



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.

# **ANALISIS ANOMALI $V_p/V_s$ UNTUK PERKIRAAN AWAL KEJADIAN GEMPA BUMI DI DAERAH SUMATERA BARAT DAN SEKITARNYA**

**SKRIPSI**



**MITA IDRIANI  
06135030**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN  
ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2010**

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	vi
INTISARI	vii
ABSTRACT	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gempabumi dan Gelombang seismik	4
2.2 Teori Elastisitas	12
2.3 Teori Tektonik Lempeng	15
2.4 Parameter Gempa	22
2.5 Perhitungan $V_p/V_s$ Menggunakan Metoda Wadati	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26

3.2 Tata Laksana Penelitian	26
3.2.1 Pengambilan Data	26
3.2.2 Pengolahan Data	28
3.2.3 Analisis Data	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil	30
4.2 Pembahasan	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Hasil	43
5.2 Pembahasan	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	44
<b>LAMPIRAN</b>	45



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Daerah Penelitian	27
Tabel 4.1 Variasi Perubahan Harga $V_p/V_s$ dari Oktober 2006 – Agustus 2007	31
Tabel 4.2 Variasi Perubahan Harga $V_p/V_s$ dari Oktober 2008 – Agustus 2009	32
Tabel 4.3 Variasi Perubahan Harga $V_p/V_s$ dari November 2009 – September 2010	34
Tabel 4.4 Variasi Perubahan Harga $V_p/V_s$ pada Bulan Januari – Desember 2010 di Daerah Siberut	35
Tabel 4.5 Variasi Perubahan Harga $V_p/V_s$ pada Bulan Januari – Desember 2010 di Daerah Sipora	37

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme Sumber Gempa	7
Gambar 2.2 Penjalaran Gelombang <i>P</i>	9
Gambar 2.3 Penjalaran Gelombang <i>S</i>	10
Gambar 2.4 Penjalaran Gelombang <i>Love</i>	11
Gambar 2.5 Penjalaran Gelombang <i>Rayleigh</i>	11
Gambar 2.6 Hubungan Stress dan Strain	14
Gambar 2.7 Struktur Bagian Dalam Bumi	15
Gambar 2.8 Pertemuan Lempeng Benua dan Lempeng Samudra	17
Gambar 2.9 Sketsa Jenis-jenis Pertemuan Lempeng Tektonik	19
Gambar 2.10 Sketsa Patahan Aktif di Indonesia	20
Gambar 2.11 Batas Lempeng Tektonik dan Sebaran Gempa di Indonesia	21
Gambar 2.12 Diagram Wadati	25
Gambar 3.1 Peta daerah penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram Alir	29
Gambar 4.1 Grafik Perubahan $V_p/V_s$ Bulan Oktober 2006 – Agustus 2007	31
Gambar 4.2 Grafik Perubahan $V_p/V_s$ Bulan Oktober 2008 – Agustus 2009	33
Gambar 4.3 Grafik Perubahan $V_p/V_s$ Bulan November 2009 – September 2010	34

Gambar 4.4 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan Januari – Desember 2010 36

Gambar 4.5 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan Januari – Desember 2010 37



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	Data Gempabumi Bengkulu Oktober 2006 - September 2007 45
LAMPIRAN B	Data Gempabumi Pariaman Oktober 2008 – September 2009 52
LAMPIRAN C	Data Gempabumi Pagai Noember 2009 – Oktober 2010 62
LAMPIRAN D	Data Gempabumi Daerah Siberut Januari – Desember 2010 72
LAMPIRAN E	Data Gempabumi Daerah Sipora Januari – Desember 2010 75
LAMPIRAN F	Grafik Hubungan Nilai <i>Tpo</i> dan <i>Tsp</i> Per bulan dari Oktober 2006 – September 2007 Untuk Kasus Gempabumi Bengkulu 77
LAMPIRAN G	Grafik Hubungan Nilai <i>Tpo</i> dan <i>Tsp</i> Per bulan dari Oktober 2008 – September 2009 Untuk Kasus Gempabumi Pariaman 82
LAMPIRAN H	Grafik Hubungan Nilai <i>Tpo</i> dan <i>Tsp</i> Per bulan dari November 2009 – Oktober 2010 Untuk Kasus Gempabumi Pagai 87
LAMPIRAN I	Grafik Hubungan Nilai <i>Tpo</i> dan <i>Tsp</i> Per bulan dari Januari – Desember 2010 Untuk Daerah Siberut 92
LAMPIRAN J	Grafik Hubungan Nilai <i>Tpo</i> dan <i>Tsp</i> Per bulan dari Januari – Desember 2010 Untuk Daerah Sipora 97

# **ANALISIS ANOMALI $V_p/V_s$ UNTUK PERKIRAAN AWAL KEJADIAN GEMPABUMI DI DAERAH SUMATERA BARAT DAN SEKITARNYA**

## **INTISARI**

Penelitian ini dilakukan untuk lima kasus gempabumi besar, yaitu tiga kasus gempabumi yang telah terjadi dan dua lagi gempabumi yang akan diprediksi. Gempabumi tersebut adalah Gempabumi Bengkulu 12 September 2007, Gempabumi Pariaman 30 September 2009, Gempabumi Pagai 25 Oktober 2010, dan memprediksi gempabumi yang ada di daerah Siberut dan Sipora. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kasus gempabumi yang telah terjadi, terdapat anomali  $V_p/V_s$ , sedangkan prediksi gempabumi dalam duabelas bulan sepanjang 2010 pada daerah Siberut dan Sipora tidak terdapat anomali  $V_p/V_s$  yang lebih besar. Sehingga diprediksi tidak terjadi gempabumi yang besar dibulan selanjutnya.

**Kata kunci :** gempabumi, anomali, prediksi.

## **ANOMALY ANALYSIS $V_p/V_s$ FOR EARTHQUAKE INCIDENT BEGINNING ESTIMATE AT WEST SUMATERA REGION AND VINICITY**

### **ABSTRACT**

This research is done to five big earthquake cases, that is three earthquake cases that happen and two again earthquake that be predicted. They are earthquake Bengkulu 12<sup>th</sup>, September 2007, earthquake Pariaman 30<sup>th</sup>, September 2009, earthquake Pagai 25<sup>th</sup>, Oktober 2010, and predict earthquake exist in region Siberut and Sipora. That result has showed that earthquake case that happen found anomaly  $V_p/V_s$  while earthquake predictions in 12 months along 2010 in region siberut and sipora not found anomaly  $V_p/V_s$  larger ones, so that predicted big earthquake in furthermore.

**Keyword** : earthquake, anomaly, predicted

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gempabumi merupakan getaran lapisan batuan yang patah, yang energinya menjalar melalui badan dan permukaan bumi. Energi yang dilepaskan pada saat terjadinya patahan tersebut dapat berupa energi deformasi, energi gelombang dan energi yang lainnya, sehingga dari kejadian gempabumi ini banyak kerugian yang ditimbulkan yaitu kerugian moril dan materil yang tidak sedikit. Secara teoritis gempabumi merupakan gejala alam biasa, oleh karena itu sebelum peristiwa alam ini terjadi, semestinya akan terdapat tanda-tanda pendahuluan yang disebut precursor. Tanda-tanda tersebut berupa anomali nilai parameter fisis batuan di sekitar pusat gempabumi yang akan terjadi. Oleh karena itu, perlu adanya metode untuk memprediksi gempabumi ini agar masyarakat dapat lebih waspada akan datangnya gempabumi di waktu yang akan datang.

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk memprediksi gempabumi berdasarkan anomali parameter fisis. Diantaranya adalah seismik, magnet, gravitasi, kimia unsur tanah, air tanah, temperatur permukaan dan petir (Anonim, 2007). Dari 7 parameter tersebut, sejauh ini hanya ada 3 metode (seismik, magnet dan gravitasi) yang menunjukkan hasil yang signifikan, sedangkan metode lainnya dinyatakan

kurang berhasil dikarenakan lemahnya landasan teori serta kurang didukung oleh data yang dapat di jadikan acuan (sarana dan prasarana yang memadai). Metoda seismik dilakukan dengan menganalisis anomali perubahan perbandingan kecepatan gelombang  $P$  dan gelombang  $S$  atau  $V_p/V_s$  dengan menggunakan diagram wadati (Situmorang, 2006). Metoda magnet dilakukan dengan menganalisis anomali variasi harian magnet bumi (Gunawan, 2005). Sedangkan metoda gravitasi dilakukan dengan menganalisis anomali medan gravitasi bumi (Gunawan, 2005).

Pinuceae. L (2006) telah melakukan penelitian tentang prakiraan gempabumi di wilayah Sumatera Barat menggunakan perhitungan  $V_p/V_s$  dengan metoda wadati yang difokuskan pada kasus gempa Gunung Rajo pada tanggal 16 Februari 2004 dan kasus gempa Padang pada tanggal 10 April 2005. Data yang digunakan adalah *phase report sheet* dari stasiun BMKG (*Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*) Padang Panjang. Hasil dari penelitiannya yaitu terjadinya perubahan kecepatan gelombang seismik yang dinyatakan dengan adanya anomali perubahan  $V_p/V_s$  menjelang terjadi suatu gempa yang signifikan dengan menggunakan periode tahunan dari tahun 1999-2005.

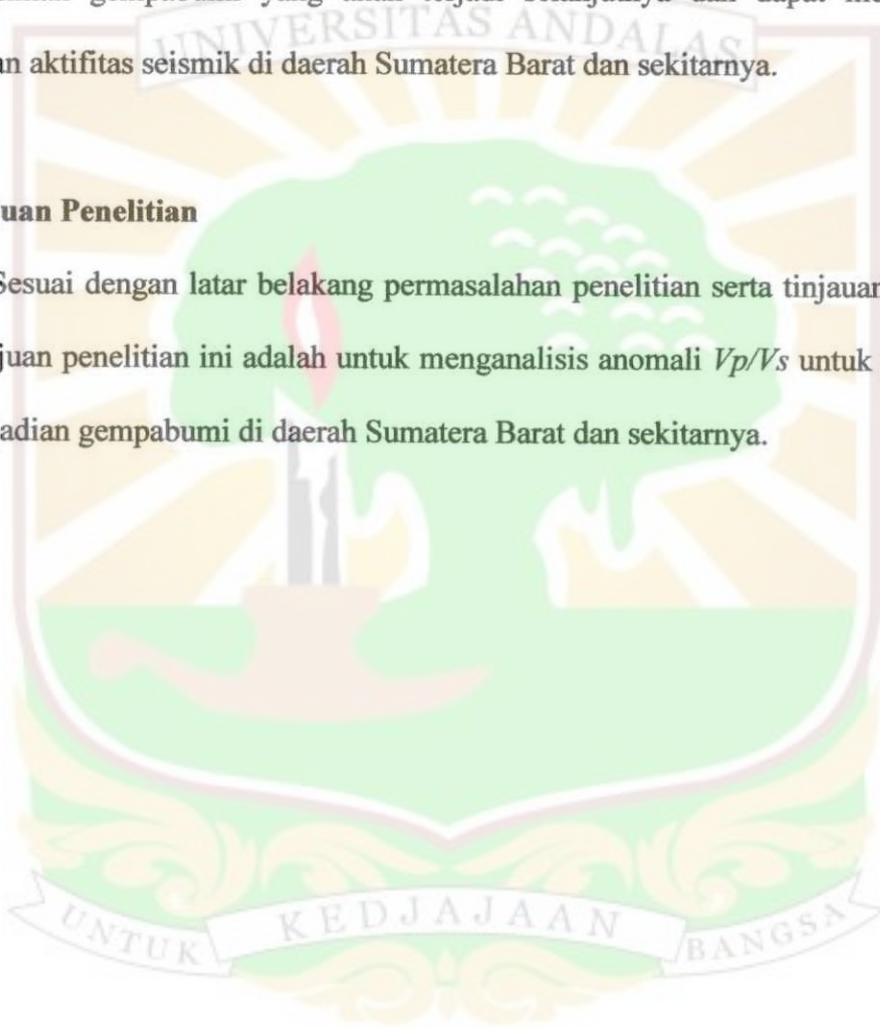
Pada kesempatan ini akan dilakukan penelitian tentang analisis anomali  $V_p/V_s$ . Penelitian ini juga menggunakan data *phase report sheet* untuk anomali  $V_p/V_s$  pada kasus-kasus gempa yang telah terjadi yaitu kasus Gempa Bengkulu 12 September 2007, Gempa Pariaman 30 September 2009, Gempa Pagai 25 Oktober 2010 serta prediksi kasus gempa yang akan terjadi yaitu di daerah Siberut dan Sipora. Pada daerah Siberut ini terakhir terjadinya gempa besar yaitu pada tahun 1833,

sedangkan di daerah Sipora pada tahun 2005. Dalam penelitian ini ditentukan perubahan anomali  $V_p/V_s$  dalam periode bulanan setiap tahun sebelum terjadinya gempa besar (kasus gempa yang diteliti), supaya lebih signifikan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kemungkinan gempabumi yang akan terjadi selanjutnya dan dapat memberikan gambaran aktifitas seismik di daerah Sumatera Barat dan sekitarnya.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan latar belakang permasalahan penelitian serta tinjauan pustaka, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis anomali  $V_p/V_s$  untuk perkiraan awal kejadian gempabumi di daerah Sumatera Barat dan sekitarnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gempabumi dan Gelombang Seismik**

Gempabumi adalah goncangan atau getaran bumi akibat gejala geologi seperti peristiwa tumbukan lempeng dan letusan gunung api. Pada peristiwa tumbukan lempeng akan terjadinya gesekan antara dua atau lebih lempengan yang mengakibatkan adanya pelepasan energi yang besar sekali, yang berpengaruh pada daerah-daerah yang lemah pada lempengan tersebut. Bila daerah lemah berada di daerah puncak, akan terjadi letusan gunung api yang diawali dengan adanya gempa vulkanik. Pada daerah di bawah, bila terjadi patahan pada lempengan, akan terjadi peristiwa gempa tektonik (Sumber : <http://tourism.padang.go.id>).

Selain itu gempabumi yang terjadi juga disebabkan karena gerakan tiba-tiba dari batuan yang bersumber dari dalam bumi. Gerakan tersebut merambat ke permukaan bumi. Sehingga gempabumi didefinisikan sebagai gerakan tiba-tiba atau rentetan gerakan tiba-tiba dari tanah dan batuan yang bersifat transien atau sementara dan berasal dari suatu daerah terbatas yang kemudian menyebar kesegala arah karena dirambat oleh medium yang ada atau lapisan bumi (Zemansky, 1993).

Gempabumi yang merupakan fenomena alam yang bersifat merusak dan menimbulkan bencana dapat digolongkan menjadi empat jenis, yaitu:

### 1. Gempabumi Vulkanik (Gunung Api)

Gempabumi ini terjadi akibat adanya aktivitas magma, yang biasa terjadi sebelum gunung api meletus. Apabila keaktifannya semakin tinggi maka akan menyebabkan timbulnya ledakan yang juga akan menimbulkan terjadinya gempabumi. Gempabumi tersebut hanya terasa di sekitar gunung api tersebut.

### 2. Gempabumi Tektonik

Gempabumi ini disebabkan oleh adanya aktivitas tektonik, yaitu pergeseran lempeng - lempeng tektonik secara mendadak yang mempunyai kekuatan dari yang sangat kecil hingga yang sangat besar. Gempabumi ini banyak menimbulkan kerusakan atau bencana alam di bumi, getaran gempabumi yang kuat mampu menjalar keseluruh bagian bumi.

### 3. Gempabumi Runtuhan

Gempabumi ini biasanya terjadi pada daerah kapur ataupun pada daerah pertambangan, gempa bumi ini jarang terjadi dan bersifat lokal.

### 4. Gempabumi Buatan

Gempabumi buatan adalah gempabumi yang disebabkan oleh aktivitas dari manusia, seperti peledakan dinamit, nuklir atau palu yang dipukulkan ke permukaan bumi.

Berdasarkan tipe gempabumi (Mogi, 1967) dapat dikelompokkan dalam beberapa tipe, yaitu :

#### 1. Tipe 1

Gempabumi diikuti gempa susulan tanpa di dahului oleh gempa pendahuluan

## 2. Tipe 2

Gempabumi yang diawali dengan adanya gempa pendahuluan dan selanjutnya diikuti oleh gempa susulan yang cukup banyak.

## 3. Tipe 3

Gempabumi dengan magnitudo dan jumlah gempabumi yang terjadi besar pada periode awal dan berkurang pada periode akhir. Biasanya dapat berlangsung cukup lama dan bisa mencapai 3 bulan. Tipe gempa ini disebut tipe *swarm* dan biasanya terjadi pada daerah vulkanik seperti gempa Gunung Lawu.

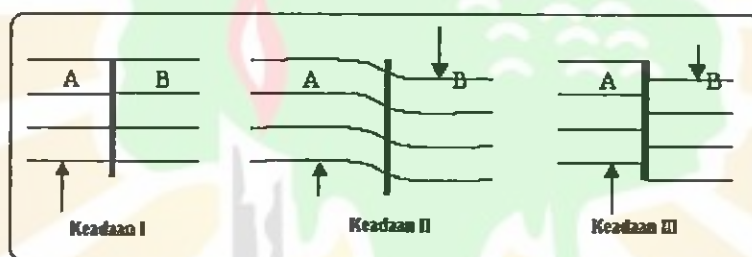
Berdasarkan kekuatannya/magnitudonya (Subardjo, 2005), gempabumi dapat dibedakan atas :

1. Gempabumi sangat besar dengan magnitudo lebih besar dari 8 SR
2. Gempabumi besar magnitudo antara 7 hingga 8 SR
3. Gempabumi merusak magnitudo antara 5 hingga 6 SR
4. Gempabumi sedang magnitudo antara 4 hingga 5 SR
5. Gempabumi kecil dengan magnitudo antara 3 hingga 4 SR
6. Gempabumi mikro magnitudo antara 1 hingga 3 SR
7. Gempabumi ultra mikro dengan magnitudo lebih kecil dari 1 SR

Berdasarkan kedalaman sumber gempabumi (Subardjo, 2005) digolongkan atas :

1. Gempabumi dalam  $h > 300$  km
2. Gempabumi menengah  $80 < h \leq 300$  km
3. Gempabumi dangkal  $h \leq 80$  km

Menurut teori *Elastic Rebound* yang dinyatakan oleh seismolog Reid bahwa gempa bumi merupakan gejala alam yang disebabkan adanya deformasi batuan yang terjadi di lithosfer (Kramer, 1996). Deformasi batuan terjadi akibat adanya tekanan (*stress*) dan regangan (*strain*) pada lapisan bumi. Tekanan dan regangan yang terus menerus, menyebabkan daya dukung pada batuan akan mencapai batas maksimal, kemudian mulai terjadi pergeseran dan akhirnya terjadi patahan. Energi *stress* yang tersimpan akan dilepaskan dalam bentuk getaran yang dikenal dengan gempa bumi. Seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mekanisme Sumber Gempa (Reid, 1911)

Gambar di atas memperlihatkan mekanisme gempa bumi yang menjadi sumber gempa tektonik. Garis tebal vertical menunjukkan pecahan atau sesar pada bagian bumi yang padat.

Pada keadaan I menunjukkan suatu lapisan yang belum terjadi perubahan bentuk geologi. Karena di dalam bumi terjadi gerakan yang terus menerus, maka akan terdapat *stress* yang lama kelamaan akan terakumulasi dan mampu merubah bentuk geologi dari lapisan batuan.

Keadaan II menunjukkan suatu lapisan telah mendapat dan mengandung *stress* dimana telah terjadi perubahan bentuk geologi. Untuk daerah A mendapat *stress* ke atas, sedangkan daerah B mendapat *stress* ke bawah. Proses ini berjalan terus sampai *stress* yang terjadi atau dikandung di daerah ini cukup besar untuk merubahnya menjadi gesekan antara daerah A dan daerah B. Lama kelamaan karena lapisan batuan sudah tidak mampu lagi untuk menahan *stress*, maka akan terjadi suatu pergerakan atau perpindahan yang tiba-tiba sehingga terjadilah patahan. Peristiwa pergerakan secara tiba-tiba ini disebut gempa bumi.

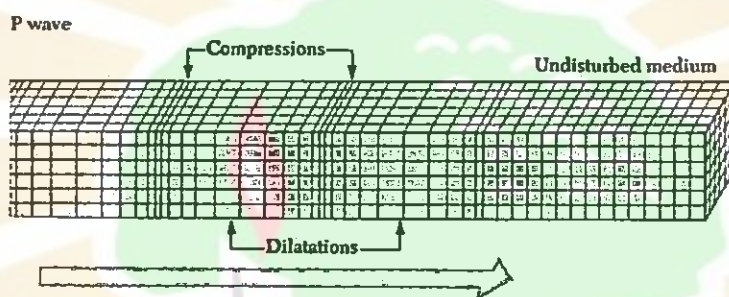
Pada keadaan III menunjukkan lapisan batuan yang sudah patah, karena adanya pergerakan yang tiba-tiba dari batuan tersebut. Gerakan perlahan-lahan sesar ini akan berjalan terus, sehingga seluruh proses diatas akan diulangi lagi dan sebuah gempa akan terjadi lagi setelah beberapa waktu lamanya, demikian seterusnya.

Gempabumi merupakan salah satu hal yang dapat menimbulkan penjalaran gelombang seismik. Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang disebabkan karena adanya pecahan tanah yang tiba-tiba atau adanya suatu letusan. Gelombang ini akan menjalar ke bagian dalam bumi dan melalui permukaan bumi. Sifat getaran bumi bergantung pada jenis gelombangnya. Gelombang utama gempabumi terdiri dari dua tipe yaitu gelombang badan (*Body Wave*) dan gelombang permukaan (*Surface Wave*). Kerusakan yang diakibatkan oleh getaran gempabumi juga sangat berhubungan dengan jenis gelombang yang mempengaruhi struktur bangunan.

Adapun jenis-jenis gelombang seismik antara lain :

### 1. Gelombang Bodi (*Body Waves*).

Gelombang bodi merupakan gelombang yang menjalar melalui bagian dalam bumi dan biasa disebut *free wave* karena dapat menjalar ke segala arah di dalam bumi. Gelombang bodi terdiri atas gelombang primer dan gelombang sekunder (Bullen, 1996). Penjalaran gelombang primer (*P*) dapat dilihat pada Gambar 2.2.

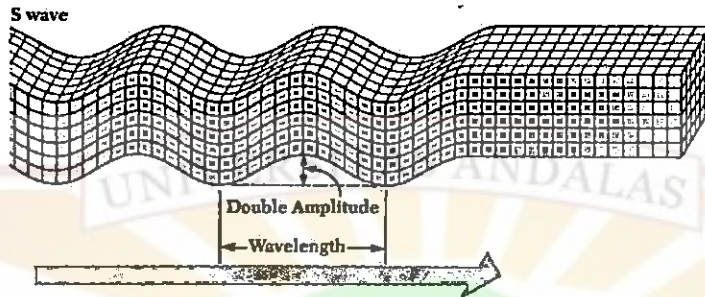


Gambar 2.2 Penjalaran Gelombang *P* (Sumber : [www.geo.uib,2006](http://www.geo.uib,2006))

Gelombang primer merupakan gelombang longitudinal atau gelombang kompresional, gerakan partikelnya sejajar dengan arah perambatannya, sedangkan gelombang sekunder merupakan gelombang transversal atau gelombang *shear*, gerakan partikelnya terletak pada suatu bidang yang tegak lurus dengan arah penjalarannya. Gelombang primer (*P*) disebut gelombang kompresional karena kecepatannya paling tinggi diantara gelombang yang lain dan tiba pertama kali, sehingga tercatat paling awal di seismogram. Sedangkan gelombang *shear* disebut gelombang sekunder (*S*) karena tiba yang kedua setelah gelombang *P*. Gelombang sekunder terdiri dari dua komponen, yaitu gelombang *SH* dengan

gerakan partikel horizontal dan gelombang  $SV$  dengan gerakan partikel vertikal.

