangan               |
|------------|-----------------------|----------------|-----------|---------|--------------------------|
| 100        | 21 Mar 08 - 31 Jul 08 | 0.310          | 4.0 - 9.0 | 84      | Sebelum Gempa Bumi Besar |
|            | 12 Mei & 10 Aug 09    | 0.309          | 4.0 - 9.0 | 2       | Saat Gempa Bumi Besar    |
|            | 11 Aug 09 - 8 Mei 10  | 0.314          | 4.0 - 9.0 | 88      | Sesudah Gempa bumi Besar |

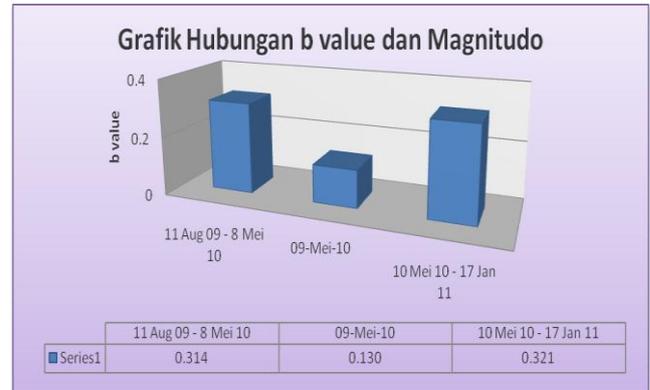


**Gambar 4** Grafik Hubungan Magnitudo dengan *b value*

Gambar 4 adalah grafik hubungan antara magnitudo dengan *b value* yang terjadi pada tanggal 21 Maret 2008 hingga 8 Mei 2010. Dapat dilihat sebelum terjadi gempa bumi besar pada magnitudo 4, menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.310 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 84 kali gempa kecil, untuk gempa bumi besar diatas 7 Skala Richter menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.208 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 2 kali yang terjadi pada tanggal 12 Mei 2008 dan 10 Agustus 2009, Sedangkan pada saat sesudah kejadian gempa bumi besar menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.314 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 88 kali gempa kecil.

**Tabel 3** Nilai *b value* Terhadap Magnitudo

| Depth (Km) | Waktu                 | <i>b value</i> | Magnitudo | N Gempa | Keterangan               |
|------------|-----------------------|----------------|-----------|---------|--------------------------|
| 100        | 11 Aug 09 - 8 Mei 10  | 0.314          | 4.0 - 9.0 | 88      | Sebelum Gempa Bumi Besar |
|            | 09-Mei-10             | 0.130          | 4.0 - 9.0 | 1       | Saat Gempa Bumi Besar    |
|            | 10 Mei 10 - 17 Jan 11 | 0.321          | 4.0 - 9.0 | 99      | Sesudah Gempa bumi Besar |

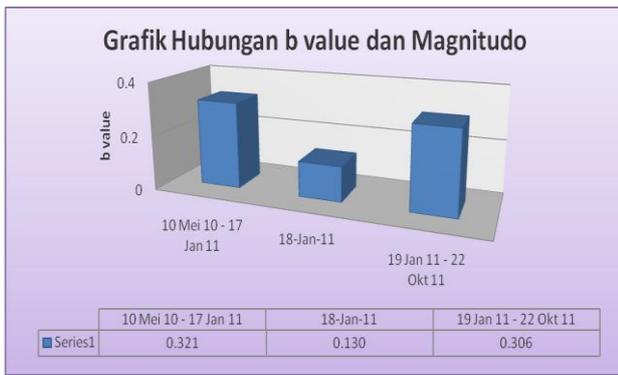


**Gambar 5** Grafik Hubungan Magnitudo dengan *b value*

Gambar 5 adalah grafik hubungan antara magnitudo dengan *b value* yang terjadi pada tanggal 11 Agustus 2009 hingga 17 Januari 2011. Dapat dilihat sebelum terjadi gempa bumi besar pada magnitudo 4, menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.314 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 88 kali gempa kecil, untuk gempa bumi besar diatas 7 Skala Richter menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.130 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 1 kali yang terjadi pada tanggal 9 Mei 2010 dan pada saat sesudah kejadian gempa bumi besar menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.321 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 99 kali gempa kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian para ahli sebelumnya yang menyatakan bahwa *b value* rendah biasanya berkorelasi dengan tingkat *stress* yang tinggi, sedangkan untuk *b value* tinggi sebaliknya.