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



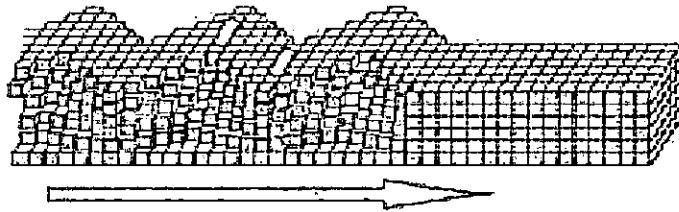
Gambar 2.3 Penjalaran Gelombang  $S$  (Sumber : [www.geo.uib,2006](http://www.geo.uib,2006))

## 2. Gelombang Permukaan (*Surface Waves*)

Gelombang permukaan merupakan gelombang elastik yang menjalar sepanjang permukaan bumi dan biasa disebut sebagai *tide waves* (Kramer, 1996).

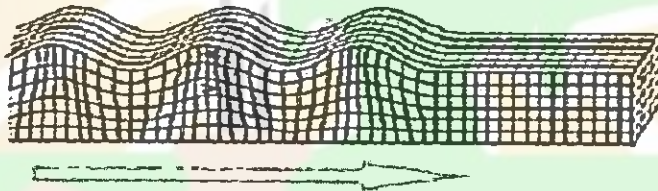
Gelombang permukaan terdiri dari:

- a. Gelombang *Love* ( $L$ ) dan gelombang *Rayleigh* ( $R$ ), yang menjalar melalui permukaan bebas dari bumi. Gelombang  $L$  gerakan partikelnya sama dengan gelombang  $SH$  dan memerlukan media yang berlapis. Gelombang  $R$  lintasan gerak partikelnya merupakan suatu ellips. Bidang ellips ini vertikal dan berimpit dengan arah penjalarannya. Gerakan partikelnya ke belakang (bawah maju atas mundur). Gelombang  $R$  menjalar melalui permukaan media yang homogen. Arah penjalaran gelombang *Love* diperlihatkan pada Gambar 2.4 dan gelombang *Rayleigh* pada Gambar 2.5.



Gambar 2.4 Penjalaran Gelombang *Love* (www.geo.uib, 2006)

Gelombang *love* dan *Rayleigh* ada juga yang memberi simbol  $LQ$  dan  $LR$ , dimana  $L$  adalah singkatan dari *Long* karena gelombang permukaan mempunyai sifat periode panjang dan  $Q$  adalah singkatan dari *Querwellen* yaitu nama lain dari *Love* seorang Jerman yang menemukan gelombang ini.



Gambar 2.5 Penjalaran Gelombang *Rayleigh* (www.geo.uib,2006)

- b. Gelombang *Stonely*, arah penjarannya seperti gelombang  $R$  tetapi menjalar melalui batas antara dua lapisan di dalam bumi.
- c. Gelombang *Channel*, yaitu gelombang yang menjalar melalui lapisan yang berkecepatan rendah (*low velocity layer*) di dalam bumi.

Sehingga Setiap kejadian gempabumi akan menghasilkan gelombang seismik berupa rekaman sinyal yang berbentuk gelombang yang setelah melalui proses

manual atau non manual akan menjadi data fase (*phase reading*) (Anonim, 2007). Informasi selanjutnya mengalami proses pengumpulan, pengolahan dan analisis sehingga menjadi parameter gempabumi. Gempa-gempa yang terekam oleh seismograf dalam bentuk gelombang sinusoidal, gelombang gempa yang terekam terdiri dari gelombang *P* dan gelombang *S*, gelombang Rayleigh dan gelombang Love (Anonim, 2006).

## 2.2 Teori Elastisitas

Apabila suatu gaya  $F$  dikerjakan pada suatu permukaan seluas  $A$ , maka akan terjadi perubahan bentuk (deformasi) relatif. Pertambahan panjang  $\Delta l$  sebanding dengan gaya yang diberikan pada benda dan dapat ditulis dengan persamaan :

$$F = k \Delta l \quad (2.1)$$

Dengan  $F$  adalah gaya (Newton),  $\Delta l$  adalah pertambahan panjang (meter), dan  $k$  adalah tetapan kesebandingan. Prinsip dasar dari rumus diatas berasal dari tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) yang dialami oleh benda. Tegangan berbanding lurus dengan regangan. Tegangan diartikan sebagai kekuatan atau tahanan terhadap gaya-gaya luar. Tegangan terjadi apabila suatu gaya  $F$  diberikan pada benda dengan luas penampang  $A$  (Anonim, 2007). Secara umum dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{tegangan} = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Regangan atau *strain* merupakan perubahan relatif dimensi atau bentuk benda yang mengalami tegangan, tegangan dapat juga dikatakan sebagai tingkat deformasi. Menurut Hukum Hooke, regangan adalah perbandingan perubahan panjang ( $\Delta l$ ) terhadap panjang mula-mula ( $l_0$ ). Hal ini dapat dituliskan dengan persamaan :

$$\text{regangan} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.3)$$

Tegangan dapat berbentuk :

1. Tegangan linier

yaitu perubahan panjang per panjang semula  $\left(\frac{\Delta l}{l}\right)$

2. Tegangan volume

yaitu perubahan volume per volume semula  $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)$

3. Tegangan geser

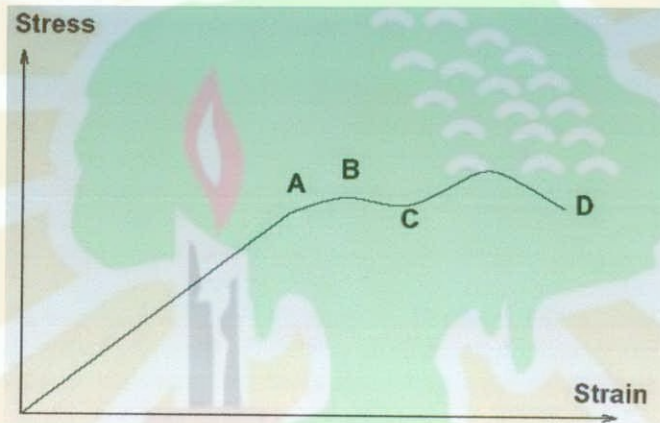
yaitu deformasi dalam bentuk  $\beta = \Delta x / h$

Elastisitas adalah sifat benda yang mengalami perubahan bentuk atau deformasi secara tidak permanen. Benda dapat dikatakan elastik sempurna artinya jika gaya penyebab perubahan bentuk hilang maka benda akan kembali ke bentuk semula. Benda yang bersifat elastik sempurna yaitu benda yang mempunyai batas-batas deformasi yang disebut limit elastik sehingga jika melebihi dari limit elastik maka benda tidak akan kembali ke bentuk semula.

Besarnya regangan sebanding dengan tegangan, hal ini didefinisikan sebagai suatu tetapan yang dinamakan modulus elastis (Anonim, 2007).

$$\varepsilon = \frac{F / A}{\Delta l / l_0} \quad (2.4)$$

Dengan  $F$  adalah gaya yang diberikan (Newton),  $A$  adalah luas permukaan gaya ( $m^2$ ),  $\Delta l$  adalah pertambahan panjang benda (meter),  $l_0$  adalah panjang benda mula-mula (meter),  $\varepsilon$  adalah modulus elastisitas ( $N/m^3$ ).



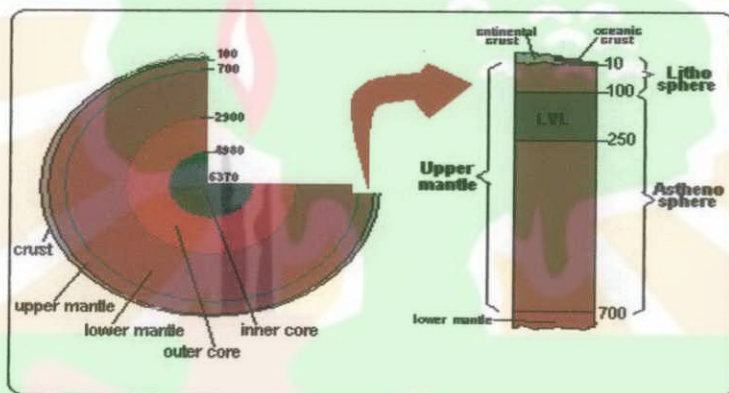
Gambar 2.6 Hubungan *Stress* dan *Strain* (Sumber : [www.fisika.ui.ac.id](http://www.fisika.ui.ac.id))

Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada Gambar 2.6. Titik A merupakan limit proporsional, yaitu pada titik tersebut tegangan sebanding dengan regangan. Titik B merupakan limit elastis, yaitu tegangan dan regangan tidak sebanding, pada titik ini bahan kembali ke bentuk semula jika gaya yang bekerja pada bahan telah dilakukan atau dikatakan perubahan bentuk terbalikkan (*reversible*). Titik C adalah daerah plastis, jika bahan dibebani lebih lanjut dan regangan bertambah dengan cepat maka bahan tidak akan kembali ke bentuk

semula atau dikatakan perubahan tidak terbalikkan (*irreversible*). Titik D merupakan titik patah (*fracture point*), titik ini terjadi jika bahan patah segera setelah limit elastis dilalui.

### 2.3 Teori Tektonik Lempeng

Secara umum susunan bagian dalam bumi dibagi menjadi tiga, berturut-turut dari permukaan menuju ke bagian dalam bumi adalah kerak bumi, mantel dan inti bumi. Dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Struktur Bagian Dalam Bumi (Subardjo dan Ibrahim, 2004)

Antara mantel dan kerak bumi dan antara mantel dan inti bumi merupakan lapisan batasan diskontinuitas yang berfungsi sebagai pembiasan dan pemantulan gelombang seismik.

Kerak bumi (*crust*) merupakan lapisan paling atas dari susunan bumi dan sangat tipis dibanding dengan lapisan lainnya. Lapisan kerak bumi mempunyai ketebalan bervariasi antara 25 – 40 km di daratan dan bisa mencapai 70 km di bawah

pegunungan, sedang di bawah samudra ketebalannya lebih tipis dan bisa mencapai 5 km. Kerak bumi berbentuk materi padat, terdiri dari sedimen, batuan beku, dan metamorfis dengan unsur utama *oksigen* dan *silikon*. Densitas rata-rata  $3,9 \text{ gr/cm}^3$ , merupakan 0,3 % dari massa bumi dan 0,5 % dari volume bumi secara keseluruhan.

Lapisan mantel bumi membujur ke dalam sampai lapisan inti bumi pada kedalaman sekitar 2.900 km. Lapisan mantel dapat dibagi dua bagian masing-masing mantel atas (*upper mantle*) dan mantel bawah (*lower mantle*). Densitas dari mantel bumi antara  $3,9 - 5,1 \text{ gr/cm}^3$ , terdiri dari *oksigen*, *magnesium*, *silikat* dan sedikit *ferum*. Mantel merupakan 68,4 % dari massa bumi dan 83,3 % dari volume bumi.

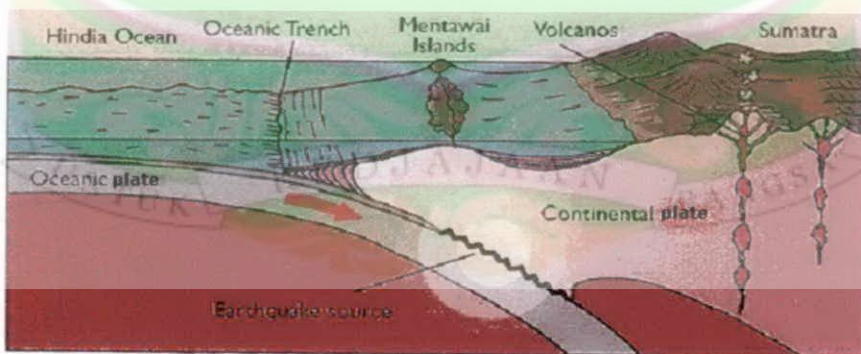
Inti bumi adalah lapisan yang paling dalam dari bumi. Lapisan ini diperkirakan mempunyai jari-jari 3.500 km dan terdiri dari dua bagian masing-masing inti luar (*outer core*) dan inti dalam (*inner core*). Lapisan inti luar membujur sampai kedalaman sekitar 5.100 km di bawah permukaan bumi. Inti luar yang berupa medium tak padat dengan densitas  $10,5 \text{ gr/cm}^3$  merupakan 15,4 % dari volume bumi dan 29,2 % dari massa bumi. Inti dalam merupakan bagian kecil dibanding mantel dan inti luar, yaitu 0,8 % dari volume bumi dan 2,1 % dari massa bumi tetapi mempunyai densitas paling besar yaitu rata-rata  $14,53 \text{ gr/cm}^3$ .

Menurut teori tektonik lempeng, bagian luar bumi merupakan kulit yang tersusun oleh lempeng-lempeng tektonik yang saling bergerak. Di bagian atas disebut lapisan litosfir merupakan bagian kerak bumi yang tersusun dari material

yang kaku. Lapisan ini mempunyai ketebalan sampai 80 km di daratan dan sekitar 15 km di bawah samudra. Lapisan di bawahnya disebut astenosfir yang berbentuk padat dan materinya dapat bergerak karena perbedaan tekanan.

Litosfir adalah suatu lapisan kulit bumi yang kaku, lapisan ini mengapung di atas astenosfir. Litosfir bukan merupakan satu kesatuan tetapi terpisah-pisah dalam beberapa lempeng yang masing-masing bergerak dengan arah dan kecepatan yang berbeda-beda. Pergerakan tersebut disebabkan oleh adanya arus konveksi yang terjadi di dalam bumi.

Bila dua buah lempeng bertumbukan maka pada daerah batas antara dua lempeng akan terjadi tegangan. Salah satu lempeng akan menyusup ke bawah lempeng yang lain, masuk ke bawah lapisan astenosfir. Pada umumnya lempeng samudra (*oceanic plate*) akan menyusup ke bawah lempeng benua (*continental plate*). Hal ini disebabkan lempeng samudra mempunyai densitas yang lebih besar dibandingkan dengan lempeng benua, seperti yang terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pertemuan Lempeng Benua dan Lempeng Samudra  
(Sumber : [www.acil.menlh.go.id](http://www.acil.menlh.go.id))

Apabila tegangan tersebut telah sedemikian besar sehingga melampaui kekuatan kulit bumi, maka akan terjadi patahan pada kulit bumi tersebut di daerah terlemah. Kulit bumi yang patah tersebut akan melepaskan energi atau tegangan sebagian atau seluruhnya untuk kembali ke keadaan semula. Peristiwa pelepasan energi ini disebut gempabumi.

Gempabumi terjadi di sepanjang batas atau berasosiasi dengan batas pertemuan lempeng tektonik. Pada kenyataannya pergerakan relatif dari lempeng berjalan sangat lambat, hampir sama dengan kecepatan pertumbuhan kuku manusia (0-20 cm per tahun). Hal ini menimbulkan adanya friksi pada pertemuan lempeng, yang mengakibatkan energi terakumulasi sebelum terjadinya gempa bumi.

Terdapat tiga jalur utama gempa bumi yang merupakan batas pertemuan dari beberapa lempeng tektonik aktif :

1. Jalur gempabumi Sirkum Pasifik

Jalur ini dimulai dari Cordilleras de los Andes (Chili, Ecuador dan Caribia), Amerika Tengah, Mexico, California British Columbia, Alaska, Alaution Islands, Kamchatka, Jepang, Taiwan, Filipina, Indonesia, Polynesia dan berakhir di New Zealand.

2. Jalur gempabumi Mediteran atau Trans Asiatic

Jalur ini dimulai dari Azores, Mediteran (Maroko, Portugal, Italia, Balkan, Rumania), Turki, Kaukasus, Irak, Iran, Afghanistan, Himalaya, Burma, Indonesia (Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, dan Laut Banda) dan akhirnya bertemu dengan jalur Sirkum Pasifik di daerah Maluku.

### 3. Jalur gempa bumi Mid-Atlantic

Jalur ini mengikuti Mid-Atlantic Ridge yaitu Spitsbergen, Iceland dan Atlantik selatan.

Batas lempeng tektonik dapat dibedakan atas tiga bentuk utama, yaitu konvergen atau saling menyusup, divergen atau saling menjauh, dan mendatar atau saling bergeser. Bentuk yang lainnya merupakan kombinasi dari tiga bentuk batas lempeng ini. Pada bentuk divergen kedua lempeng saling menjauh. Pada bentuk konvergen lempeng yang satu relatif bergerak menyusup di bawah lempeng yang lain. Sedangkan pada tipe mendatar kedua lempeng saling bergerak/bergeser mendatar yang berlawanan arah. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.9.



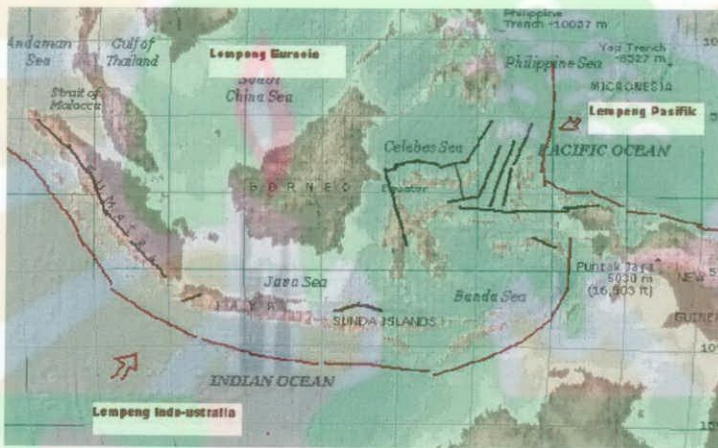
Gambar 2.9 Sketsa Jenis-jenis Pertemuan Lempeng Tektonik  
(Sumber : [www.earth.geol.ksu.edu](http://www.earth.geol.ksu.edu),2006)

Akibat pergerakan lempeng tektonik, maka di sekitar perbatasan lempeng akan terjadi akumulasi energi yang disebabkan baik karena tekanan, regangan ataupun gesekan. Energi yang terakumulasi ini jika melewati batas kemampuan atau ketahanan batuan akan menyebabkan patahnya lapisan batuan tersebut.

Jadi gempa bumi tidak lain merupakan manifestasi dari getaran lapisan batuan yang patah yang energinya menjalar melalui badan dan permukaan bumi

berupa gelombang seismik. Pusat patahan di dalam bumi dimana gempabumi terjadi disebut fokus atau hiposenter, sedangkan proyeksi fokus yang berada di permukaan bumi disebut episenter.

Gempabumi selain terjadi pada perbatasan lempeng juga terjadi pada patahan-patahan lokal yang pada dasarnya merupakan akibat dari pergerakan lempeng juga. Sketsa patahan-patahan aktif di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.10.

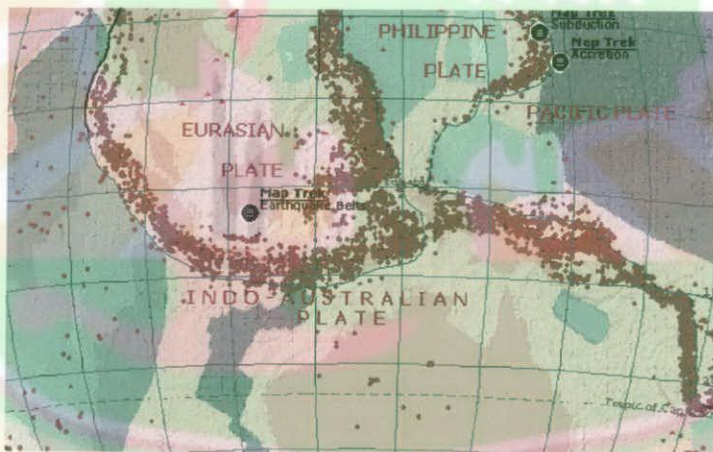


Gambar 2.10 Sketsa Patahan Aktif di Indonesia (Subardjo dan Ibrahim,2004)

Pembangkit utama terjadinya gempabumi adalah pergerakan lempeng tektonik. Akibat pergerakan lempeng maka di sekitar perbatasan lempeng akan terakumulasi energi, dan jika lapisan batuan tidak mampu manahannya maka energi akan terlepas yang menyebabkan terjadinya patahan ataupun deformasi pada lapisan kerak bumi dan terjadilah gempabumi tektonik. Di samping itu akibat adanya pergerakan lempeng tadi terjadi patahan atau sesar pada lapisan bagian

atas kerak bumi yang merupakan pembangkit kedua terjadinya gempabumi tektonik.

Jadi sumber-sumber keberadaan gempabumi ada pada perbatasan lempeng lempeng tektonik dan patahan-patahan aktif. Indonesia merupakan salah satu wilayah yang sangat aktif terhadap gempa bumi, karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dan satu lempeng tektonik kecil. Ketiga lempeng tektonik itu adalah Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik serta Lempeng kecil Filipina. Batas lempeng tektonik dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Batas Lempeng Tektonik dan Sebaran Gempa di Indonesia  
(Sumber : [www. Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com),2006)

Gempabumi tektonik terjadi karena adanya proses pergerakan lempeng yaitu berupa tumbukan, pelipatan, pergeseran dan atau penyusupan yang berpengaruh terhadap media yang dilewati proses tersebut. Di daerah pertemuan

lempeng akan timbul suatu tegangan diakibatkan oleh tumbukan dan geseran antar lempeng serta sifat- sifat elastisitas batuan. Tegangan pada batuan akan terkumpul terus-menerus sehingga sesuai dengan karakteristik batuan yang akan sampai pada titik patah, dimana pada saat tersebut energi yang terkumpul selama terjadi proses tegangan akan dilepaskan, pada waktu itulah gempa bumi terjadi.

#### 2.4 Parameter Gempa

Parameter gempa bumi merupakan hasil dari proses pengumpulan, pengolahan dan analisis informasi seismik yang dihasilkan dari peristiwa gempabumi (Natawidjaja, 1995). Parameter tersebut antara lain :

##### 1. Waktu terjadinya gempa bumi (*Origin Time*)

Waktu terjadinya gempa bumi menunjukkan waktu terlepasnya akumulasi tegangan (*stress*) yang berbentuk penjalaran gelombang gempabumi dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit, detik dalam satuan waktu internasional GMT.

##### 2. Episenter

Episenter adalah titik di permukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari hiposenter atau fokus gempabumi. Lokasi episenter dibuat dalam sistem koordinat kartesian bola bumi atau sistem koordinat geografis dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur.

##### 3. Intensitas

Intensitas gempa bumi adalah ukuran kerusakan akibat gempa bumi

berdasarkan hasil pengamatan efek gempabumi terhadap manusia, struktur bangunan dan lingkungan pada tempat tertentu, dinyatakan dalam skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*).

#### 4. Hiposenter

Hiposenter merupakan fokus gempa bumi tempat dilepaskannya energi gempa. Fokus gempa dapat berupa titik maupun rekahan atau daerah yang memanjang di dalam bumi. Hiposenter dinyatakan sebagai jarak kedalaman dalam satuan km.

#### 5. Magnitudo

Magnitudo merupakan ukuran kekuatan gempabumi yang menunjukkan besarnya energi yang dilepaskan saat gempa terjadi. Cara penentuan magnitudo gempabumi secara umum dibagi menjadi empat, yaitu :

##### 1. Magnitudo lokal (MI)

Magnitudo lokal disimbolkan dengan  $M_l$ , yang tak lain adalah magnitudo Skala Richter. Magnitudo lokal dikembangkan pertama kali pada tahun 1935 oleh seorang seismologis Amerika, Charles F. Richter.

##### 2. Magnitudo gelombang permukaan ( $M_s$ )

Magnitudo gelombang permukaan disimbolkan dengan  $M_s$ . Magnitudo gempa ini diukur berdasarkan amplitudo gerakan tanah maksimum gelombang permukaan yaitu Rayleigh.

##### 3. Magnitudo gelombang badan ( $M_b$ )

Magnitudo gempa yang diperoleh berdasarkan amplitudo gelombang badan

( $P$  atau  $S$ ) disimbolkan dengan  $M_b$ .

#### 4. Magnitudo durasi ( $M_d$ )

Magnitudo durasi dihitung berdasarkan lamanya getaran gempabumi yang terekam pada seismograf, penggunaan magnitudo durasi sangat berguna dalam kasus sinyal yang sangat besar amplitudonya yang mengaburkan jangkauan dinamis sistem pencatat sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan apabila dilakukan dengan menggunakan estimasi  $M_l$ .

### 2.5 Perhitungan $V_p/V_s$ Menggunakan Metoda Wadati

Rasio  $V_p/V_s$  didefinisikan sebagai kekuatan batuan dalam menahan tekanan satuan beban yang berat sampai batuan tersebut pecah. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan gelombang  $P$  dan  $S$  dalam perhitungan rasio  $V_p/V_s$ . Hubungan teori elastisitas dengan metode wadati adalah kekuatan batuan dipengaruhi oleh faktor dalam batuan (mineralogy, ukuran batuan, porositas) dan faktor luar (gaya gesekan antar bidang permukaan, geometri batuan, kecepatan penekanan) serta pengaruh lingkungan (kadar air dan suhu) (Hurukawa, 2006).

Salah satu kegunaan metode wadati adalah untuk menentukan besarnya  $V_p/V_s$ . Waktu tiba gelombang  $P$  akan tercatat oleh seismograf sebagai  $T_p$ , sedangkan waktu tiba gelombang  $S$  akan tercatat oleh seismograf sebagai  $T_s$ . Biasanya  $T_p$  akan lebih awal dari pada  $T_s$ , hal ini dikarenakan gelombang yang pertama kali direkam oleh seismograf adalah gelombang  $P$ . Dalam hal ini digunakan metoda wadati untuk menentukan  $V_p/V_s$ . Perbandingan  $V_p/V_s$  dapat diperoleh dari pengamatan

seismometrik. Kecepatan gelombang  $P$  (primer) ( $V_p$ ) dan kecepatan gelombang  $S$  (sekunder) ( $V_s$ ) dapat dihitung dari waktu tiba gelombang  $P$  ( $T_p$ ) dan waktu tiba gelombang  $S$  ( $T_s$ ) keduanya sebagai perbandingan  $V_p/V_s$ . Perbandingan  $V_p/V_s$  secara sederhana dapat dihitung dengan metode wadati. Dalam metode ini beda waktu tiba gelombang  $P$  ( $T_p$ ) dengan waktu terjadi gempa bumi ( $T_0$ ) atau ( $T_{po}$ ) diplot sebagai absis (sumbu  $x$ ) dan beda waktu tiba gelombang  $S$  ( $T_s$ ) dan  $P$  ( $T_p$ ) atau ( $T_{sp}$ ) sebagai ordinat (sumbu  $y$ ), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.12. Gambar tersebut memperlihatkan hubungan antara  $T_{sp}$  dan  $T_{po}$  sehingga didapat nilai  $V_p/V_s$

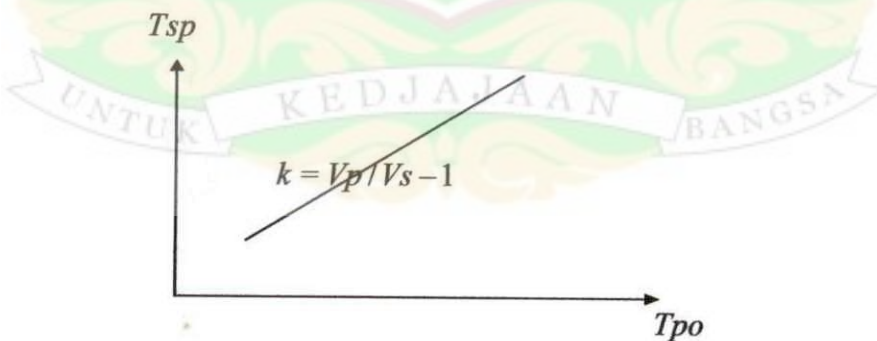
Menurut Kisslinger dan Engdahi, grafik  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  merupakan garis linier dengan gradien  $(V_p/V_s) - 1$ . Dari regresi linier diperoleh persamaan berikut :

$$\frac{V_p}{V_s} = k + 1 \quad (2.5)$$

$k$  = gradien

$V_p$  = kecepatan gelombang Primer

$V_s$  = kecepatan gelombang Sekunder



Gambar 2.12. Diagram Wadati

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Padang Panjang dan Laboratorium Fisika Bumi Universitas Andalas Padang. Waktu penelitian dilaksanakan selama 8 bulan.

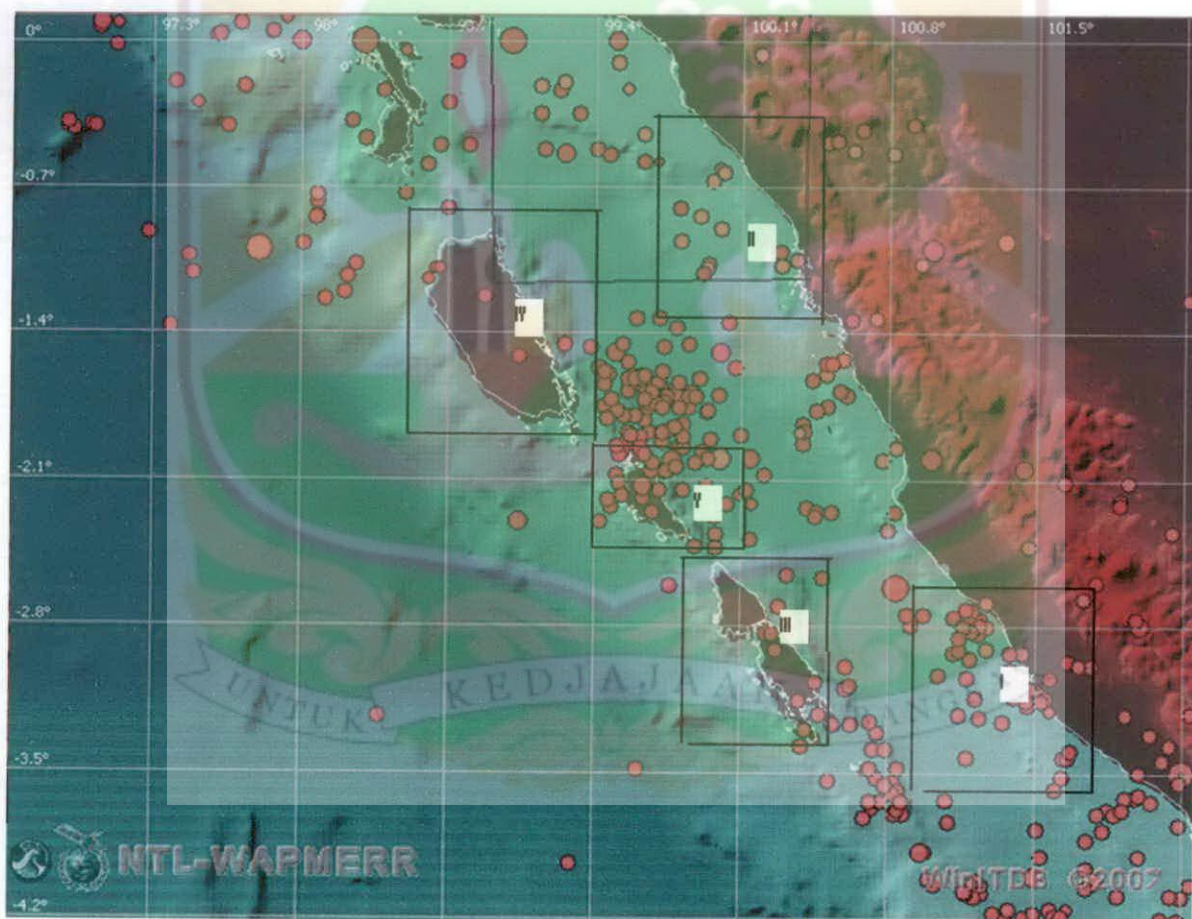
#### 3.2 Tata Laksana Penelitian

##### 3.2.1 Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah berupa data yang tercatat di Stasiun BMKG Padang Panjang dalam bentuk *phase report sheet* yaitu waktu tiba gelombang  $P$  ( $T_p$ ), waktu tiba gelombang  $S$  ( $T_s$ ), *Origin time* ( $T_o$ ) dan episenter gempa sesuai dengan batasan di daerah Sumatera Barat dan Sekitarnya. Daerah penelitian ini dibagi menjadi lima daerah yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. Posisi koordinat geografis, nama daerah dan waktu terjadinya gempabumi untuk masing-masing daerah kajian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Daerah Penelitian

NO	Daerah	Koordinat Geografis	Nama Daerah	Gempa Utama
1	Daerah I	(100,9° BT – 101,8° BT) (2,9° LS – 3,7° LS)	Bengkulu	12 September 2007
2	Daerah II	(99,6° BT – 100,3° BT) (0,5° LS – 1,3° LS)	Pariaman	30 September 2009
3	Daerah III	(99,9° BT – 100,5° BT) (2,6° LS – 3,4° LS)	Pagai	25 Oktober 2010
4	Daerah IV	(98,5° BT – 99,4° BT) (0,8° LS – 1,8° LS)	Siberut	Belum diketahui
5	Daerah V	(99,4° BT – 100,1° BT) (1,9° LS – 2,5° LS)	Sipora	Belum diketahui



Gambar 3.1 Peta daerah penelitian

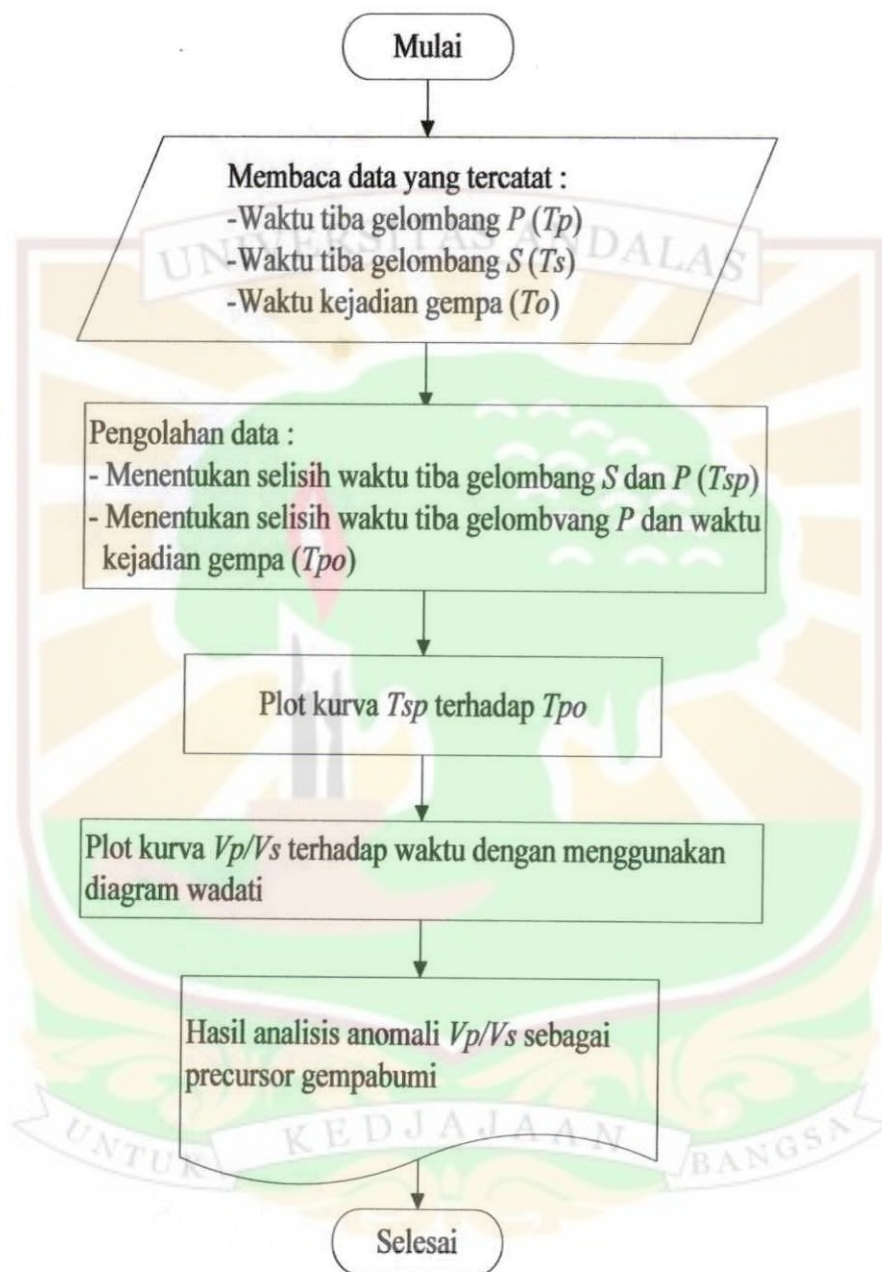
### 3.2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dari penelitian ini untuk masing-masing daerah kajian antara lain :

1. Menghitung selisih waktu tiba gelombang  $P$  dan gelombang  $S$  ( $T_{sp}$ ).
2. Menghitung waktu tiba gelombang  $P$  terhadap *Origin time* ( $T_{po}$ ).
3. Plot  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  berdasarkan diagram wadati, dimana  $T_{sp}$  sebagai ordinat (sumbu  $y$ ) dan  $T_{po}$  sebagai absis (sumbu  $x$ ).
4. Pengeplotan  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  dibuat dalam periode sebulan sekali agar jangka waktu gempa tidak terlalu lama.
5. Menentukan anomali Perubahan  $V_p/V_s$  berdasarkan diagram wadati, untuk mengetahui harga  $V_p/V_s$  setiap tahun sebelum terjadinya gempa besar (kasus gempa yang diteliti).
6. Dicari nilai  $\Delta$  untuk perbandingan nilai  $V_p/V_s$  setiap bulannya dalam penentuan terjadinya gempa besar. Dimana  $\Delta : V_p/V_s (j) - V_p/V_s (i)$

### 3.2.3 Analisis Data

Hasil dari penelitian ini untuk masing-masing daerah kajian adalah terjadinya perubahan kecepatan gelombang seismik yang dinyatakan dengan perubahan anomali  $V_p/V_s$  menjelang terjadinya gempa besar, dimana sebelum terjadinya gempa besar tersebut nilai  $V_p/V_s$  cenderung mengalami perubahan (anomali). Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

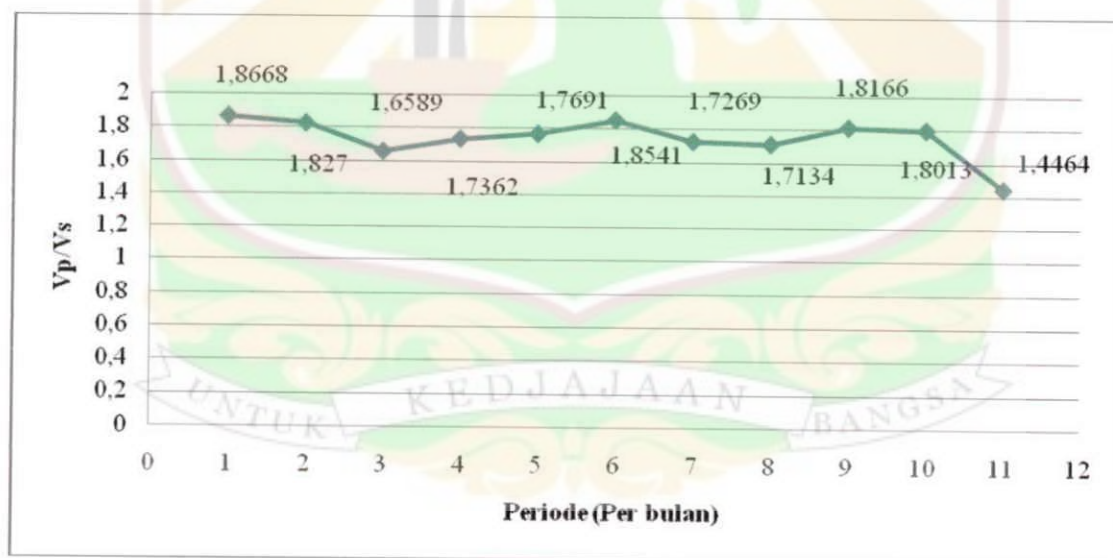
#### 4.1 Hasil

Data-data gempa pada penelitian ini untuk masing-masing daerah kajian yaitu waktu tiba gelombang  $P$  ( $T_p$ ), waktu tiba gelombang  $S$  ( $T_s$ ), magnitudo, *origin time* ( $T_o$ ), selisih waktu tiba gelombang  $P$  dan *origin time* ( $T_{po}$ ), dan selisih waktu tiba gelombang  $S$  dan gelombang  $P$  ( $T_{sp}$ ). Data untuk penelitian kasus Gempabumi Bengkulu dapat dilihat pada Lampiran A, kasus Gempabumi Pariaman pada Lampiran B, kasus Gempabumi Pagai pada Lampiran C, begitu juga data untuk prediksi gempa di daerah Siberut pada Lampiran D dan untuk prediksi gempa di daerah Sipora pada Lampiran E. Kemudian ditentukan  $V_p/V_s$  dengan menggunakan Diagram Wadati.

Hasil pengolahan data untuk daerah I dimulai dari Bulan Oktober 2006 sampai dengan Agustus 2007 dengan grafik menggunakan Diagram Wadati, dapat dilihat pada Lampiran F yang diperoleh dari perbandingan  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  dalam periode bulanan setiap tahun, sebelum terjadi gempa utamanya. Dari gambar grafik tersebut dapat ditentukan persamaan regresi linier. Sehingga diperoleh nilai  $V_p/V_s$  dengan mengetahui nilai gradien  $k$  dari persamaan regresi linier tersebut dan disubstitusi kedalam persamaan 2.5. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Variasi Perubahan Harga  $V_p/V_s$  dari Oktober 2006 - Agustus 2007

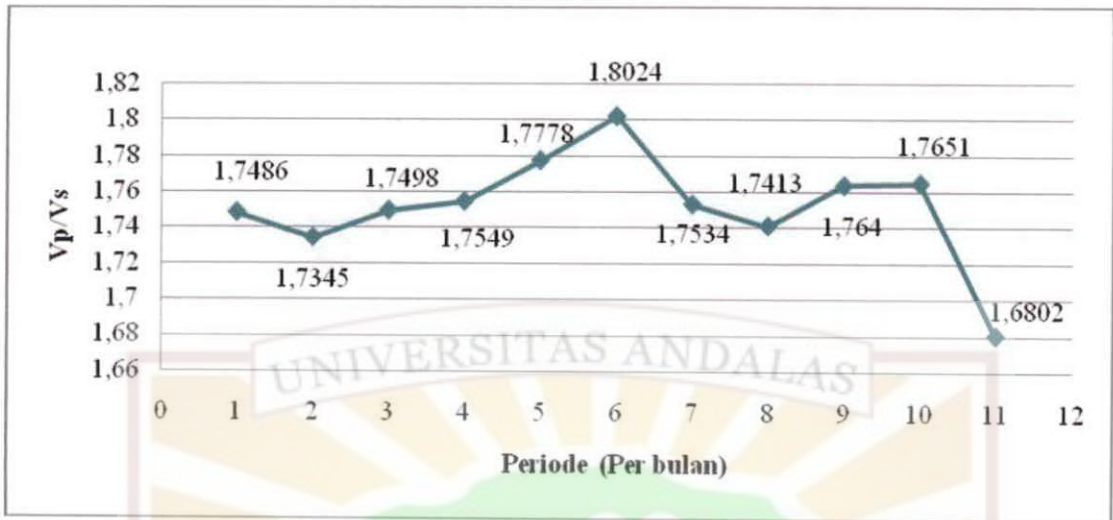
No	Periode	Pers. Regresi Linier	$k$	$V_p/V_s$	$\Delta$
1	Oktober 2006	$0,8668x - 3,813$	0,8668	1,8668	0,00
2	November 2006	$0,827x - 1,0757$	0,827	1,827	0,0398
3	Desember 2006	$0,6598x - 1,1974$	0,6598	1,6598	0,1681
4	Januari 2007	$0,7362x + 0,2672$	0,7362	1,7362	0,0773
5	Februari 2007	$0,7691x - 0,608$	0,7691	1,7691	0,0329
6	Maret 2007	$0,8541x + 2,7784$	0,8541	1,8541	0,085
7	April 2007	$0,7269x + 2,8475$	0,7269	1,7269	0,1272
8	Mei 2007	$0,7134x + 2,7687$	0,7134	1,7134	0,0135
9	Juni 2007	$0,8166x - 0,131$	0,8166	1,8166	0,1032
10	Juli 2007	$0,8013x - 0,1949$	0,8013	1,8013	0,0153
11	Agustus 2007	$0,4464x - 0,6013$	0,4464	1,4464	0,3549

Gambar 4.1 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan Oktober 2006 – Agustus 2007

Hasil pengolahan data untuk daerah II dimulai dari Bulan Oktober 2008 sampai dengan Agustus 2009 dengan grafik menggunakan Diagram Wadati, dapat dilihat pada Lampiran G yang diperoleh dari perbandingan  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  dalam periode bulanan setiap tahunnya sebelum terjadi gempa utamanya. Dari grafik tersebut diperoleh persamaan regresi linier. Sehingga diperoleh nilai  $V_p/V_s$  dengan mengetahui nilai  $k$  dari persamaan regresi linier tersebut dan disubsitusi kedalam persamaan 2.5. Hasilnya dapat dilihat pada Table 4.2 dan Gambar 4.2.

Tabel 4.2 Variasi Perubahan Harga  $V_p/V_s$  dari Oktober 2008 - Agustus 2009

No	Periode	Pers. Regresi Linier	$k$	$V_p/V_s$	$\Delta$
1	Oktober 2008	$0,7486x + 2,34$	0,7486	1,7486	0,00
2	November	$0,7345x + 2,1582$	0,7345	1,7345	0,0141
3	Desember	$0,7498x + 0,7821$	0,7498	1,7498	0,0153
4	Januari 2009	$0,7549x - 0,0329$	0,7549	1,7549	0,0051
5	Februari	$0,7778x - 0,6103$	0,7778	1,7778	0,0229
6	Maret	$0,8024x - 1,0456$	0,8024	1,8024	0,0246
7	April	$0,7534x - 0,7397$	0,7534	1,7534	0,049
8	Mei	$0,7413x - 0,464$	0,7413	1,7413	0,0121
9	Juni	$0,764x + 0,7975$	0,764	1,764	0,0227
10	Juli	$0,7651x - 6,0383$	0,7651	1,7651	0,0011
11	Agustus	$0,6802x + 3,0392$	0,6802	1,6802	0,0849



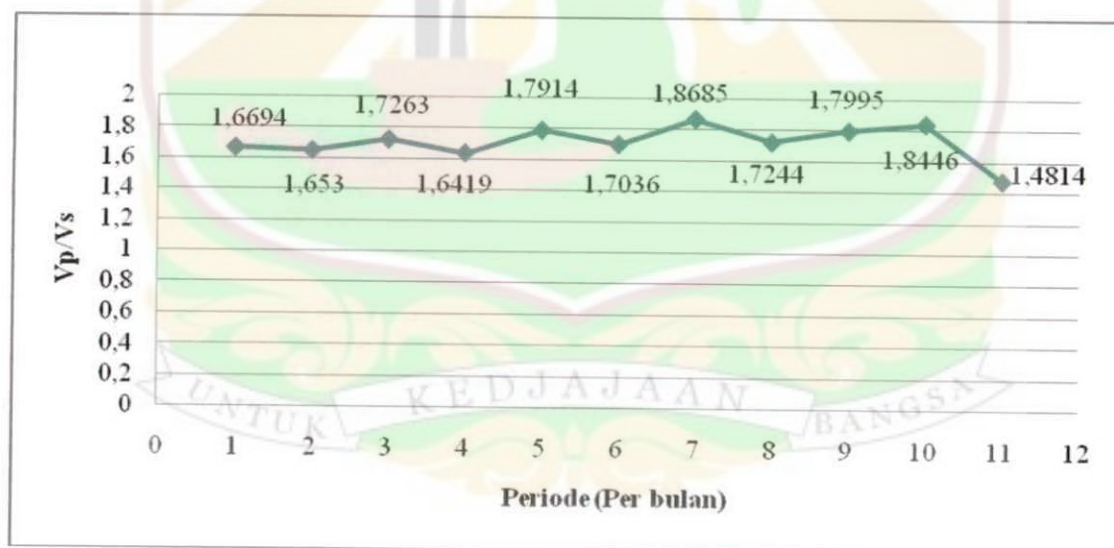
Gambar 4.2 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan Oktober 2008 – Agustus 2009

Hasil pengolahan data untuk daerah III dimulai dari Bulan November 2009 sampai dengan September 2010 dengan grafik menggunakan Diagram Wadati, dapat dilihat pada Lampiran H yang diperoleh dari perbandingan  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  dalam periode bulanan setiap tahunnya sebelum terjadi gempa utamanya. Dari grafik tersebut diperoleh persamaan regresi linier.

Sehingga diperoleh nilai  $V_p/V_s$  dengan mengetahui nilai  $k$  dari persamaan regresi linier tersebut dan disubstitusi kedalam persamaan 2.5. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.3 Variasi Perubahan Harga  $V_p/V_s$  dari November 2009 - September 2010

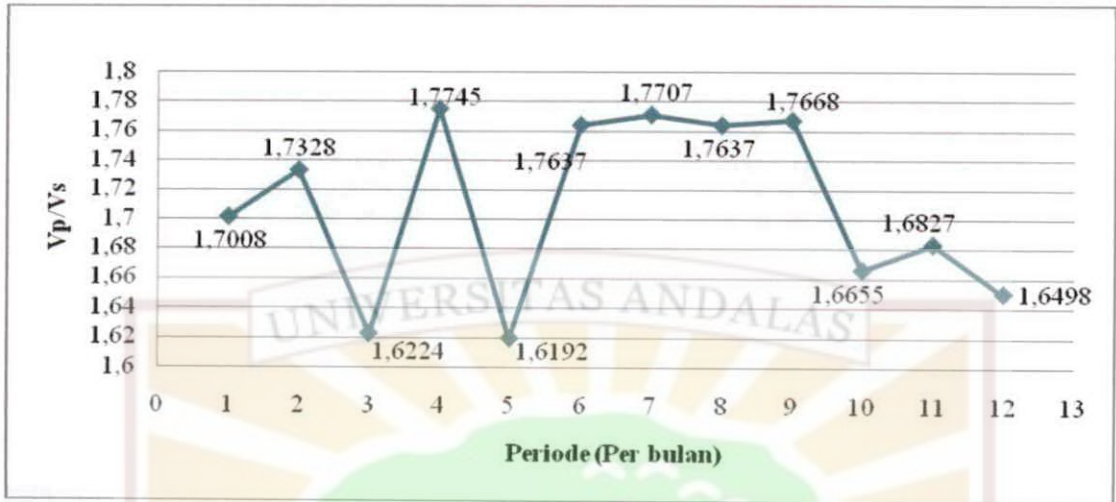
No	Periode	Pers. Regresi Linier	$k$	$V_p/V_s$	$\Delta$
1	November 2009	$0,6694x + 1,7845$	0,6694	1,6694	0,00
2	Desember 2009	$0,653x + 2,1929$	0,653	1,653	0,0164
3	Januari 2010	$0,7263x + 0,5535$	0,7263	1,7263	0,0733
4	Februari 2010	$0,6419x + 3,5573$	0,6419	1,6419	0,0844
5	Maret 2010	$0,7914x - 1,3175$	0,7914	1,7914	0,1495
6	April 2010	$0,7036x + 2,5424$	0,7036	1,7036	0,0878
7	Mei 2010	$0,8685x - 0,6308$	0,8685	1,8685	0,1649
8	Juni 2010	$0,7244x + 3,3047$	0,7244	1,7244	0,1441
9	Juli 2010	$0,7995x - 1,9881$	0,7995	1,7995	0,0751
10	Agustus 2010	$0,8446x + 1,3467$	0,8446	1,8446	0,0451
11	September 2010	$0,4814x + 11,085$	0,4814	1,4814	0,3632

Gambar 4.3 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan November 2009 – September 2010

Hasil pengolahan data daerah IV dimulai dari Bulan Januari sampai dengan Desember 2010 dengan grafik menggunakan Diagram Wadati, dapat dilihat pada Lampiran I yang diperoleh dari perbandingan  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  dalam periode bulanan setiap tahunnya untuk memprediksi gempa besar yang akan terjadi pada bulan selanjutnya. Dari grafik tersebut diperoleh persamaan regresi linier. Sehingga diperoleh nilai  $V_p/V_s$  dengan mengetahui nilai  $k$  dari persamaan regresi linier tersebut dan disubstitusi kedalam persamaan 2.5. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.4 Variasi Perubahan Harga  $V_p/V_s$  pada Bulan Januari – Desember 2010 di Daerah Siberut

No	Periode (2010)	Pers. Regresi Linier	$k$	$V_p/V_s$	$\Delta$
1	Januari	$0,7008x + 1,1242$	0,7008	1,7008	0,00
2	Februari	$0,7328x + 0,3621$	0,7328	1,7328	0,032
3	Maret	$0,6224x + 1,5768$	0,6224	1,6224	0,1104
4	April	$0,7745x - 0,2792$	0,7745	1,7745	0,1521
5	Mei	$0,6192x + 2,0741$	0,6192	1,6192	0,1553
6	Juni	$0,7637x - 0,5734$	0,7637	1,7637	0,1445
7	Juli	$0,7707x - 0,7695$	0,7707	1,7707	0,007
8	Agustus	$0,7637x + 6,8014$	0,7637	1,7637	0,007
9	September	$0,7668x + 7,2942$	0,7668	1,7668	0,0031
10	Oktober	$0,6655x + 10,967$	0,6655	1,6655	0,1013
11	November	$0,6827x + 20,036$	0,6827	1,6827	0,0172
12	Desember	$0,6498x + 3,0812$	0,6498	1,6498	0,0329



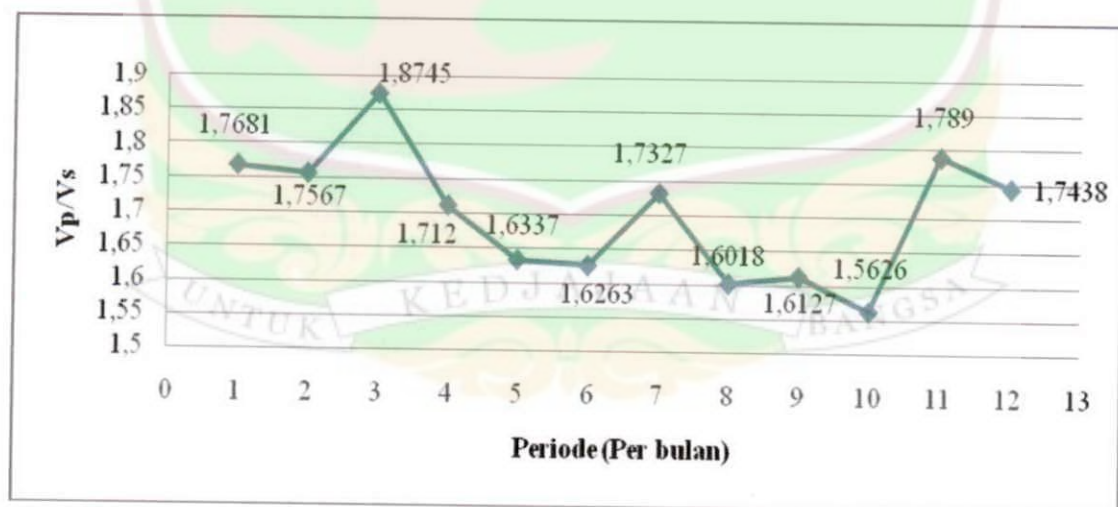
Gambar 4.4 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan Januari – Desember 2010

Hasil pengolahan data untuk daerah V dimulai dari Bulan Januari sampai dengan Desember 2010 dengan grafik menggunakan Diagram Wadati, dapat dilihat pada Lampiran J yang diperoleh dari perbandingan  $T_{sp}$  terhadap  $T_{po}$  dalam periode bulanan setiap tahunnya untuk memprediksi terjadinya gempa besar di bulan selanjutnya.

Sehingga diperoleh nilai  $V_p/V_s$  dengan mengetahui nilai  $k$  dari persamaan regresi linier tersebut dan disubsitusi kedalam persamaan 2.5. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5.

Tabel 4.5 Variasi Perubahan Harga  $V_p/V_s$  pada Bulan Januari – Desember 2010 di Daerah Sipora

No	Periode (2010)	Pers. Regresi Linier	$k$	$V_p/V_s$	$\Delta$
1	Januari	$0,7681x - 0,6377$	0,7681	1,7681	0,00
2	Februari	$0,7567x - 1,4443$	0,7567	1,7567	0,0114
3	Maret	$0,8745x - 4,1348$	0,8745	1,8745	0,1178
4	April	$0,712x - 5,6076$	0,712	1,712	0,1625
5	Mei	$0,6337x + 5,1969$	0,6337	1,6337	0,0783
6	Juni	$0,6263x + 14,244$	0,6263	1,6263	0,0074
7	Juli	$0,7327x + 2,4857$	0,7327	1,7327	0,1064
8	Agustus	$0,6018x + 9,5806$	0,6018	1,6018	0,1309
9	September	$0,6127x + 9,8875$	0,6127	1,6127	0,0109
10	Oktober	$0,5626x + 24,009$	0,5626	1,5626	0,0501
11	November	$0,789x + 18,808$	0,789	1,789	0,2264
12	Desember	$0,7438x + 7,6831$	0,7438	1,7438	0,0452



Gambar 4.5 Grafik Perubahan  $V_p/V_s$  Bulan Januari – Desember 2010

## 4.2 Pembahasan

Anomali  $V_p/V_s$  adalah perubahan rasio kecepatan gelombang  $P$  dan gelombang  $S$ . Perubahan  $V_p/V_s$  pada saat sebelum terjadi gempa besar nilainya menurun dan kembali ke level normal setelah gempa utama terjadi. Dalam penelitian ini menggunakan kasus gempabumi yang sudah terjadi maupun memprediksi akan terjadinya gempabumi pada bulan selanjutnya. Yaitu kasus Gempabumi Bengkulu (12 September 2007), Gempabumi Pariaman (30 September 2009), Gempabumi Pagai (25 Oktober 2010), dan prediksi gempabumi di Daerah Siberut dan Sipora. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa periode sebelum terjadinya gempa besar mengalami penurunan nilai  $V_p/V_s$  sampai akhirnya nilai  $V_p/V_s$  meningkat pada saat gempa besar terjadi.

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat variasi harga  $V_p/V_s$  untuk daerah I setahun menjelang terjadinya gempa utama (gempa besar) yaitu dari Bulan Oktober 2006 sampai Bulan Agustus 2007. Pada Bulan Oktober 2006 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,8668 dengan  $\Delta$  sebesar 0. Pada Bulan November 2006 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,827 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0398. Pada Bulan Desember 2006 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,6598 dengan  $\Delta$  sebesar 0,1681. Pada Bulan Januari 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,7362 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0773. Pada Bulan Februari 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,7691 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0329. Pada Bulan Maret 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,8541 dengan  $\Delta$  sebesar 0,085. Pada Bulan April 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,7269 dengan  $\Delta$  sebesar 0,1272. Pada Bulan Mei 2007 didapat

harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,7134 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0135. Pada Bulan Juni 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,8166 dengan  $\Delta$  sebesar 0,1032. Pada Bulan Juli 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,8013 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0153. Pada Bulan Agustus 2007 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,4464 dengan  $\Delta$  sebesar 0,3549. Sehingga dari Gambar 4.1 dapat terlihat nilai  $V_p/V_s$  di bulan ke-11 yaitu bulan Agustus 2007 menurun atau lebih rendah dibandingkan nilai  $V_p/V_s$  pada bulan-bulan sebelumnya.

Dari Tabel 4.2 juga dapat dilihat variasi harga  $V_p/V_s$  untuk daerah II setahun menjelang terjadinya gempabumi utama (gempa besar) yaitu dari Bulan Oktober 2008 sampai Bulan Agustus 2009. Pada akhir bulan sebelum gempabumi besar terjadi yaitu Bulan Agustus 2009 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,6802 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0849. Sehingga dari Gambar 4.2 dapat terlihat nilai  $V_p/V_s$  di bulan ke-11 yaitu bulan Agustus 2009 juga menurun atau lebih rendah dibandingkan nilai  $V_p/V_s$  pada bulan-bulan sebelumnya.

Begitu juga pada Tabel 4.3 dapat dilihat variasi harga  $V_p/V_s$  untuk daerah III setahun menjelang terjadinya gempabumi utama (gempa besar) yaitu dari Bulan November 2009 sampai Bulan September 2010. Pada Bulan September 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,4814 dengan  $\Delta$  sebesar 0,3632. Sehingga dari Gambar 4.3 dapat terlihat nilai  $V_p/V_s$  di bulan ke-11 yaitu bulan September 2010 menurun atau lebih rendah dibandingkan nilai  $V_p/V_s$  pada bulan-bulan sebelumnya.

Menurut teori dari Rikitake, untuk memprediksi suatu gempa dengan precursor salah satunya yaitu dengan melihat anomali  $V_p/V_s$ . Ketika nilai  $V_p/V_s$  turun cukup drastis maka dapat diprediksi akan terjadi gempa. Hal ini terbukti pada periode 12 September 2007 terjadi gempabumi besar di Bengkulu dengan magnitudo 7,9 SR, periode 30 September 2009 terjadi gempabumi besar di Pariaman dengan magnitudo 7,6 SR, periode 25 Oktober 2010 terjadi gempabumi besar di Pagai dengan magnitudo 7,2 SR,

Anomali  $V_p/V_s$  kembali normal setelah terjadinya gempa utama (gempa besar yang signifikan). Nilai  $V_p/V_s$  akan kembali meningkat ketika sebelumnya nilai itu semakin turun. Jika terjadi penurunan nilai  $V_p/V_s$  sebelum terjadinya gempa besar pada bulan selanjutnya, maka nilai selisih  $V_p/V_s$  meningkat dari bulan yang lain. Nilai masing-masing dari kasus gempa tersebut menandakan akan terjadinya gempabumi besar di bulan selanjutnya. Maka gempabumi besar diprediksi akan terjadi kembali karena pada saat nilai  $V_p/V_s$  itu semakin menurun maka pada saat itu batuan penyusunnya semakin rapuh dan terjadi penumpukan energi sebelum dilepaskan menjadi gelombang seismik atau gempabumi.

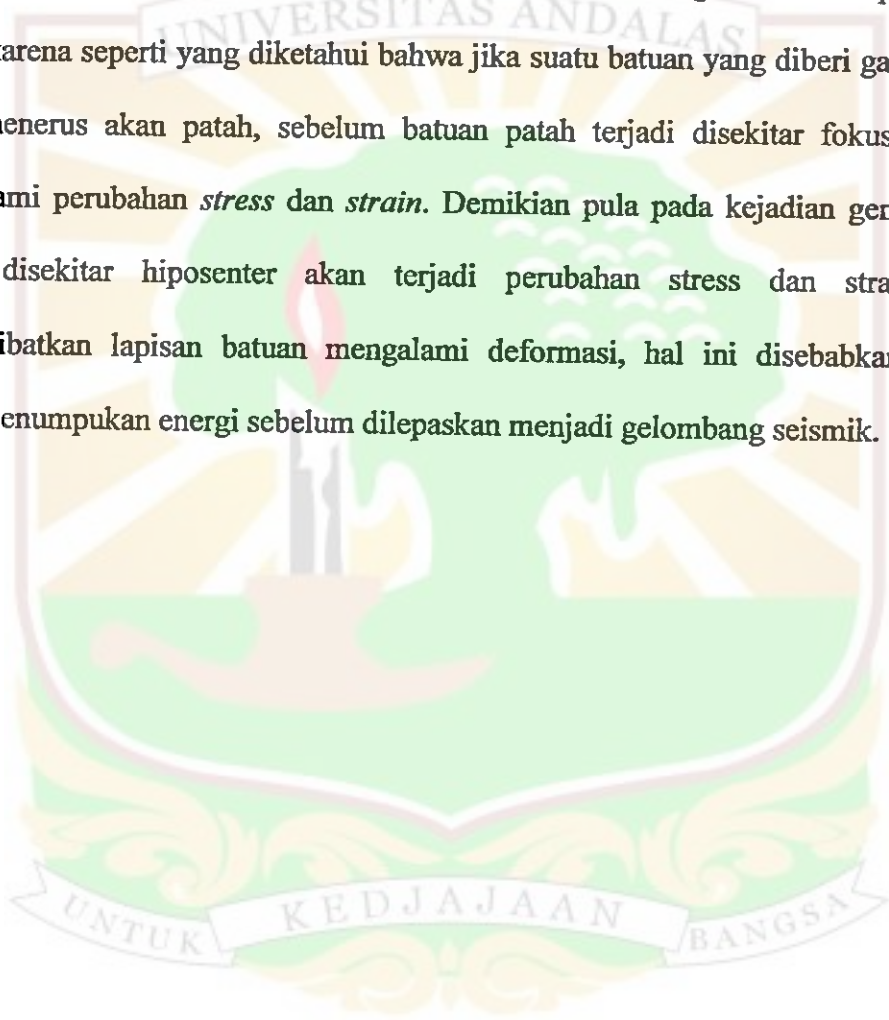
Dari data dan grafik pada kasus gempabumi tersebut, dapat juga digunakan pada prediksi untuk daerah IV dan daerah V. Yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5. Pada Tabel 4.4 terdapat variasi harga  $V_p/V_s$  untuk memprediksi gempabumi untuk daerah IV setahun menjelang terjadinya gempa utama (gempa besar) yaitu dari Bulan Januari 2010 sampai Bulan Desember 2010. Pada Bulan

Maret 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,6224 dengan  $\Delta$  sebesar 0,1104. Pada bulan ini terjadi penurunan nilai  $V_p/V_s$ , sehingga pada bulan selanjutnya terjadi gempa bumi dengan magnitudo sebesar 5,5 SR. Begitu juga pada Bulan Mei 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,6192 dengan  $\Delta$  sebesar 0,1553. Pada Bulan ini juga terjadi penurunan nilai  $V_p/V_s$ , sehingga terjadi gempa di Bulan Juni 2010 dengan magnitudo sebesar 4,4 SR. Namun gempa bumi yang terjadi di bulan tersebut pada daerah Siberut ini memiliki kekuatan kurang dari 7 SR dan tidak merusak. Maka dilihat pada Bulan Desember 2010 terdapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,6498 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0329. Nilai  $\Delta$  pada bulan ini tidak tinggi dibandingkan pada bulan-bulan sebelumnya.

Begitu juga pada Tabel 4.5 terdapat variasi harga  $V_p/V_s$  untuk memprediksi gempa bumi untuk daerah V setahun menjelang terjadinya gempa utama (gempa besar) yaitu dari Bulan Januari 2010 sampai Bulan Desember 2010. Pada Bulan Februari 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,7567 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0114. Pada bulan ini terjadi penurunan nilai  $V_p/V_s$  dan terjadi gempa bumi di Bulan Maret dengan magnitudo 5,2 SR, Pada Bulan Juni 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,6263 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0074. Pada bulan ini juga terjadi penurunan harga  $V_p/V_s$  dan terjadi gempa bumi dengan magnitudo 4 SR. Kemudian hal yang sama juga terdapat pada Bulan Oktober 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,5626 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0501. Bulan ini juga terjadi penurunan harga  $V_p/V_s$  dan juga terjadi gempa bumi dengan magnitudo 6,1 SR. Pada Bulan Desember 2010 didapat harga  $V_p/V_s$  sebesar 1,7438 dengan  $\Delta$  sebesar 0,0452. Nilai  $V_p/V_s$  pada bulan ini tidak menunjukkan nilai yang

tinggi dari bulan sebelumnya. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5. Sehingga menurut hasil penelitian yang dilakukan di daerah Siberut dan Sipora pada bulan Januari 2011 tidak terjadi gempabumi besar. Jika terjadi gempabumi itu berkemungkinan memiliki magnitudo kecil dari 7 SR dan tidak merusak.

Prediksi kejadian gempabumi memiliki kaitan dengan anomali perubahan  $V_p/V_s$  karena seperti yang diketahui bahwa jika suatu batuan yang diberi gaya secara terus menerus akan patah, sebelum batuan patah terjadi disekitar fokus patahan mengalami perubahan *stress* dan *strain*. Demikian pula pada kejadian gempabumi, lokasi disekitar hiposenter akan terjadi perubahan *stress* dan *strain* yang mengakibatkan lapisan batuan mengalami deformasi, hal ini disebabkan karena terjadi penumpukan energi sebelum dilepaskan menjadi gelombang seismik.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Studi precursor menggunakan Diagram Wadati untuk menentukan nilai  $V_p/V_s$  terbukti dengan adanya anomali  $V_p/V_s$ , dimana nilai  $V_p/V_s$  sebelum terjadinya gempa akan turun dan kembali normal setelah terjadinya gempa besar pada periode per bulan selama setahun menjelang terjadinya gempa besar tersebut.
2. Pada daerah Siberut dan daerah Sipora diprediksi tidak terjadinya gempa besar di Bulan Januari 2011, karena tidak menunjukkan anomali  $V_p/V_s$  pada Bulan Desember 2010.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain :

1. Agar pada daerah rawan gempa dipasang seismograph dan jaringan stasiun yang lebih rapat guna pengamatan perubahan harga  $V_p/V_s$  secara berkesinambungan dan lebih baik lagi.
2. Untuk penelitian lebih lanjut pada analisis precursor gempabumi ini sebaiknya menggunakan beberapa metode.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006, *Pengenalan Gempabumi*, [www.vsi.esdm.co.id](http://www.vsi.esdm.co.id) diakses 20 Oktober 2008.
- Anonim, 2007, *Earthquake course Part 1*, [www.seismo.unr.edu](http://www.seismo.unr.edu) diakses 14 April 2009.
- Bullen, K.E., dan Bolt, B.A., 1987, *An Introduction to the Theory of Seismology*, Cambridge University Press.
- Ibrahim, Gunawan dan Subardjo, 2005, *Pengetahuan Seismologi*, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Ismail, S., 1989, *Pendahuluan Seismologi jilid I*, Balai Diklat Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Kramer, Steven L., 1996, *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- Situmorang, W.H.K., dan Stewart, S.W., 2006, *Principles and Applications of Microearthquake Network*, Academic Pres, Inc.
- Mogi, K., 1967, *Earthquakes and Fractures*, Tectonophysics 5, Tokyo.
- Natawidjaja, D. H. K. and J., Suprijanto, 1995, *Gempabumi Tektonik*, in Annual Convention of Geoteknologi, LIPI.
- Rikitake, T., 1976, *Earthquake Prediction*, Developments in Solid Earth Geophysics, New York.
- Subardjo, dan Ibrahim, G., 2004, *Pendahuluan Seismologi*, Akademi Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Wadati, 1933, *On The Travel Time Of Earthquake Waves*, Part II Geophysic Mag 7.
- Zemansky, M.W., dan Sears, F.W., 1993, *Fisika Universitas*, Erlangga, Jakarta.

**LAMPIRAN A****Data Gempabumi Bengkulu Bulan Oktober 2006 - September 2007**

Bulan	<i>T<sub>p</sub></i>	<i>T<sub>s</sub></i>	<i>M</i>	<i>T<sub>o</sub></i>	<i>T<sub>po</sub></i>	<i>T<sub>sp</sub></i>
Oktober	87	135	5.2	35	52	48
2006	58	95	5.4	2	56	37
	70	110	4.6	15	55	40
	40	61	3.1	12	28	21
	85	102	5.2	38	47	17
	67	88	3.6	39	28	21
	30	51	3.6	2	28	21
	72	85	4.4	41	31	13
	73	85	4.3	42	31	12
	30	52	2.9	2	28	22
	56	72	2.7	34	22	16
	54	105	5.5	5	49	51
	95	160	5.1	40	55	65
	102	137	4.1	56	46	35
	52	71	5.2	25	27	19
	40	61	3.2	11	29	21
	27	46	3.1	1	26	19
	76	115	4.9	25	51	39
	22	35	3.3	4	18	13
	23	41	4.1	10	13	18
	74	109	4.7	29	45	35
November	4	6	2.4	1	3	2
2006	61	95	5.1	11	50	34
	36	44	3.1	25	11	8
	67	79	3.3	50	17	12
	39	58	2.7	13	26	19
	35	55	4.5	8	27	20
	40	80	5.2	5	35	40
	77	98	3.2	49	28	21
	62	94	3.2	21	41	32
	45	57	3.7	28	17	12
	68	92	5.6	24	44	24
	29	43	4.1	10	19	14
	21	27	3.2	13	8	6
	27	45	4.3	4	23	18
	96	130	4.7	51	45	34
	46	100	4.5	3	43	54
	96	131	4.1	50	46	35
	37	56	3.5	11	26	19
	73	85	2.1	56	17	12
	36	55	2.9	10	26	19

Desember	84	131	6	23	61	47
2006	60	74	4.2	31	29	14
	50	88	4.7	3	47	38
	100	125	5.4	49	51	25
	48	54	2.3	7	41	6
	70	86	4.7	46	24	16
	40	58	5.7	20	20	18
	54	61	3.8	44	10	7
	65	77	3.7	48	17	12
	74	117	5.6	18	56	43
	98	130	5.6	43	55	32
Januari	58	73	3.7	35	23	15
2007	49	98	4.6	29	20	49
	67	78	2.2	51	16	11
	48	71	2.6	17	31	23
	25	40	3.6	6	19	15
	48	60	3.2	34	14	12
	65	79	4.4	45	20	14
	78	87	3.5	59	19	9
	33	35	3.6	13	20	2
	27	35	3.9	17	10	8
	37	42	2.9	27	10	5
	51	58	2.9	41	10	7
	17	30	3.6	1	16	13
	39	58	3.9	14	25	19
	74	88	3.8	55	19	14
	65	82	3.6	42	23	17
	35	53	3.8	11	24	18
	63	80	4	40	23	17
	44	52	3.7	33	11	8
	62	68	3.5	40	22	6
	68	85	2.9	45	23	17
	50	69	3.5	24	26	19
	37	54	3.5	15	22	17
	67	80	4.7	49	18	13
Februari	59	74	4.2	39	20	15
2007	20	22	3.2	17	3	2
	41	60	3	3	38	19
	67	111	5	15	52	44
	60	73	4.2	42	18	13
	62	75	4.6	44	18	13
	63	76	4.4	44	19	13
	50	63	4.5	32	18	13
	77	109	5.6	35	42	32
	43	49	3.6	34	9	6

	91	123	4.7	45	46	32
	84	106	3.4	56	28	22
	29	43	3.1	10	19	14
	75	116	5.3	28	47	41
	67	110	4.5	8	59	43
	43	59	3.9	25	18	16
	45	47	1.8	42	3	2
	50	69	3.4	25	25	19
	42	52	1.8	28	14	10
	40	56	4.5	19	21	16
	32	48	4	12	20	16
	51	55	2.6	44	7	4
Maret	68	96	2.4	29	4	1
2007	71	98	5.1	34	39	17
	55	86	3.1	21	44	19
	54	64	3.3	40	3	1
	60	71	2.7	47	53	23
	35	47	4.5	19	30	13
	39	50	5.2	23	4	1
	47	58	3.2	31	4	1
	51	61	3.2	36	44	19
	37	48	3.7	21	4	1
	70	82	5.6	54	5	2
	73	84	4.1	58	35	15
	19	31	3.2	3	37	16
	35	55	4.3	9	19	8
	72	91	4.7	48	3	1
	69	96	4.2	50	16	7
	96	125	4.5	52	28	12
	46	49	4.1	41	32	15
	42	55	3.5	25	37	16
	49	64	2.1	8	37	16
	78	89	2.9	53	32	14
	90	110	3.6	42	5	2
	48	58	4.3	34	3	1
April	61	65	2.7	27	6	4
2007	47	52	2.5	40	7	5
	78	92	3.4	59	19	14
	43	76	5.3	1	42	33
	80	137	4.6	52	28	57
	18	21	2	14	4	3
	94	151	5.1	19	75	57
	24	26	2.1	20	4	2
	96	124	4.6	59	37	28
	41	90	4.4	37	4	49

	67	74	2.4	57	10	7
	61	73	3.6	44	17	12
	35	42	4.2	27	8	7
	55	57	2.2	52	3	2
	24	26	2.3	21	3	2
	36	38	2.1	25	11	2
	29	31	2.4	26	3	2
	31	32	2.3	29	2	1
	54	55	2.4	52	2	1
	45	47	2.2	44	1	2
	53	56	2.4	49	4	3
	62	65	2.2	57	5	3
	52	80	4.9	15	37	28
	40	60	3.4	13	27	20
	68	87	5.2	44	24	19
	105	144	4.2	54	51	39
	78	84	4.5	52	26	6
	70	104	4.6	26	44	34
	43	73	4.4	40	3	30
	9	11	2.2	7	2	2
	43	44	1.9	40	3	1
	27	29	2.4	24	3	2
	79	122	3.7	24	55	43
	66	80	4	50	16	14
	57	58	1.8	55	2	1
	54	56	1.4	53	1	2
	44	45	1.5	42	2	1
	57	59	2.1	54	3	2
Mei	79	107	4.6	44	35	28
2007	44	74	4.8	5	39	30
	61	114	4.6	52	9	53
	60	62	2.3	56	4	2
	47	49	1.6	45	2	2
	40	42	2.5	36	4	2
	81	105	4.5	51	30	24
	19	33	4.8	2	17	14
	46	67	4.4	18	28	21
	20	21	1.6	18	2	1
	44	56	4.1	28	16	12
	6	8	1.7	4	2	2
	49	78	5.1	11	38	29
	41	62	4.8	13	28	21
	78	102	4.2	47	31	24
	36	44	3.8	25	11	8
	55	79	3.8	23	32	24

	25	27	2.2	21	4	2
	26	27	2.8	25	1	1
	61	63	2.4	57	4	2
	60	62	1.9	56	4	2
	35	37	2.2	31	4	2
	47	48	1.3	44	3	1
	44	56	5	38	6	12
Juni	30	55	3.7	0	30	25
2007	38	67	4.7	0	38	29
	46	48	3.4	42	4	2
	22	24	3.4	18	4	2
	20	23	4.3	15	5	3
	12	14	4.1	8	4	2
	24	26	4.1	19	5	2
	55	57	3.9	51	4	2
	10	12	3.4	6	4	2
	12	15	3.4	7	5	3
	40	42	4	36	4	2
	53	55	3.2	49	4	2
	22	24	3.1	18	4	2
	28	30	3.2	24	4	2
	67	84	3.4	44	23	17
	57	59	3.1	53	4	2
	18	20	3.5	14	4	2
	56	58	3.4	52	4	2
	45	47	3.1	41	4	2
	29	30	3.5	27	2	1
	25	27	3.4	20	5	2
	43	63	3.9	16	27	20
	82	100	3.1	58	24	18
	26	41	1.3	2	24	15
	36	38	2.4	32	4	2
	31	36	2.8	24	7	5
	26	31	2	20	6	5
	11	12	2.2	8	3	1
	65	109	3.4	54	11	44
	58	59	2.2	56	2	1
Juli	13	16	2.2	11	2	3
2007	28	47	3.6	2	26	19
	56	61	3.1	49	7	5
	37	53	3.7	16	21	16
	3	4	3.2	0	3	1
	57	58	3	54	3	1
	52	74	4.8	27	25	22
	64	77	3.1	46	18	13

	61	73	3.6	49	12	12
Agustus	11	19	2.7	3	8	8
2007	15	25	3.4	5	10	10
	39	41	4.6	35	4	2
	23	37	4.8	12	11	14
	15	54	4.8	13	2	39
	37	38	2.5	34	3	1
	55	66	4.3	40	15	11
	30	31	2.7	27	3	1
	51	52	2.4	48	3	1
	58	60	2.2	55	3	2
	39	40	2.8	36	3	1
	57	59	3.2	54	3	2
	67	107	4.4	26	41	40
	65	82	2.7	50	15	17
	18	20	2.4	14	4	2
September	52	70	3.9	28	24	18
2007	39	52	2.9	21	18	13
	62	91	4.3	24	38	29
	87	113	7.9	53	34	26
	50	83	6.6	8	42	33
	49	83	6.1	4	45	34
	42	71	7.7	4	38	29
	62	81	6.7	37	25	19
	24	40	6.3	3	21	16
	57	78	6.3	29	28	21
	44	60	5.7	22	22	16
	57	91	6.8	12	45	34
	88	132	6.9	31	57	44
	44	57	5.9	26	18	13
	70	89	5.5	45	25	19
	79	105	5.6	44	35	26
	61	87	5.4	26	35	26
	66	100	5.4	21	45	34
	57	93	5.1	9	48	36
	66	108	5.5	11	55	42
	77	109	5.8	34	43	32
	78	95	5.1	55	23	17
	46	77	4.8	1	45	31
	88	115	6.4	53	35	27
	99	140	5.4	45	54	41
	49	80	4.8	8	41	31
	78	125	5.6	17	61	47
	51	72	6.7	23	28	21
	44	64	5.1	18	26	20

	82	99	4.8	59	23	17
	65	97	4.8	23	42	32
	71	90	5.5	46	25	19
	63	91	5.3	26	37	28
	101	146	5.1	44	57	45
	63	96	5.4	20	43	33
	58	94	4.9	11	47	36
	31	46	5.7	10	21	15
	91	136	5.6	33	58	45
	26	44	6.5	3	23	18
	35	53	5.5	12	23	18
	44	78	5	8	36	34



## LAMPIRAN B

## Data Gempabumi Pariaman Bulan Oktober 2008 - September 2009

Bulan	$T_p$	$T_s$	M	$T_o$	$T_{po}$	$T_{sp}$
Oktober	41	84	4.3	19	22	43
2008	71	94	2.9	40	31	23
	70	103	4	32	38	33
	44	45	1.6	39	5	1
	54	56	2.2	51	3	2
	64	84	3	37	27	20
	40	52	3.2	24	16	12
	82	102	2.9	55	27	20
	59	102	4.3	3	56	43
	15	16	2.7	12	3	1
	18	19	2	15	3	1
	43	87	4.1	4	39	44
	43	53	3.5	29	14	10
	66	85	2.8	40	26	19
	60	72	2.6	43	17	12
	60	61	3.4	46	14	1
	29	44	2.7	8	21	15
	18	20	2.4	15	3	2
	34	38	3.4	28	6	4
	66	86	3.2	39	27	20
	47	106	4.1	31	16	59
	57	72	3.2	36	21	15
	81	97	2.9	59	22	16
	30	31	1.6	27	3	1
	40	41	4.3	9	31	1
	56	58	1.8	52	4	2
	44	82	3.2	37	7	38
	56	57	1.6	53	3	1
	56	79	3.1	25	31	23
	26	37	2.9	11	15	11
	28	29	2.4	16	12	1
November	74	88	2.9	55	19	14
2008	11	15	3.1	5	6	4
	29	49	3.7	2	27	20
	83	106	3.8	52	31	23
	73	109	4.9	58	15	36
	14	18	2.2	8	6	4
	40	61	4	12	28	21
	8	10	3.1	4	4	2
	45	55	3.2	31	14	10
	64	75	4.7	49	15	11

	16	18	1.6	13	3	2
	28	31	2.2	23	5	3
	18	19	2.2	8	10	1
	53	55	1.5	49	4	2
	41	43	1.4	37	4	2
	24	26	1.1	20	4	2
	72	94	4.3	42	30	22
	69	88	3.1	43	26	19
	12	13	2.4	1	11	1
	48	94	4	3	45	46
	24	25	2.6	21	3	1
	55	69	2.7	36	19	14
	46	47	1.8	23	23	1
	28	49	3.2	0	28	21
	62	77	3.4	41	21	15
	56	97	6.2	2	54	41
	48	95	5.3	47	1	47
	24	42	2.9	0	24	18
	109	149	4.4	56	53	40
	73	95	3.2	43	30	22
	66	90	3.4	48	18	24
	90	109	3.7	48	42	19
	65	75	2.9	51	14	10
	104	164	5	54	50	60
Desember	62	82	3.7	35	27	20
2008	24	27	2.4	19	5	3
	36	40	2.7	30	6	4
	63	68	3.4	56	7	5
	24	36	3.2	7	17	12
	78	96	3.5	54	24	18
	54	91	5.8	8	46	37
	53	71	2.9	29	24	18
	74	97	3.2	43	31	23
	37	61	3.5	5	32	24
	44	74	4.6	7	37	30
	70	78	2.4	58	12	8
	26	43	3.5	3	23	17
	69	82	2.9	51	18	13
	39	58	4.7	21	18	19
	58	78	3.7	31	27	20
	21	22	2.2	18	3	1
	18	19	2.3	15	3	1
	31	43	2.7	14	17	12
	43	64	3.1	15	28	21
	31	44	3.7	13	18	13

	69	79	2.7	55	14	10
	55	77	3.4	25	30	22
	55	67	2.7	38	17	12
	23	32	3.2	10	13	9
	106	152	5.5	50	56	46
	44	64	4.4	41	3	20
Januari	68	80	2.7	54	14	12
2009	58	72	2.9	39	19	14
	110	158	4.8	52	58	48
	79	123	4.7	24	55	44
	34	44	2.4	20	14	10
	61	62	4.8	34	27	1
	90	114	4	58	32	24
	84	119	4.9	43	41	35
	55	67	3.2	38	17	12
	69	93	4.7	58	11	24
	9	11	2	5	4	2
	78	98	3.3	51	27	20
	70	91	4.4	42	28	21
	22	23	4.4	3	19	1
	71	94	3.9	40	31	23
	56	58	2.2	52	4	2
	18	20	2	14	4	2
	44	59	2.4	23	21	15
	66	76	3.4	52	14	10
	34	47	2.7	16	18	13
	24	26	1.3	20	4	2
	9	10	1.8	6	3	1
	41	42	1.3	37	4	1
	52	53	2.2	49	3	1
	33	51	4.9	24	9	18
	16	36	3.1	2	14	20
	55	74	2.8	29	26	19
	81	104	4	50	31	23
	67	87	3.4	40	27	20
	38	58	3.5	11	27	20
	23	39	2.9	1	22	16
	71	91	3.2	44	27	20
	62	81	3.1	36	26	19
Februari	35	59	3.4	3	32	24
2009	27	47	3.5	0	27	20
	26	42	2.9	4	22	16
	34	36	2.7	30	4	2
	53	72	3.5	27	26	19
	27	41	2.7	8	19	14

	43	62	3.9	17	26	19
	81	102	3.7	53	28	21
	58	75	3.4	35	23	17
	80	102	3.8	52	28	22
	33	55	3.2	3	30	22
	50	52	2.8	46	4	2
	22	24	3.1	18	4	2
	71	82	3.1	56	15	11
	62	75	2.7	44	18	13
	63	65	2.4	59	4	2
	45	63	6.9	22	23	18
	79	95	5.6	58	21	16
	64	75	5.5	49	15	11
	48	67	5.6	23	25	19
	23	40	6.1	0	23	17
	76	96	5.1	50	26	20
	56	74	5	32	24	18
	53	70	5.2	30	23	17
	82	102	5.5	56	26	20
	62	75	5.1	44	18	13
	23	35	5	7	16	12
	46	66	5	20	26	20
	78	94	5.3	57	21	16
	65	80	5.2	45	20	15
	24	40	5	8	16	16
	21	36	5.3	1	20	15
	31	47	5.7	10	21	16
	36	55	5.2	10	26	19
	34	52	5.2	10	24	18
	60	62	3	56	4	2
	58	75	5	35	23	17
	67	85	5	43	24	18
	72	88	5.3	51	21	16
	70	88	5.2	46	24	18
	58	76	5.1	34	24	18
	49	64	5.4	29	20	15
	48	67	4.6	23	25	19
	60	78	4.9	36	24	18
	59	75	5.6	37	22	16
	61	88	4.6	35	26	27
	73	93	4.9	56	17	20
	32	54	4.4	2	30	22
	57	73	5.2	35	22	16
	73	92	4.6	45	28	19
	39	53	5.8	20	19	14

	47	62	4.5	26	21	15
	74	92	4.3	50	24	18
	25	40	4.3	4	21	15
	58	75	4.6	35	23	17
	66	80	4.8	47	19	14
	78	96	4.3	54	24	18
	26	28	2	22	4	2
	45	61	4.9	23	22	16
	37	56	4.6	11	26	19
	77	95	4.9	53	24	18
	76	95	4.7	50	26	19
	80	97	4.6	57	23	17
	41	59	4.9	17	24	18
	51	68	4.3	28	23	17
	38	54	4.3	16	22	16
	29	42	4.3	11	18	13
	67	82	4	45	22	15
	40	60	4.2	14	26	20
	31	47	4.2	9	22	16
	84	102	4.5	59	25	18
	75	92	3.8	52	23	17
	50	66	4.7	29	21	16
	50	52	3	46	4	2
	25	41	4.1	3	22	16
	57	75	3.9	32	25	18
	37	50	3.5	19	18	13
Maret	76	92	2.4	54	22	16
2009	59	84	3.5	25	34	25
	81	101	3.9	54	27	20
	36	38	1.8	32	4	2
	51	71	3.2	24	27	20
	30	32	2.2	26	4	2
	42	43	1.3	39	3	1
	84	104	2.8	59	25	20
	34	35	1.3	31	3	1
	40	40	1.3	37	3	0
	57	58	2.2	56	1	1
	60	62	2.3	56	4	2
	64	84	3.9	37	27	20
	46	47	2.4	44	2	1
	52	71	5.4	27	25	19
	39	69	3.4	2	37	30
	66	80	2.1	50	16	14
	36	44	3.1	25	11	8
	25	27	2.2	21	4	2

April	90	141	5.1	38	52	51
2009	95	131	5.2	46	49	36
	42	62	3.1	15	27	20
	64	80	3.4	42	22	16
	76	92	3.2	54	22	16
	54	55	1.8	50	4	1
	5	5	1.8	2	3	0
	66	82	3.4	44	22	16
	22	27	3.2	15	7	5
	51	65	3.1	32	19	14
	34	57	4.5	3	31	23
	62	82	3.5	35	27	20
	57	82	4	21	36	25
	68	101	4.1	37	31	33
	40	59	3.7	14	26	19
	20	21	2.8	17	3	1
	62	80	3.2	38	24	18
	24	26	3.2	20	4	2
	48	50	3.3	44	4	2
	51	67	3.7	29	22	16
	55	58	3.5	50	5	3
	16	19	3.7	11	5	3
	67	93	6	27	40	26
	75	102	6.4	35	40	27
	69	98	5.1	26	43	29
	73	103	5.3	27	46	30
	86	112	5.3	42	44	26
	36	45	2.7	23	13	9
	51	70	4.1	25	26	19
	24	38	4.3	5	19	14
	65	75	4.4	51	14	10
	15	25	3.1	1	14	10
	39	52	3.7	31	8	13
	30	31	2	27	3	1
	72	85	3.7	54	18	13
	19	32	3.2	1	18	13
	38	41	3.1	33	5	3
	7	9	2.8	3	4	2
	22	28	3	13	9	6
	43	64	3.4	15	28	21
	60	62	2.6	56	4	2
	28	43	4.1	7	21	15
	64	66	5.1	42	22	2
	63	73	2.9	49	14	10
	14	15	1.5	11	3	1

	34	54	3.8	7	27	20
	37	59	3.5	7	30	22
	37	40	2.3	33	4	3
	14	20	3.5	8	6	6
Mei	60	63	2.2	55	5	3
2009	82	104	2.7	48	34	22
	44	57	3	26	18	13
	64	86	3.2	34	30	22
	60	68	3.7	48	12	8
	41	58	4	18	23	17
	44	56	4.1	28	16	12
	6	8	1.7	4	2	2
	55	57	2.8	51	4	2
	50	52	2.3	46	4	2
	61	64	2.6	56	5	3
	4	6	2.9	0	4	2
	89	112	4.8	58	31	23
	38	41	1.6	33	5	3
	60	81	3.1	32	28	21
	26	31	4.8	19	7	5
	35	40	3.4	28	7	5
	43	55	4.1	26	17	12
	50	60	4.5	36	14	10
	44	55	2.7	29	15	11
	29	36	3.4	19	10	7
	71	91	3.5	44	27	20
	46	67	4.4	18	28	21
	67	78	3.7	52	15	11
	31	33	2	27	4	2
	18	31	2.7	0	18	13
	68	80	3.1	51	17	12
Juni	64	86	4.6	32	32	22
2009	63	76	4.3	45	18	13
	14	17	2.8	9	5	3
	70	79	2.6	57	13	9
	69	82	2.7	51	18	13
	76	114	4.4	30	46	38
	41	63	3.1	11	30	22
	55	58	1.7	51	4	3
	50	70	3.2	23	27	20
	3	8	4.9	0	3	5
	39	56	2.9	16	23	17
	22	32	2.4	8	14	10
	48	85	4.4	24	24	37
	55	79	2.8	23	32	24

	60	81	2.7	32	28	21
	45	47	2.7	41	4	2
	62	80	2.8	38	24	18
	79	102	3.8	42	37	23
	36	49	2.4	18	18	13
	76	99	3.5	50	26	23
	26	49	3.1	8	18	23
	59	83	4.6	27	32	24
	34	57	4.3	3	31	23
	42	44	2.8	38	4	2
	83	106	4.3	57	26	23
	64	77	3.1	47	17	13
Juli	32	56	3.9	9	23	24
2009	32	55	3.7	1	31	23
	54	68	3.1	35	19	14
	50	63	5.4	32	18	13
	17	27	3.4	3	14	10
	28	38	2.6	14	14	10
	17	28	3.5	2	15	11
	23	36	2.8	5	18	13
	24	35	3.4	9	15	11
	69	84	3.8	48	21	15
	72	94	3.7	42	30	22
	81	115	5	36	45	34
	80	97	2.9	57	23	17
	33	50	3.4	10	23	17
	82	112	4.4	47	35	30
	41	87	4.6	4	37	46
	48	72	3.4	16	32	24
	23	31	2.7	12	11	8
	66	73	4.5	47	19	7
	35	58	3.9	3	32	23
	40	55	3.2	19	21	15
	46	95	5.6	7	39	49
	58	64	3.2	49	9	6
	36	53	3.9	13	23	17
Agustus	23	25	3	19	4	2
2009	41	51	2.4	27	14	10
	42	97	4.8	39	3	55
	7	8	2.8	4	3	1
	52	69	3.1	29	23	17
	28	47	3.1	2	26	19
	14	14	2	10	4	0
	84	107	3.7	53	31	23
	75	88	3.1	57	18	13

	47	48	1.6	44	3	1
	38	40	1.6	35	3	2
	73	92	3.4	47	26	19
	5	6	1.4	2	3	1
	62	64	2	58	4	2
	42	57	3.2	21	21	15
	43	59	3.6	21	22	16
	39	47	2.7	27	12	8
	56	57	1.6	53	3	1
	46	53	2.8	36	10	7
	66	78	2.7	49	17	12
	50	65	5.9	32	18	15
	34	50	2.9	12	22	16
	55	99	5.2	14	41	44
	57	73	2.9	35	22	16
	38	52	4.4	19	19	14
September	69	93	4.1	44	25	24
2009	65	90	4.6	37	28	25
	74	104	5	45	29	30
	72	94	4.9	43	29	22
	34	54	5.2	15	19	20
	78	97	4.3	52	26	19
	70	88	4.6	46	24	18
	75	97	4.6	47	28	22
	29	49	4.2	2	27	20
	42	66	4.2	17	25	24
	32	56	4	5	27	24
	79	104	4.2	53	26	25
	55	68	4.2	38	17	13
	48	71	4.3	18	30	23
	62	82	4.9	36	26	20
	56	75	4.4	32	24	19
	78	97	5	53	25	19
	58	75	4.2	36	22	17
	82	103	4.2	55	27	21
	33	44	4.3	18	15	11
	44	65	4.2	17	27	21
	45	67	4.1	17	28	22
	31	54	4.4	1	30	23
	64	92	4.7	26	38	28
	87	109	5.2	55	32	22
	61	92	4.6	21	40	31
	80	99	4.1	55	25	19
	80	99	4.2	55	25	19
	75	94	3.8	49	26	19

	73	92	4.4	48	25	19
	33	53	4.1	6	27	20
	63	78	4	44	19	15
	66	80	4	47	19	14
	38	56	3.4	15	23	18
	78	97	4	52	26	19
	72	94	4	45	27	22
	68	91	3.9	39	29	23
	82	102	3.7	55	27	20
	84	105	3.9	56	28	21
	42	62	4.4	15	27	20
	29	42	3.3	12	17	13
	63	77	2.9	44	19	14
	29	48	5	2	27	19
	37	55	4.4	24	13	18
	38	52	4.1	19	19	14
	28	42	4.2	5	23	14
	73	97	3.9	50	23	24
	77	91	3.6	58	19	14
	37	55	3.7	13	24	18
	73	86	3.6	56	17	13
	36	61	3.8	18	18	25
	57	78	4.2	35	22	21
	78	97	4.4	52	26	19
	36	50	3.1	17	19	14
	74	89	3.5	54	20	15
	73	95	2.8	44	29	22
	76	96	4	50	26	20
	48	69	4	22	26	21
	84	103	3.9	56	28	19
	50	69	3.9	23	27	19
	65	86	3.7	35	30	21
	77	98	4.3	51	26	21
	70	89	3.8	44	26	19
	58	70	3.9	43	15	12
	58	61	2.7	57	1	3
	44	59	4.3	22	22	15
	50	64	4.2	29	21	14
	67	98	3.9	38	29	31
	67	85	4	46	21	18
	44	64	3.4	18	26	20
	26	37	7.6	9	17	11
	28	38	7.3	15	13	10

## LAMPIRAN C

## Data Gempabumi Pagai Bulan November 2009 - Oktober 2010

Bulan	$T_p$	$T_s$	M	$T_o$	$T_{po}$	$T_{sp}$
November	74	94	4.5	47	27	20
2009	80	99	3.9	54	26	19
	42	61	3.7	26	16	19
	59	75	3.1	38	21	16
	27	44	4.4	4	23	17
	25	43	3.9	1	24	18
	39	59	4	12	27	20
	41	61	4	14	27	20
	72	93	3.9	44	28	21
	81	100	3.7	55	26	19
	63	84	4.4	35	28	21
	74	96	3.8	44	30	22
	18	30	7.7	1	17	12
	33	47	3.1	14	19	14
	30	51	3.4	2	28	21
	28	39	4.4	13	15	11
	29	48	4.3	3	26	19
	58	76	5.4	33	25	18
	35	58	3.9	13	22	23
	62	78	4.7	40	22	16
	67	85	3.9	43	24	18
	29	48	4.3	3	26	19
	76	95	4.6	51	25	19
	57	78	3.7	29	28	21
	78	90	4.8	54	24	12
	65	85	3.8	38	27	20
	72	90	3.7	48	24	18
	29	47	4.6	5	24	18
	41	60	3.6	15	26	19
	55	73	3.9	30	25	18
	50	69	3.4	24	26	19
	23	36	3.8	5	18	13
	61	81	4.4	35	26	20
	33	53	4.3	6	27	20
	22	33	4.3	8	14	11
	82	100	3.7	57	25	18
	59	81	4	28	31	22
	68	87	3.8	42	26	19
	34	44	3.2	20	14	10
	50	61	3.5	35	15	11
	53	72	3.9	27	26	19

	49	67	4.3	22	27	18
	52	64	3.2	35	17	12
	32	42	3.4	18	14	10
	62	80	3.3	38	24	18
	18	30	3.5	1	17	12
	77	96	3.8	51	26	19
	42	61	3.9	16	26	19
	49	69	3.9	22	27	20
	70	85	3.8	49	21	15
	53	72	4	27	26	19
	19	33	3.7	0	19	14
	44	59	3.6	23	21	15
	15	26	4	1	14	11
	35	54	4.2	9	26	19
	32	47	4.8	11	21	15
	74	101	4.4	55	19	27
	31	50	3.1	5	26	19
	43	63	3.9	16	27	20
	30	40	3.2	16	14	10
	73	92	3.1	47	26	19
	77	90	4.7	59	18	13
	28	38	3	14	14	10
	17	28	3.2	2	15	11
	15	25	3.9	1	14	10
	75	94	4.6	49	26	19
	32	51	4.5	6	26	19
Desember	74	93	3.1	48	26	19
2009	67	85	3.9	43	24	18
	46	63	4.1	22	24	17
	66	85	4.4	40	26	19
	48	68	2.9	21	27	20
	27	47	4	0	27	20
	73	94	4.5	45	28	21
	66	87	3.9	38	28	21
	66	89	3.2	35	31	23
	38	49	2.9	23	15	11
	69	88	3.4	43	26	19
	78	93	4.6	58	20	15
	57	75	3.7	34	23	18
	84	105	4.3	56	28	21
	83	102	3.8	56	27	19
	82	101	3.9	58	24	19
	23	34	3.1	8	15	11
	28	49	4	1	27	21
	59	73	3	37	22	14

	41	58	3.1	18	23	17
	29	40	2.7	14	15	11
	28	47	3.2	2	26	19
	75	95	3.1	48	27	20
	45	68	3.9	14	31	23
	25	35	3.2	11	14	10
	70	97	4	47	23	27
	30	43	2.8	12	18	13
	49	62	3.1	31	18	13
	50	77	2.7	14	36	27
	78	94	6.1	57	21	16
	34	53	5.3	17	17	19
	75	94	4.2	49	26	19
	75	94	4	49	26	19
	81	100	3.8	55	26	19
	31	49	4.4	7	24	18
	55	74	3.5	29	26	19
	32	49	3.9	9	23	17
	28	47	3.9	3	25	19
	51	70	4.1	25	26	19
	52	69	3.5	29	23	17
	49	68	3.4	23	26	19
	38	48	3.9	24	14	10
	29	43	3.1	10	19	14
	59	77	3.7	25	34	18
	65	84	3.4	37	28	19
	61	79	3.5	35	26	18
	31	51	4	4	27	20
	86	111	3.8	52	34	25
	52	73	3.7	24	28	21
	53	72	4.3	26	27	19
	38	49	3.2	23	15	11
	71	94	3.7	40	31	23
Januari	64	85	3.9	36	28	21
2010	83	117	4.8	38	45	34
	48	71	3.5	17	31	23
	72	84	2.9	59	13	12
	68	82	3.1	49	19	14
	54	75	3.9	39	15	21
	63	74	4.1	48	15	11
	39	54	3.9	18	21	15
	75	95	3.2	48	27	20
	39	63	4.2	7	32	24
	68	85	3.8	45	23	17
	62	81	3.9	37	25	19

	51	74	4.1	19	32	23
	23	40	4	1	22	17
	7	10	2.4	2	5	3
	48	66	3.2	24	24	18
	71	93	4.5	41	30	22
	33	35	2.9	29	4	2
	41	59	3.4	17	24	18
	26	44	3.1	2	24	18
	14	24	3.5	0	14	10
	72	83	3.4	57	15	11
	31	38	3.4	21	10	7
	79	97	4.6	55	24	18
	77	95	2.9	53	24	18
	72	92	3.7	45	27	20
	30	39	4	16	14	9
	53	68	4.2	32	21	15
	80	99	4.9	54	26	19
	34	52	3.8	10	24	18
	18	29	3.2	3	15	11
	71	85	3.4	52	19	14
	72	93	4.3	44	28	21
	38	48	3.8	24	14	10
	25	35	3.8	11	14	10
	44	59	3.5	23	21	15
	38	57	3.6	12	26	19
	63	82	4.3	36	27	19
	48	72	4.1	16	32	24
	50	56	5.3	45	5	6
	75	97	3.4	45	30	22
	46	59	5.1	28	18	13
	84	111	5.3	49	35	27
Februari	74	96	4.4	44	30	22
2010	82	101	3.9	57	25	19
	72	83	4.4	57	15	11
	33	52	4.5	8	25	19
	78	96	4.3	54	24	18
	47	76	5.2	9	38	29
	50	74	4.6	18	32	24
	55	68	4	38	17	13
	62	85	3.8	32	30	23
	61	82	3.6	33	28	21
	72	87	4.7	52	20	15
	66	78	4.1	50	16	12
	18	37	3.9	0	18	19
	36	50	4.2	18	18	14

	78	96	4.8	53	25	18
	83	105	4.4	54	29	22
	70	81	3.2	56	14	11
	48	75	4.6	12	36	27
	38	57	4.3	21	17	19
	59	63	2.9	54	5	4
	43	55	3.1	29	14	12
	49	70	4.4	22	27	21
	66	78	3.6	50	16	12
	62	88	4.1	47	15	26
	57	74	4.3	34	23	17
	32	43	4.5	18	14	11
Maret	86	109	4.3	56	30	23
2010	77	92	3.2	57	20	15
	56	80	4.3	24	32	24
	36	54	4.2	12	24	18
	61	108	6.5	0	61	47
	91	121	4.3	52	39	30
	57	88	4	16	41	31
	33	52	4.3	8	25	19
	64	82	4.8	41	23	18
	78	95	3.8	54	24	17
	21	33	4.7	5	16	12
	46	57	4.1	31	15	11
	52	66	3.5	23	29	14
	98	142	5.2	43	55	44
	67	95	5.1	30	37	28
	33	47	3.6	14	19	14
	58	82	3.5	26	32	24
	20	25	2.8	13	7	5
	64	76	3.6	48	16	12
	26	37	4.3	9	17	11
	27	39	3.7	11	16	12
	45	65	3.8	19	26	20
April	15	21	3	7	8	6
2010	46	65	4.6	21	25	19
	51	88	5.2	3	48	37
	7	33	4.6	3	4	26
	71	91	5.3	45	26	20
	42	65	4.4	12	30	23
	45	58	4	27	18	13
	30	35	3.5	23	7	5
	34	39	3.2	27	7	5
	82	101	4.4	57	25	19
	49	82	4.4	6	43	33

	65	77	4.3	50	15	12
	65	72	4	55	10	7
	97	133	5.1	56	41	36
	8	13	3.2	1	7	5
	24	29	3	18	6	5
	33	39	2.7	25	8	6
	47	55	5	35	12	8
Mei	59	61	1.8	55	4	2
2010	72	89	2.7	49	23	17
	25	40	3.1	4	21	15
	50	51	2.2	47	3	1
	6	7	1.8	3	3	1
	65	69	1.3	59	6	4
	20	33	4.2	2	18	13
	24	31	2.2	13	11	7
	13	14	1.8	10	3	1
	28	29	2	24	4	1
	37	39	1.8	33	4	2
	38	48	3.7	24	14	10
	24	27	1.8	19	5	3
	50	52	2.3	46	4	2
	94	122	3.9	57	37	28
	39	55	2.7	17	22	16
	53	54	0.8	50	3	1
	60	96	5.8	26	34	36
	76	106	6.1	47	29	30
	52	79	5.5	21	31	27
	41	82	4	35	6	41
	90	142	4.3	35	55	52
	104	154	5.2	53	51	50
	75	89	2.9	56	19	14
	20	22	1.3	15	5	2
	32	39	2.7	22	10	7
	70	86	3.8	48	22	16
	42	55	2.7	24	18	13
	23	31	2.3	12	11	8
	75	108	4	31	44	33
	79	107	3.1	42	37	28
	60	62	2.7	45	15	2
	64	83	2.9	38	26	19
	34	56	3.4	4	30	22
Juni	33	35	2.2	29	4	2
2010	91	122	4.3	50	41	31
	28	31	2.6	23	5	3
	23	42	4.1	17	6	19

	69	97	4.4	30	39	28
	52	53	2.9	47	5	1
	75	117	4.3	20	55	42
	50	83	4	7	43	33
	44	55	3.7	29	15	11
	86	128	4.5	31	55	42
	67	121	3.8	35	32	54
	57	78	4.8	29	28	21
	31	32	2.4	28	3	1
	79	106	3.7	33	46	27
	47	57	3.4	33	14	10
	69	80	3.9	54	15	11
	62	90	3.8	35	27	28
	24	50	3.9	8	16	26
	43	53	2.3	29	14	10
	39	68	4.3	1	38	29
Juli	85	145	4.6	46	39	60
2010	45	62	4.4	22	23	17
	44	69	4	10	34	25
	69	95	3.7	34	35	26
	78	106	3.6	41	37	28
	67	93	3.9	32	35	26
	79	102	3.5	44	35	23
	73	74	3.4	36	37	1
	37	54	3.2	14	23	17
	47	66	3.9	21	26	19
	41	51	3.6	27	14	10
	29	42	3.4	11	18	13
	25	31	3.1	16	9	6
	68	96	4.1	31	37	28
	87	114	3.5	51	36	27
	69	96	3.1	33	36	27
	60	87	3.4	24	36	27
	47	67	3.2	20	27	20
	65	77	1.5	48	17	12
	52	62	2.2	38	14	10
	44	65	2.7	16	28	21
	86	90	2	54	32	4
	37	40	2.2	15	22	3
	76	115	4	48	28	39
	39	59	4	12	27	20
	69	80	3.1	54	15	11
	41	49	2.7	29	12	8
	37	52	3.2	16	21	15
	21	35	4.9	2	19	14

	75	92	2.5	51	24	17
	24	25	0.8	20	4	1
	85	108	3	54	31	23
	72	96	3.1	41	31	24
	28	46	2.9	4	24	18
	73	83	3.1	59	14	10
Agustus	58	79	4.4	22	36	21
2010	86	164	4.5	37	49	78
	49	58	2.2	30	19	9
	81	102	3.6	50	31	21
	80	104	3.4	51	29	24
	36	71	3.8	5	31	35
	68	79	2.5	49	19	11
	51	78	4.3	28	23	27
	47	58	2.2	26	21	11
	57	68	2	39	18	11
	55	104	2.9	37	18	49
	35	48	3.2	11	24	13
	72	120	4	18	54	48
	57	69	2.6	28	29	12
	61	97	5.8	53	8	36
	47	57	1.5	40	7	10
	55	65	2.1	42	13	10
	81	122	2.9	59	22	41
	62	83	3.1	36	26	21
	31	34	3.1	10	21	3
	81	85	3	47	34	4
	60	85	3.5	27	33	25
	40	50	3	23	17	10
	30	46	3.8	8	22	16
	50	59	1.5	41	9	9
	16	17	2.8	14	2	1
	21	25	1.2	16	5	4
September	10	22	1.9	1	9	12
2010	69	80	2.2	58	11	11
	99	159	3.7	55	44	60
	43	73	2.9	11	32	30
	34	53	4	17	17	19
	45	90	5.5	43	2	45
	51	57	2.1	37	14	6
	59	70	2.3	41	18	11
	80	112	3.3	38	42	32
	63	98	3.1	37	26	35
	45	55	2	30	15	10
	33	43	2	21	12	10

	35	85	2.6	3	32	50
	64	79	4.4	57	7	15
	14	36	1.9	3	11	22
	43	68	3.2	27	16	25
	44	65	2.4	34	10	21
	48	64	2	32	16	16
	65	115	3.7	56	9	50
	39	61	2.9	22	17	22
	40	52	2	32	8	12
	86	95	3.1	51	35	9
	33	43	3.6	5	28	10
	17	27	1.2	13	4	10
	35	60	2.8	9	26	25
	45	70	2.6	26	19	25
	60	90	3.4	31	29	30
	14	30	1.8	5	9	16
	35	54	3.7	21	14	19
	23	45	4.6	6	17	22
	53	63	2.2	45	8	10
	20	26	2.4	7	13	6
	80	90	1.9	50	30	10
	29	52	3.2	13	16	23
	68	92	4.4	23	45	24
	30	56	3.9	7	23	26
	65	84	3.7	50	15	19
	16	34	3	3	13	18
	24	34	1.9	17	7	10
	21	34	2.6	9	12	13
	50	68	3	35	15	18
	52	70	4.1	34	18	18
	54	58	2.2	42	12	4
	57	67	3.4	45	12	10
	40	46	0.6	36	4	6
	17	26	1.9	14	3	9
	41	59	3.4	26	15	18
	65	95	3.6	39	26	30
	87	111	3.9	48	39	24
	43	47	2.8	25	18	4
	70	98	4.1	33	37	28
	17	36	2.2	11	6	19
Oktober	25	45	2.1	19	6	20
2010	10	22	3.3	3	7	12
	20	31	1.7	14	6	11
	45	47	2.4	44	1	2
	53	96	3.7	26	27	43

	34	86	3.7	2	32	52
	11	22	2.6	10	1	11
	44	51	3	41	3	7
	83	132	4	32	51	49
	73	124	3.8	19	54	51
	70	146	3.7	51	19	76
	69	91	3.5	35	34	22
	49	65	4	29	20	16
	68	100	4.5	58	10	32
	13	14	3.5	9	4	1
	42	83	4	16	26	41
	58	113	7.2	18	40	55
	60	72	4.6	41	19	12
	48	53	3	28	20	5
	26	87	4	10	16	61
	68	84	5.1	27	41	16
	48	80	5.3	10	38	32



**LAMPIRAN D****Data Gempabumi Daerah Siberut Bulan Januari - Desember 2010**

Bulan	<i>T<sub>p</sub></i>	<i>T<sub>s</sub></i>	<i>M</i>	<i>T<sub>o</sub></i>	<i>T<sub>po</sub></i>	<i>T<sub>sp</sub></i>
Januari	64	85	3.9	36	28	21
2010	72	84	2.9	59	13	12
	68	82	3.1	49	19	14
	63	74	4.1	48	15	11
	39	54	3.9	18	21	15
	39	63	4.2	7	32	24
	68	87	4	42	26	19
	62	81	3.9	37	25	19
	48	66	3.2	24	24	18
	71	93	4.5	41	30	22
	41	59	3.4	17	24	18
	26	44	3.1	2	24	18
	77	95	2.9	53	24	18
	72	92	3.7	45	27	20
	34	52	3.8	10	24	18
	18	29	3.2	3	15	11
Februari	74	96	4.4	44	30	22
2010	78	96	4.3	54	24	18
	50	74	4.6	18	32	24
	61	82	3.6	33	28	21
	72	87	4.7	52	20	15
Maret	36	54	4.2	12	24	18
2010	46	57	4.1	31	15	11
	52	66	3.5	23	29	14
	58	82	3.5	26	32	24
	26	37	4.3	9	17	11
	27	39	3.7	11	16	12
	45	65	3.8	19	26	20
April	51	88	5.2	3	48	37
2010	45	58	4	27	18	13
	82	101	4.4	57	25	19
	49	82	4.4	6	43	33
	65	77	4.3	50	15	12
Mei	72	89	2.7	49	23	17
2010	25	40	3.1	4	21	15
	38	48	3.7	24	14	10
	107	133	3.9	57	50	26
	76	106	6.1	47	29	30
	52	79	5.5	21	31	27
	60	62	2.7	45	15	2
	64	83	2.9	38	26	19

Juni	83	102	4.1	57	26	19
2010	85	104	3.5	60	25	19
	47	57	3.4	33	14	10
	63	88	3.5	29	34	25
	74	90	4.4	52	22	16
	63	86	4	32	31	23
	65	88	3.8	34	31	23
	27	40	3.4	9	18	13
	32	53	4.1	5	27	21
	76	96	4.2	49	27	20
Juli	45	62	4.4	22	23	17
2010	44	69	4	10	34	25
	69	95	3.7	34	35	26
	37	54	3.2	14	23	17
	47	66	3.9	21	26	19
	87	114	3.5	51	36	27
	47	67	3.2	20	27	20
	65	77	1.5	48	17	12
	21	35	4.9	2	19	14
	85	108	3	54	31	23
	72	96	3.1	41	31	24
	28	46	2.9	4	24	18
Agustus	81	112	3.6	50	31	31
2010	80	104	3.4	51	29	24
	36	71	3.8	5	31	35
	47	58	2.2	26	21	11
	81	122	2.9	59	22	41
	62	83	3.1	36	26	21
September	10	22	1.9	4	6	12
2010	59	70	2.3	41	18	11
	63	123	3.1	37	26	60
	44	65	2.4	34	10	21
	46	64	2	32	14	18
	33	43	3.6	5	28	10
	45	70	2.6	26	19	25
	60	90	3.4	31	29	30
	14	30	1.8	5	9	16
	29	52	3.2	13	16	23
	16	34	3	3	13	18
	38	52	4.1	34	4	14
	41	59	3.4	26	15	18
	48	53	3	28	20	5
	23	27	2.7	21	2	4
Oktober	25	45	2.1	19	6	20
2010	45	55	2.4	42	3	10

	39	51	1.9	24	15	12
	33	81	2.4	22	11	48
	11	22	2.6	10	1	11
	44	51	3	41	3	7
	27	33	2.3	14	13	6
	12	25	3.1	5	7	13
November	50	72	3.1	44	6	22
2010	28	64	3.5	12	16	36
	44	70	4	25	19	26
Desember	70	82	4.3	54	16	12
2010	73	84	4.3	58	15	11
	19	31	4.5	3	16	12
	35	55	3.8	9	26	20
	72	91	4.4	48	24	19
	69	96	4	50	19	27
	96	125	4.8	52	44	29
	46	49	4	41	5	3
	42	55	4.2	25	17	13



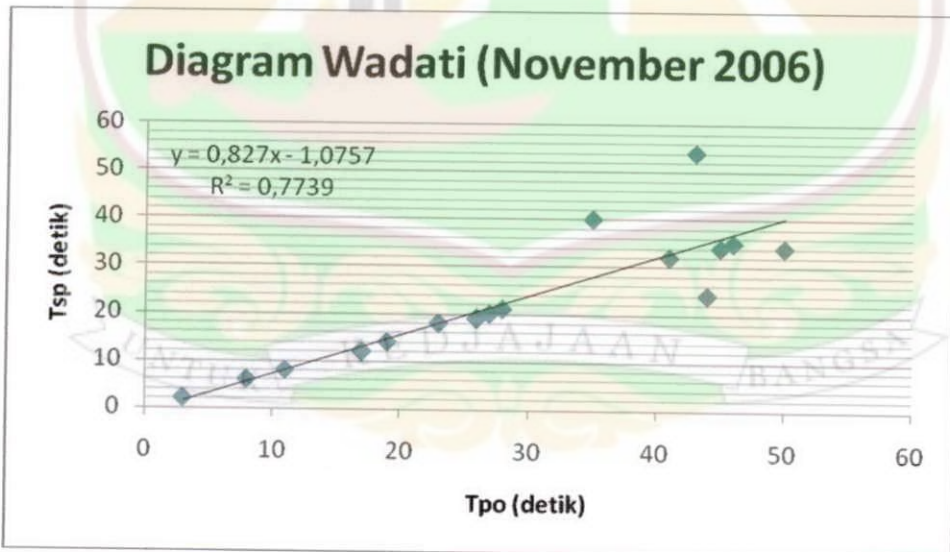
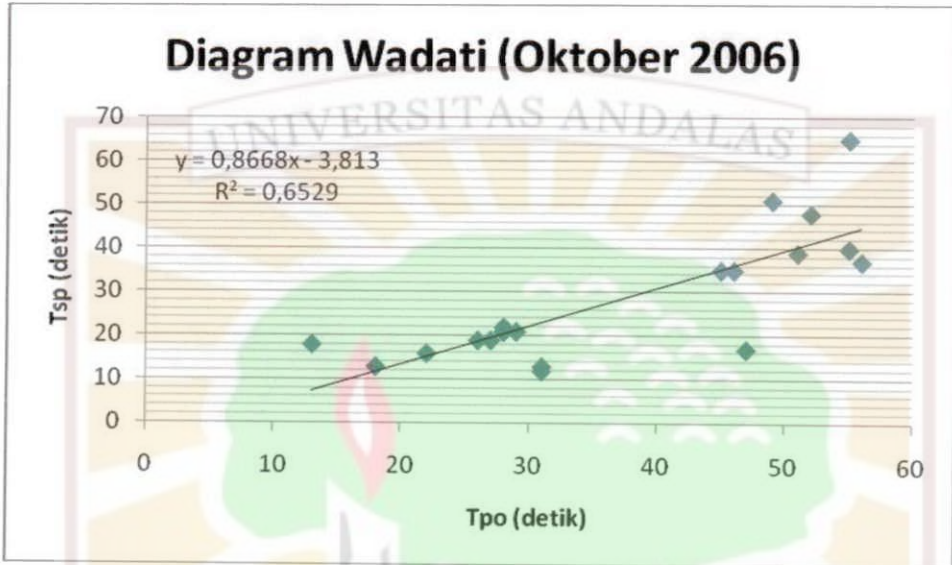
**LAMPIRAN E****Data Gempabumi Daerah Sipora Bulan Januari - Desember 2010**