**Tabel 4** Nilai *b value* Terhadap Magnitudo

| Depth (Km) | Waktu                 | <i>b value</i> | Magnitudo | N Gempa | Keterangan               |
|------------|-----------------------|----------------|-----------|---------|--------------------------|
| 100        | 10 Mei 10 - 17 Jan 11 | 0.321          | 4.0 - 9.0 | 99      | Sebelum Gempa Bumi Besar |
|            | 18-Jan-11             | 0.130          | 4.0 - 9.0 | 1       | Saat Gempa Bumi Besar    |
|            | 19 Jan 11 - 22 Okt 11 | 0.306          | 4.0 - 9.0 | 70      | Sesudah Gempa bumi Besar |

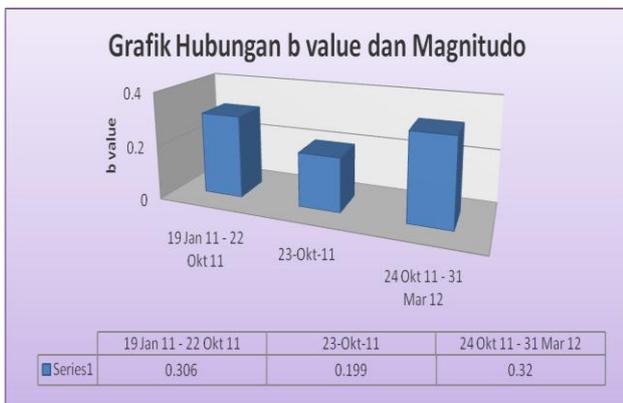


**Gambar 6** Grafik Hubungan Magnitudo dengan *b value*

Gambar 6 adalah grafik hubungan antara magnitudo dengan *b value* yang terjadi pada tanggal 10 Mei 2010 hingga 22 Oktober 2011. Dapat dilihat sebelum terjadi gempa bumi besar pada magnitudo 4, menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.321 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 99 kali gempa kecil, untuk gempa bumi besar diatas 7 Skala Richter menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.130 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 1 kali yang terjadi pada tanggal 18 Januari 2011 dan pada saat sesudah kejadian gempa bumi besar menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.306 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 70 kali gempa kecil.

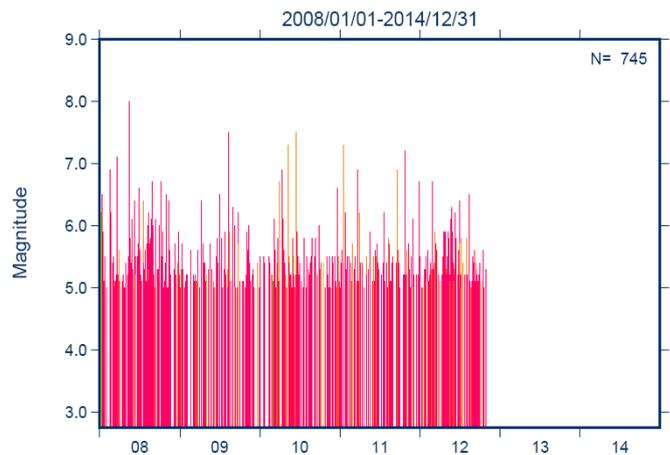
**Tabel 5** Nilai *b value* Terhadap Magnitudo

| Depth (Km) | Waktu                 | b value | Magnitudo | N Gempa | Keterangan               |
|------------|-----------------------|---------|-----------|---------|--------------------------|
| 100        | 19 Jan 11 - 22 Okt 11 | 0.306   | 4.0 - 9.0 | 70      | Sebelum Gempa Bumi Besar |
|            | 23-Okt-11             | 0.199   | 4.0 - 9.0 | 3       | Saat Gempa Bumi Besar    |
|            | 24 Okt 11 - 31 Mar 12 | 0.32    | 4.0 - 9.0 | 64      | Sesudah Gempa bumi Besar |



**Gambar 7** Grafik Hubungan Magnitudo dengan *b value*

Gambar 7 adalah grafik hubungan antara magnitudo dengan *b value* yang terjadi pada tanggal 19 Januari 2011 hingga 31 Maret 2012. Dapat dilihat sebelum terjadi gempa bumi besar pada magnitudo 4, menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.306 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 70 kali gempa kecil, untuk gempa bumi besar diatas 7 Skala Richter menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.199 dengan total kejadian gempa bumi sebanyak 3 kali dan pada saat sesudah kejadian gempa besar menunjukkan nilai *b value* sebesar 0.320 dengan total kejadian gempa sebanyak 64 kali gempa kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya di daerah Sumatera oleh Madlazim (2013) yang menyatakan bahwa daerah Sumatera berpeluang besar terjadinya gempa bumi besar. Karena nilai konstanta *b value* gempa bumi di Sumatera tergolong rendah yaitu 0,865. Nilai ini menggambarkan tingkat *stress* yang tinggi. Hal ini berarti bahwa wilayah dengan *b value* yang rendah berpotensi lebih besar untuk terjadi gempa bumi dan dapat dipahami karena wilayah dengan *b value* rendah merupakan wilayah dimana terakumulasi *stress* yang belum dilepaskan (Rohadi, 2009).