Bulan	<i>T<sub>p</sub></i>	<i>T<sub>s</sub></i>	M	<i>T<sub>o</sub></i>	<i>T<sub>po</sub></i>	<i>T<sub>sp</sub></i>
Januari	83	117	4.8	38	45	34
2010	48	71	3.5	17	31	23
	75	95	3.2	48	27	20
	79	97	4.6	55	24	18
Februari	82	101	3.9	57	25	19
2010	47	76	5.2	9	38	29
	78	96	4.8	53	25	18
	48	75	4.6	12	36	27
	77	117	5.2	25	52	40
Maret	56	80	4.3	24	32	24
2010	91	121	4.3	52	39	30
	98	142	5.2	43	55	44
	67	95	5.1	30	37	28
April	67	93	4.6	33	34	26
2010	71	91	5.3	45	26	20
	70	114	5.2	23	47	44
	47	55	5	35	12	8
Mei	94	122	3.9	57	37	28
2010	60	96	5.8	26	34	36
	101	142	4	35	66	41
	75	89	2.9	56	19	14
	42	55	2.7	24	18	13
	79	107	3.1	42	37	28
	50	51	2.9	16	34	1
	34	56	3.4	14	20	22
Juni	91	122	4.3	50	41	31
2010	69	99	4.4	30	39	30
	75	117	4.3	20	55	42
	50	83	4	7	43	33
	74	108	4.2	29	45	34
	62	90	3.8	35	27	28
	24	50	3.9	8	16	26
	25	43	4.5	20	5	18
	58	85	3.8	24	34	27
	52	72	3.8	25	27	20
	40	62	3.5	10	30	22
Juli	78	106	3.6	41	37	28
2010	79	102	3.5	44	35	23
	29	42	3.4	11	18	13
	69	96	3.1	33	36	27
	44	65	2.7	16	28	21

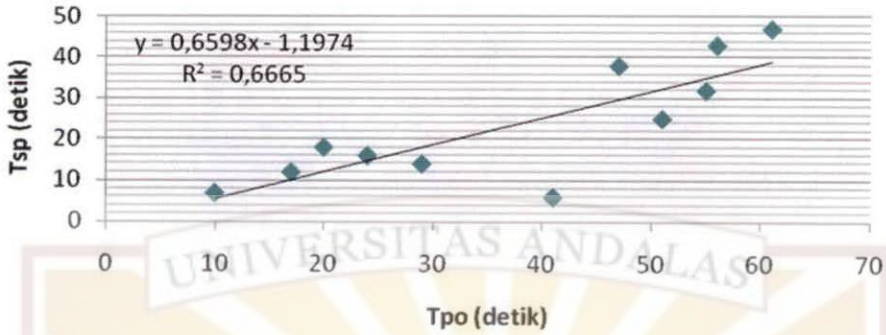
	76	115	4	48	28	39
	73	83	3.1	59	14	10
Agustus	45	59	3.7	3	42	14
2010	72	83	3.8	55	17	11
	24	36	3.9	8	16	12
	58	69	3.7	33	25	11
September	99	150	3.7	55	44	51
2010	94	142	4	37	57	48
	80	112	3.3	38	42	32
	107	125	4.4	54	53	18
	86	93	3.1	51	35	7
	68	73	4.4	23	45	5
	65	95	3.6	39	26	30
	70	98	4.1	33	37	28
Oktober	53	96	3.7	26	27	43
2010	65	100	4.5	58	7	35
	60	72	4.6	41	19	12
	42	83	4	16	26	41
November	24	53	4.8	19	5	29
2010	22	56	3.4	4	18	34
	18	50	4.7	5	13	32
	41	66	4.6	27	14	25
	40	43	6.1	36	4	3
	20	55	3.7	13	7	35
	13	41	3.9	8	5	28
	51	80	4.9	45	6	29
	37	74	4.3	22	15	37
Desember	34	45	3.5	19	15	11
2010	41	51	3.9	27	14	10
	38	49	3.5	23	15	11
	74	91	3.9	51	23	17
	49	65	5.2	12	37	16
	29	44	5.3	7	22	15
	72	83	3.8	55	17	11
	24	36	3.9	8	16	12
	58	69	3.7	33	25	11

## LAMPIRAN F

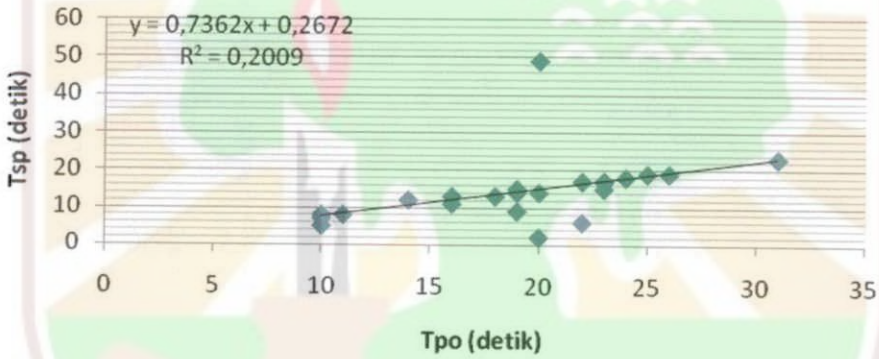
**Grafik Hubungan Nilai  $T_{po}$  dan  $T_{sp}$  Per bulan dari Bulan Oktober 2006-  
September 2007 Untuk Kasus Gempa Bengkulu**



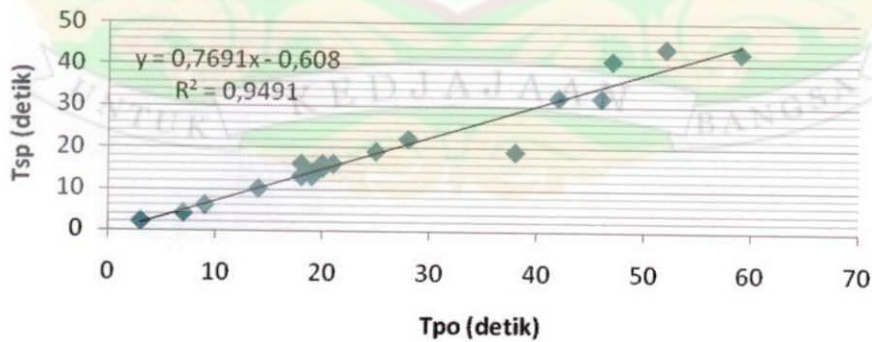
### Diagram Wadati (Desember 2006)



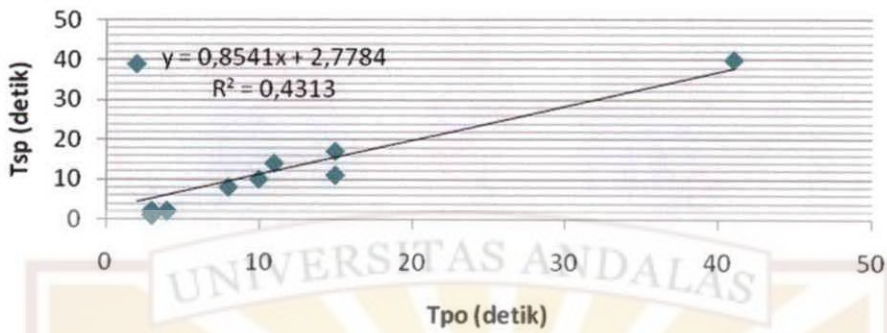
### Diagram Wadati (Januari 2007)



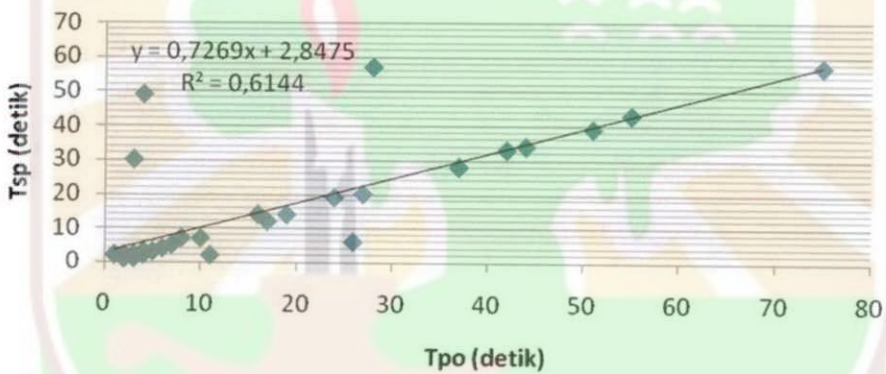
### Diagram Wadati (Februari 2007)



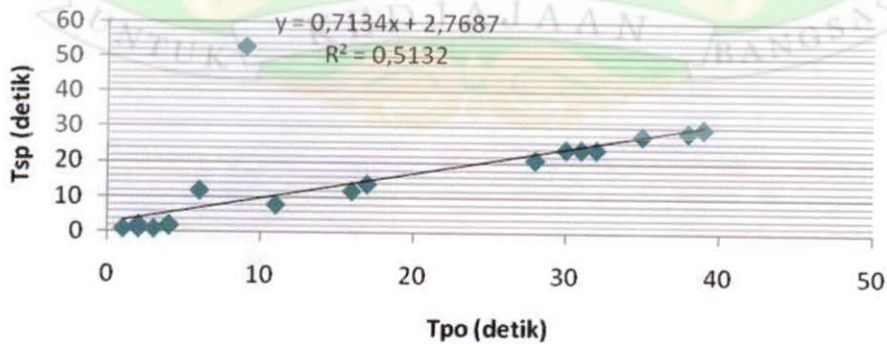
### Diagram Wadati (Maret 2007)

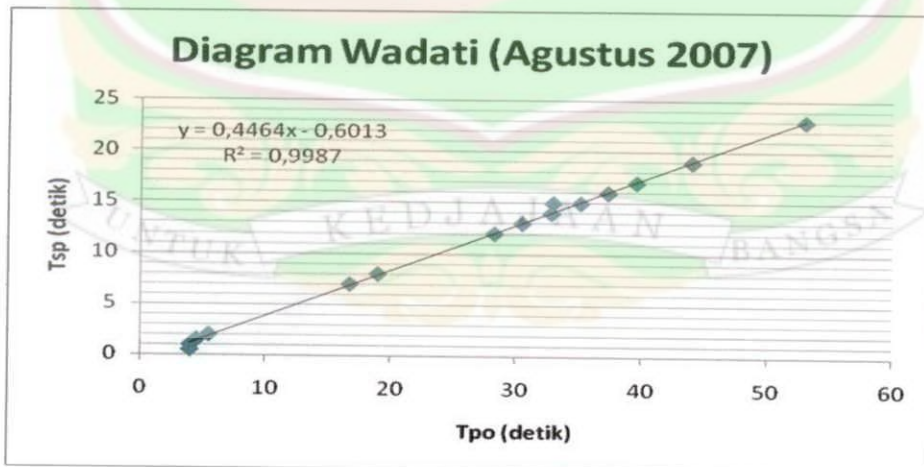
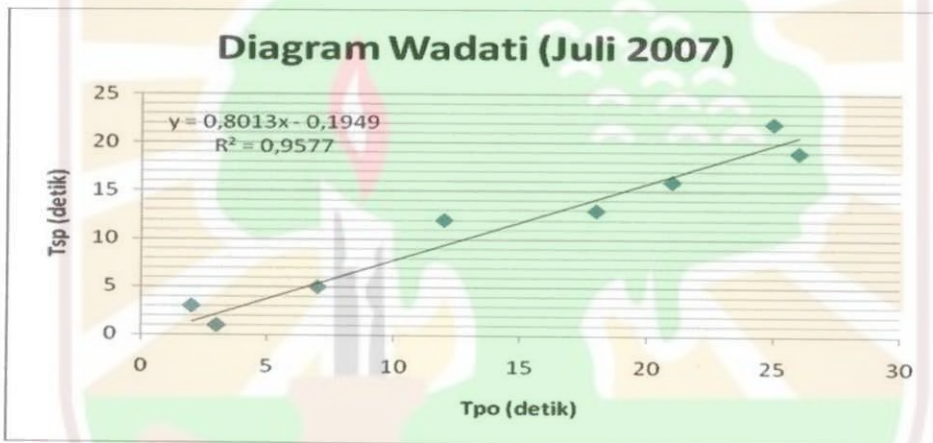
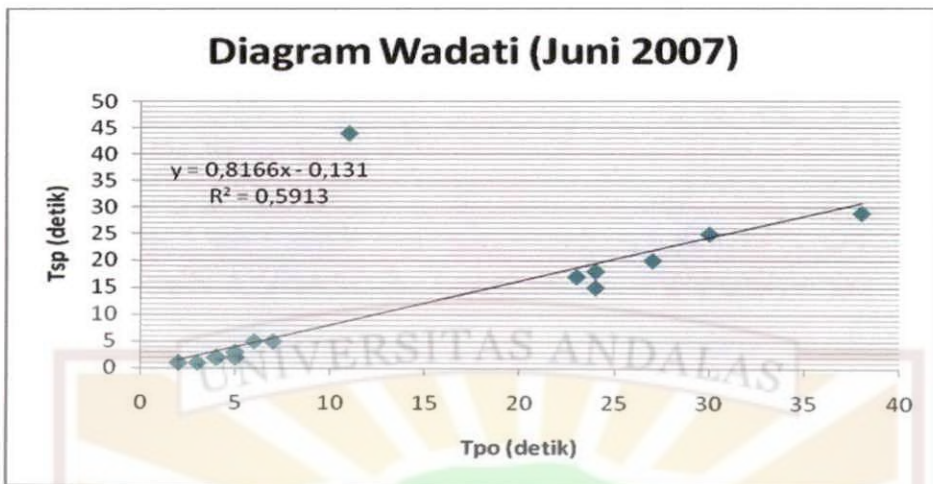


### Diagram Wadati (April 2007)

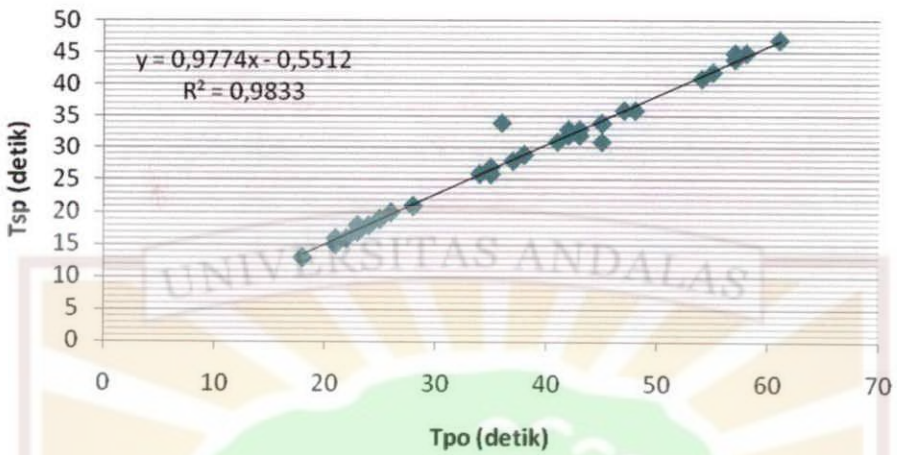


### Diagram Wadati (Mei 2007)

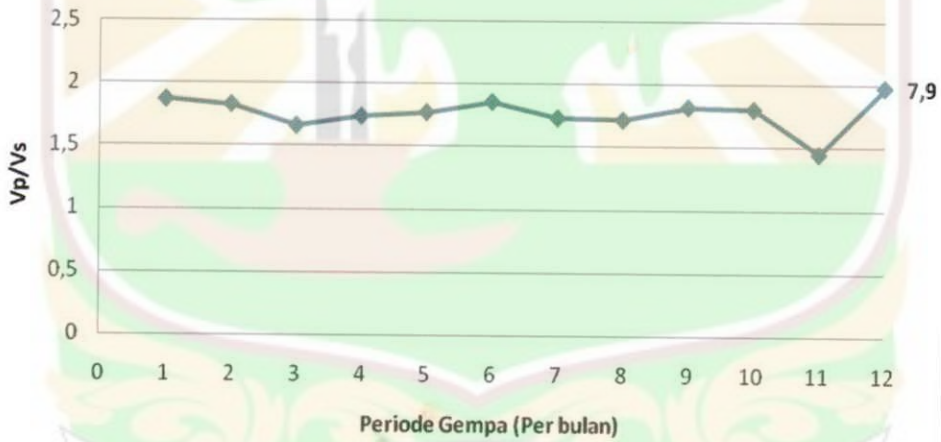




### Diagram Wadati (September 2007)

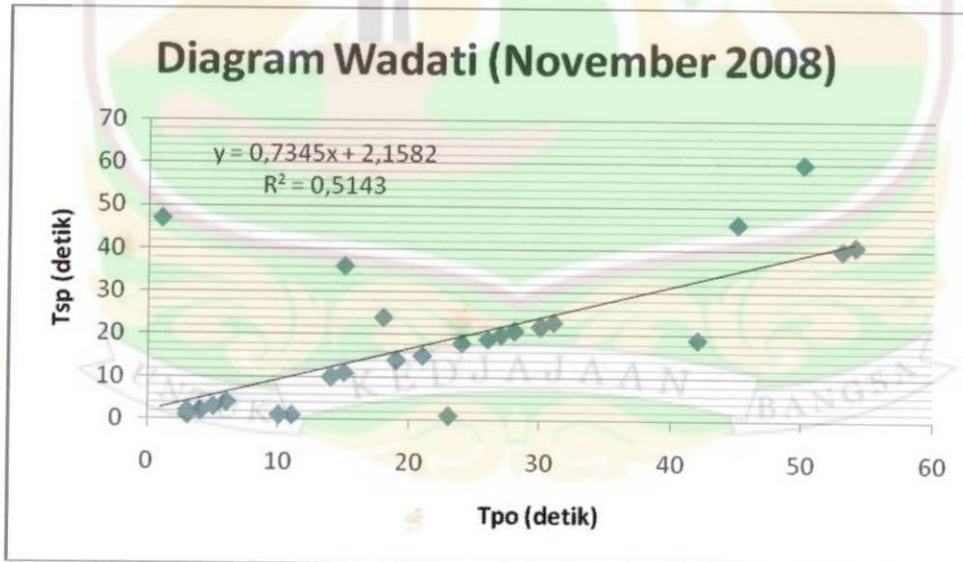
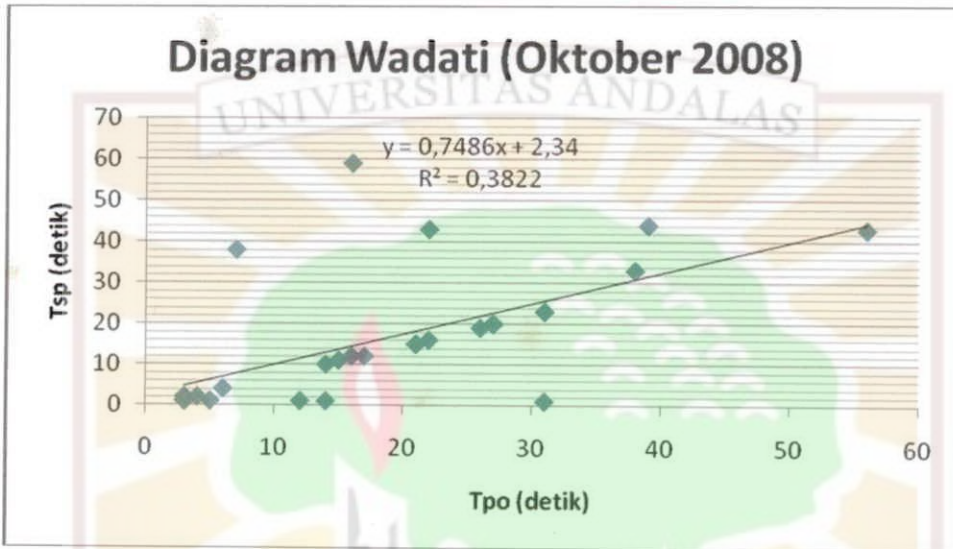


### Grafik Hubungan Vp/Vs Terhadap Gempa (Per bulan)

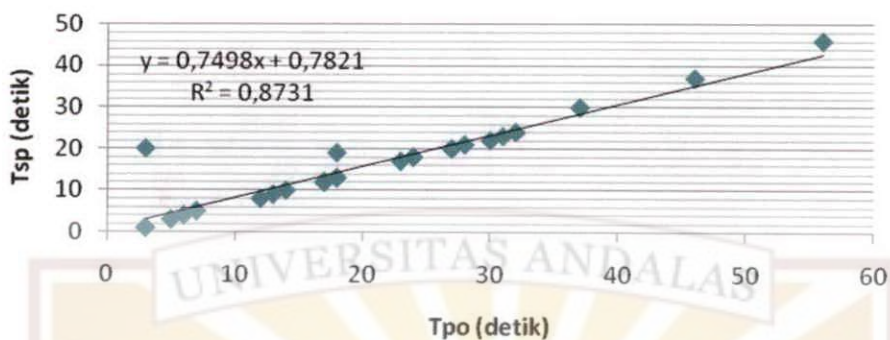


## LAMPIRAN G

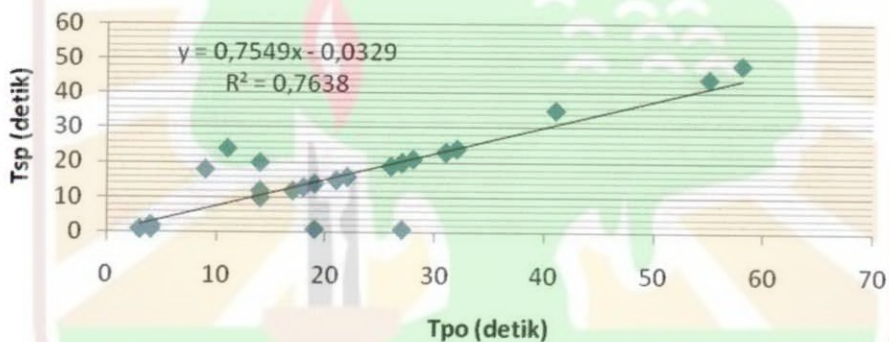
Grafik Hubungan Nilai *Tpo* dan *Tsp* Per bulan dari Bulan Oktober 2008-  
September 2009 Untuk Kasus Gempa Pariaman



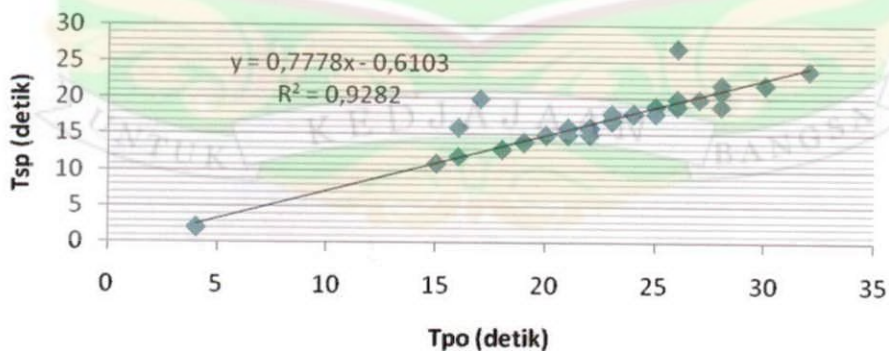
### Diagram Wadati (Desember 2008)

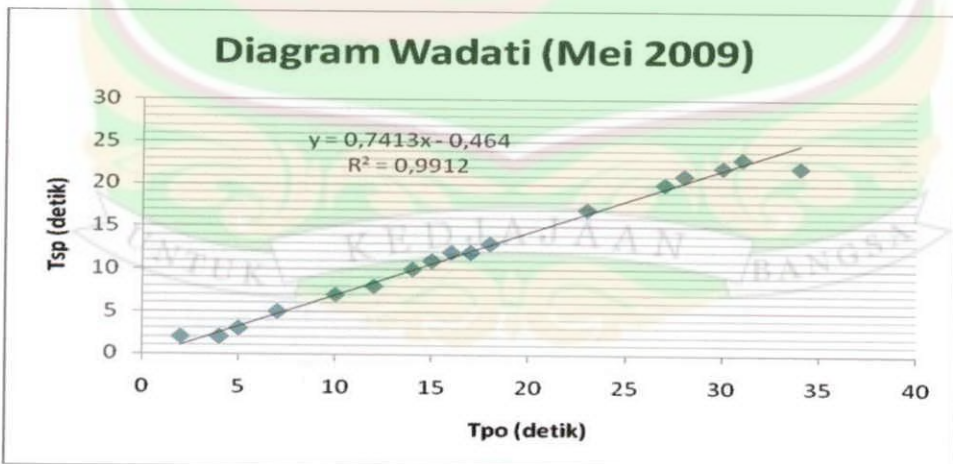
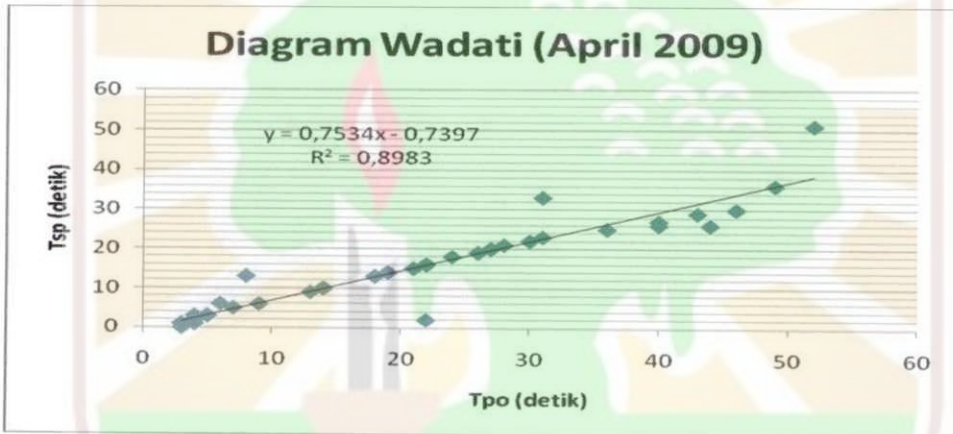
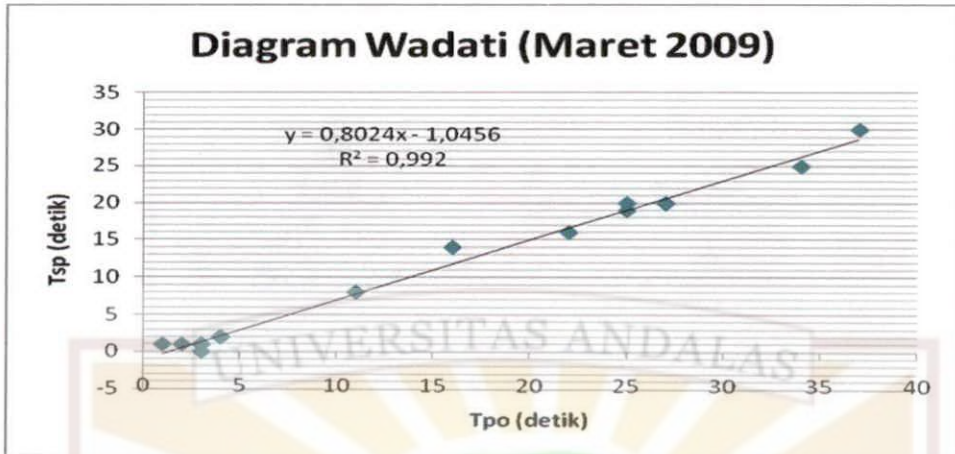


### Diagram Wadati (Januari 2009)

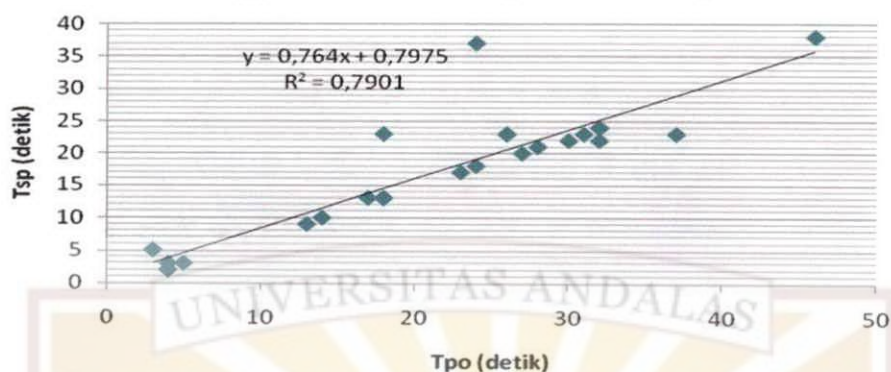


### Diagram Wadati (Februari 2009)

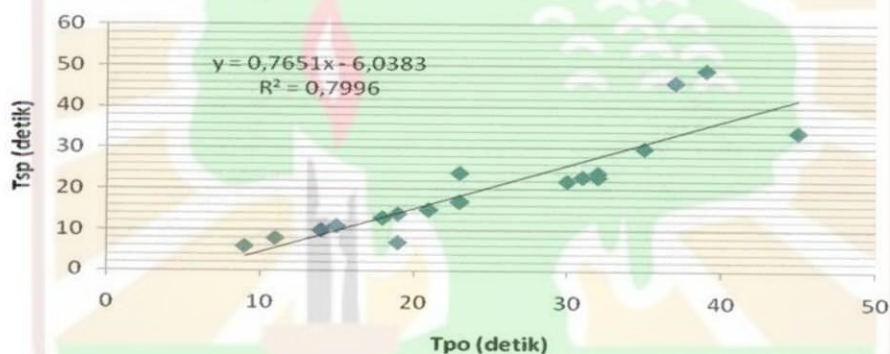




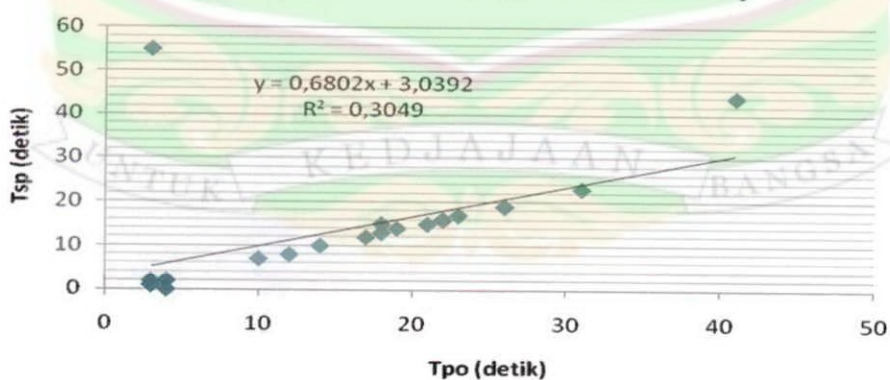
### Diagram Wadati (Juni 2009)



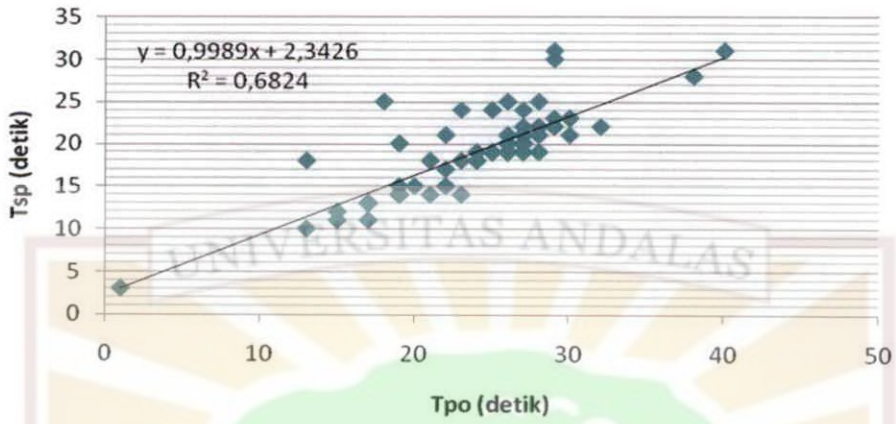
### Diagram Wadati (Juli 2009)



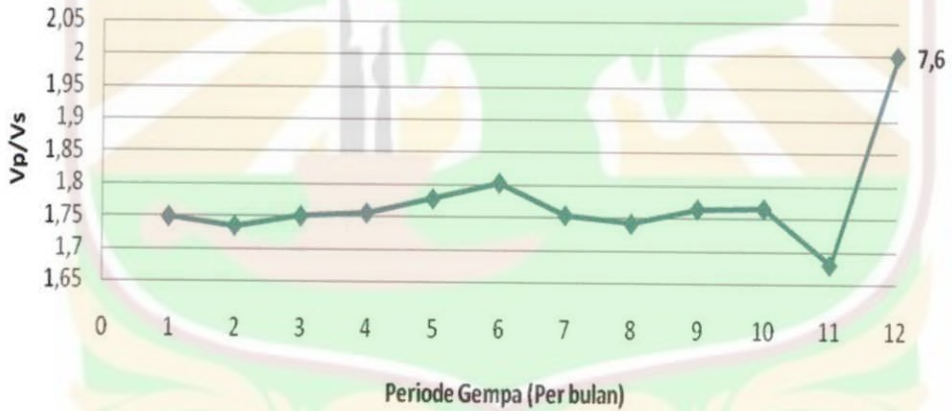
### Diagram Wadati (Agustus 2009)



### Diagram Wadati (September 2009)



### Grafik Hubungan $V_p/V_s$ Terhadap Periode Gempa (Per bulan)



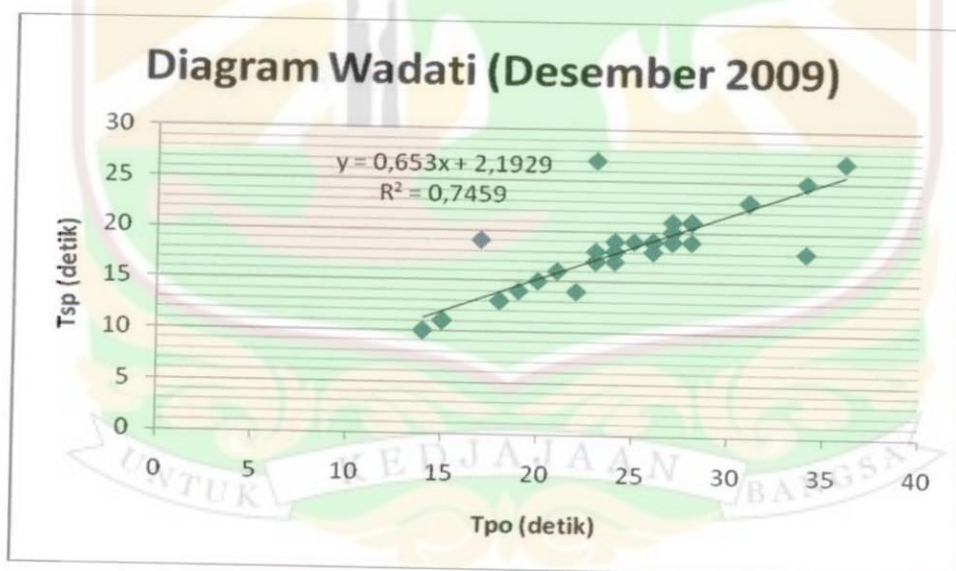
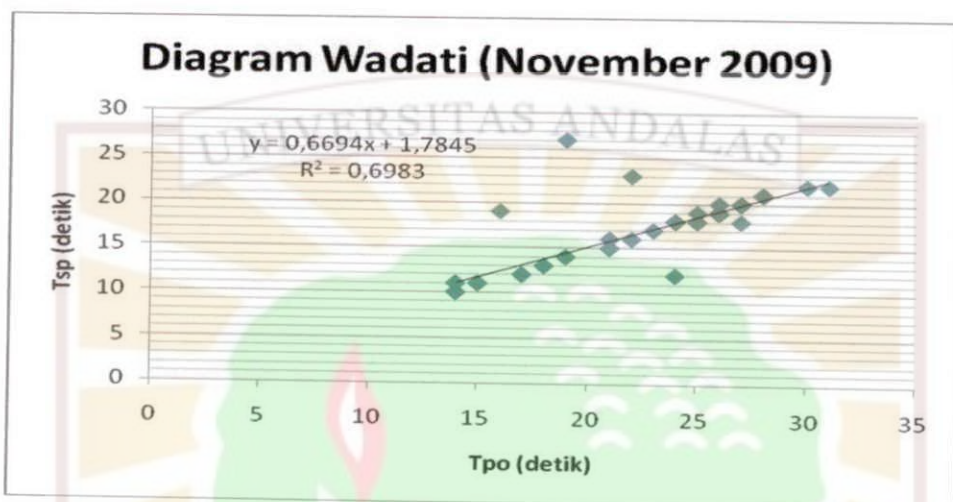
UNTUK

KEDJAJAAN

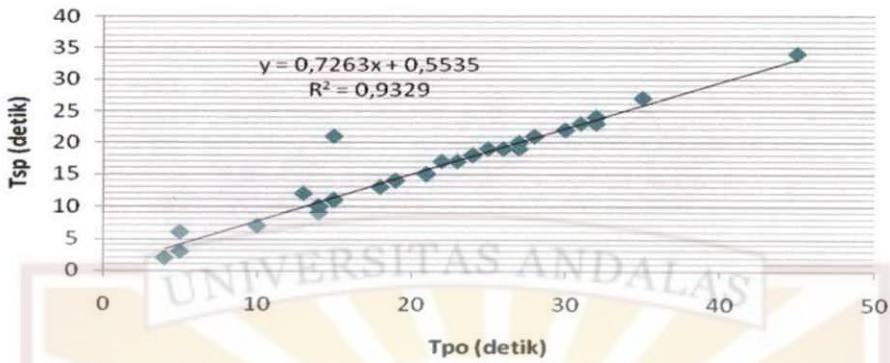
BANGSA

## LAMPIRAN H

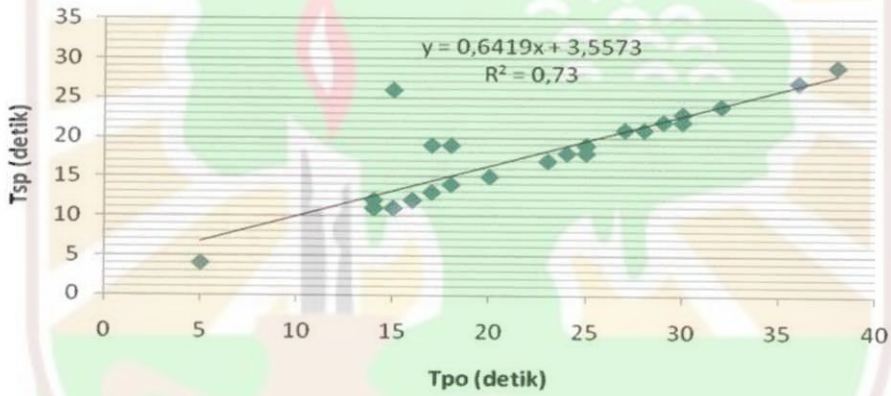
Grafik Hubungan Nilai *Tpo* dan *Tsp* Per bulan dari Bulan November 2009-  
September 2010 Untuk Kasus Gempa Pagai



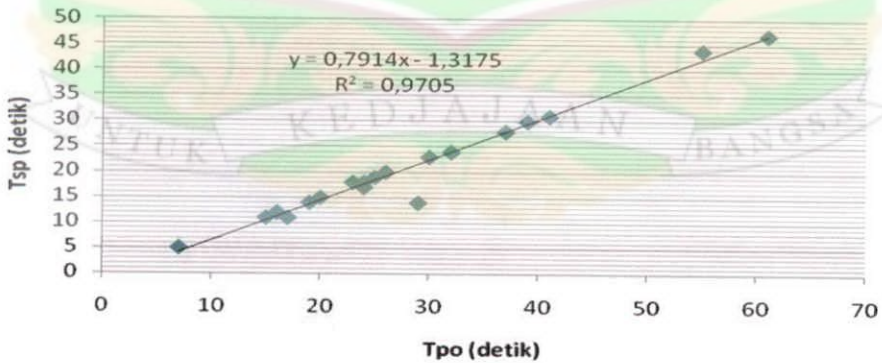
### Diagram Wadati (Januari 2010)



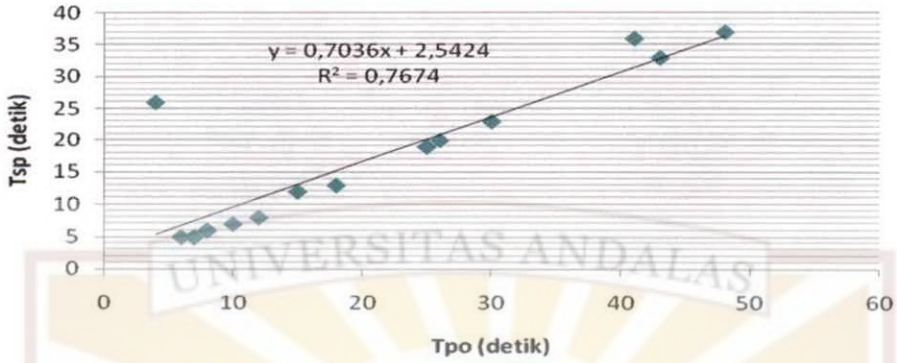
### Diagram Wadati (Februari 2010)



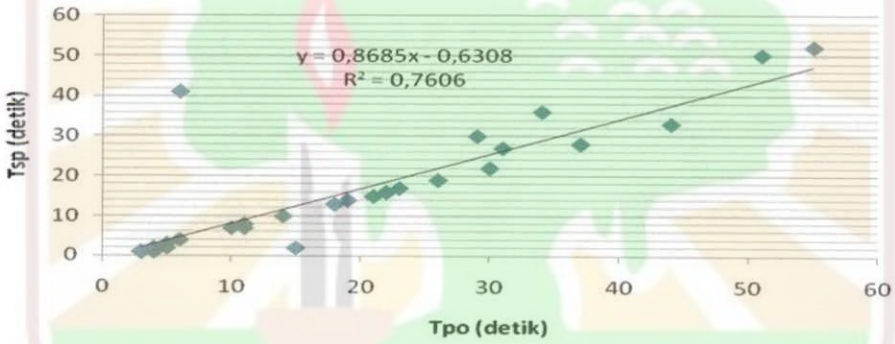
### Diagram Wadati (Maret 2010)



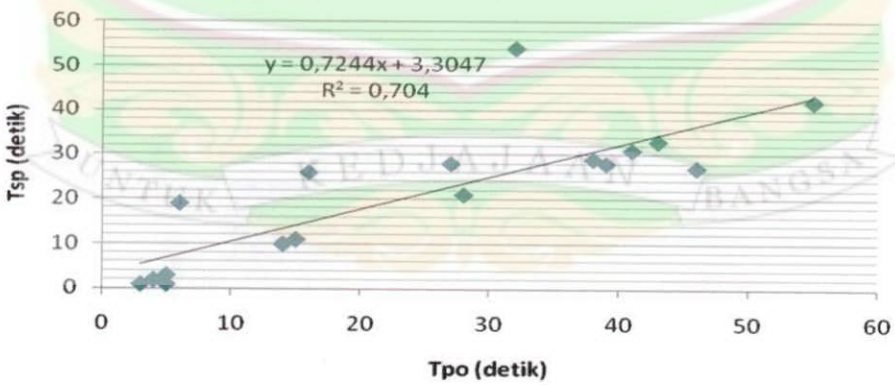
### Diagram Wadati (April 2010)

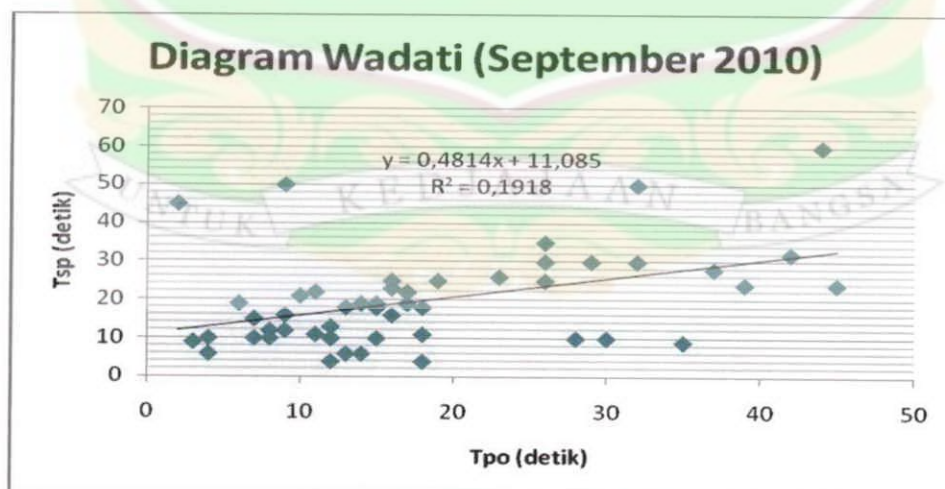
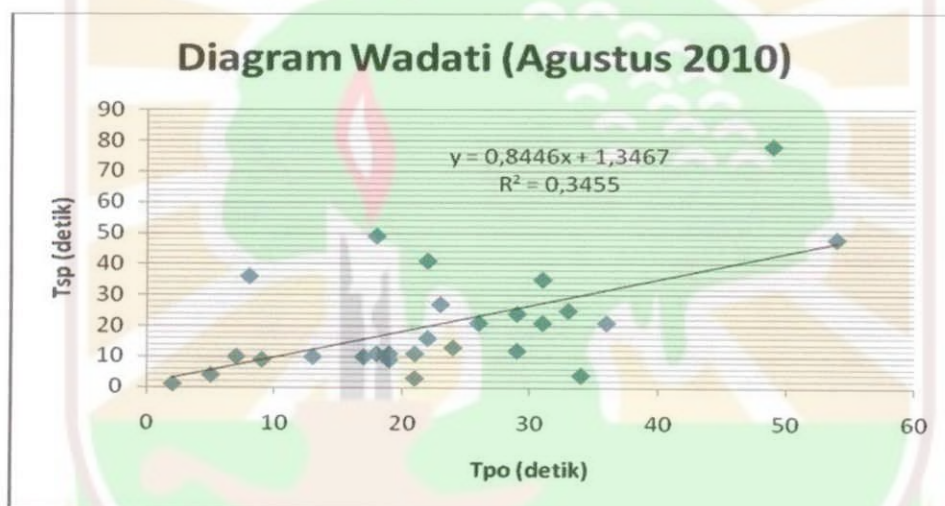
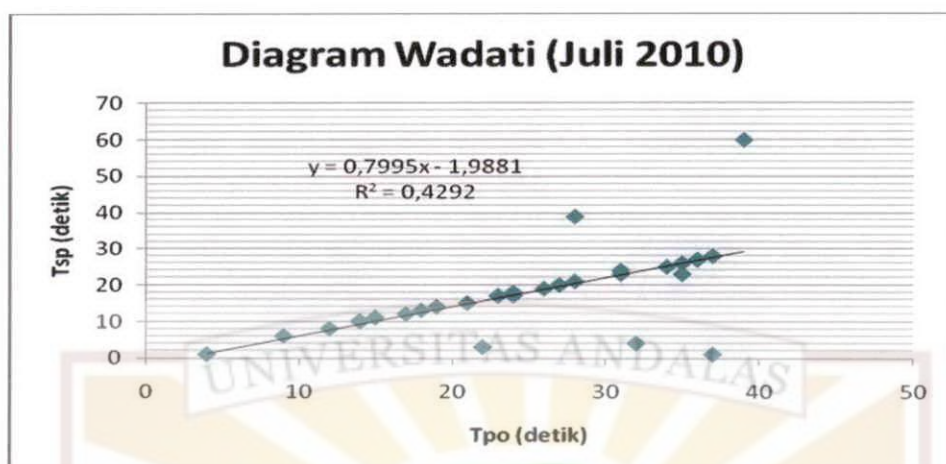