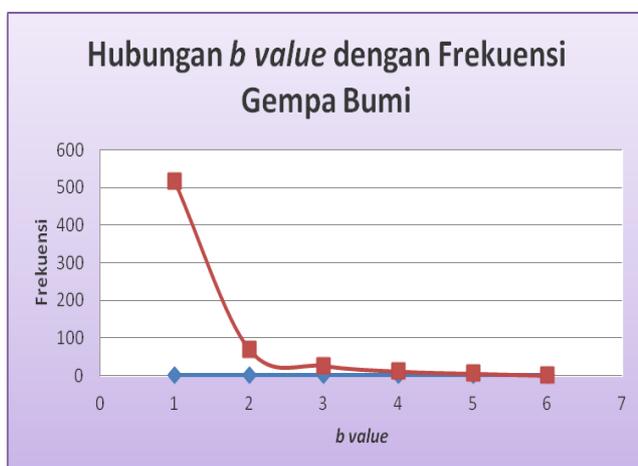
**Gambar 8** Grafik Total Kejadian Gempa Bumi (2008-2014)

Gambar 8 merupakan grafik total kejadian gempa bumi di wilayah Sulawesi Tengah yang terjadi pada tahun 2008 hingga 2014. Gempa bumi yang terjadi pada tahun tersebut terjadi sebanyak 745 kali gempa bumi. Dapat dilihat bahwa mayoritas gempa bumi terjadi pada magnitudo 5,0 skala richter dari tahun 2008 hingga 2014, sedangkan pada tahun 2013 dan 2014 data yang diperlukan tidak bisa diakses, hal ini bisa disebabkan karena *website* Harvard belum menginput data gempa bumi atau belum disediakan.

**Tabel 6** Distribusi *b value* Terhadap Magnitudo

| No | Waktu   | Magnitudo | <i>b value</i> | Frekuensi |
|----|---|-----------|----------------|-----------|
| 1  | 1<br>Januari<br>2008 -<br>31<br>Maret<br>2012 | 5.1-5.5   | 1.816          | 517       |
| 2  |   | 5.6-6.0   | 2.149          | 71        |
| 3  |   | 6.1-6.5   | 2.113          | 27        |
| 4  |   | 6.6-7.0   | 2.266          | 12        |
| 5  |   | 7.1-7.5   | 1.629          | 6         |
| 6  |   | 7.6-8.0   | 0.965          | 1         |

Dari gambar 8 dapat diambil data distribusi *b value* terhadap magnitudo seperti pada tabel 6. Dapat dilihat bahwa frekuensi gempa bumi yang terjadi pada 1 Januari 2008 hingga 31 Maret 2012 sebanyak 634 kali gempa bumi baik gempa bumi kecil maupun gempa bumi besar (magnitudo  $\geq 7,0$ ). Frekuensi gempa bumi besar hanya terjadi satu kali yang terjadi pada magnitudo 7.6-8.0, hal ini disebabkan oleh Batuan elastis yang mengalami *stress* maka akan terdeformasi atau mengalami perubahan bentuk maupun dimensi. Perubahan tersebut disebut dengan regangan atau dalam ilmu kebumihan biasa disebut dengan kerapuhan batuan. Gelombang seismik yang merambat di batuan yang rapat atau tingkat kerapuhannya rendah maka kecepatan merambatnya lebih kecil dibandingkan dengan batuan yang memiliki tingkat kerapuhan batuan yang tinggi. Dengan kecepatan merambat yang kecil mengakibatkan penumpukan energi dalam bumi relatif lama sehingga akumulasi energi yang dihasilkan juga akan lebih besar. Karena penumpukan energi yang terlalu lama dalam batuan, sehingga disaat batuan yang rapat tersebut sudah tidak mampu lagi menahannya maka akan timbul *stress* dengan magnitudo yang besar pula. Oleh karena itu gempa bumi besar jarang sekali terjadi sehingga dapat ditarik grafik hubungan antara *b value* dengan frekuensi gempa bumi seperti pada gambar 9 berikut ini :



## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Harvard yang telah menyediakan data gempa bumi Sulawesi periode 2008 hingga 2014 yang digunakan dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada Bapak Prof. Dr. Madlazim, M.Si yang telah membimbing saya dalam melakukan penelitian ini.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Jika *b value* tinggi, maka frekuensi gempa bumi juga semakin tinggi
2. Jika *b value* rendah, maka magnitudo gempa bumi semakin besar.

### Saran

1. Perbandingan dengan metode lain untuk mengetahui metode manakah yang paling akurat.
2. Memperluas daerah penelitian agar bisa membandingkan daerah mana yang lebih berpotensi terjadinya gempa bumi.
3. Pengambilan data sebanyak-banyaknya, karena semakin banyak data yang diambil, maka hasil yang didapatkan memiliki peluang lebih baik dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdillah. 2010. *Analisis Keaktifan dan Resiko Gempa Bumi pada Zona Subduksi Daerah Pulau Sumatera dan Sekitarnya dengan Metode Least Square*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

<http://www.sulteng.go.id> (diakses pada 21 Jan. 14, pukul 4:13)

Madlazim. 2013. *Kajian Awal Tentang b Value Gempa Bumi di Sumatera Tahun 1964-2013*. Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya. Vol 3 No 1.

Rohadi, S. 2009. *Studi Seismotektonik Sebagai Indikator Potensi Gempa Bumi di Wilayah Indonesia*. Balai Besar Meteorologi dan Geofisika Wilayah II Jakarta. Jakarta

Sunardi, B. 2009. *Analisa Fraktal dan Rasio Slip Daerah Bali-NTB Berdasarkan Pemetaan Variasi Parameter Tektonik*. Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG.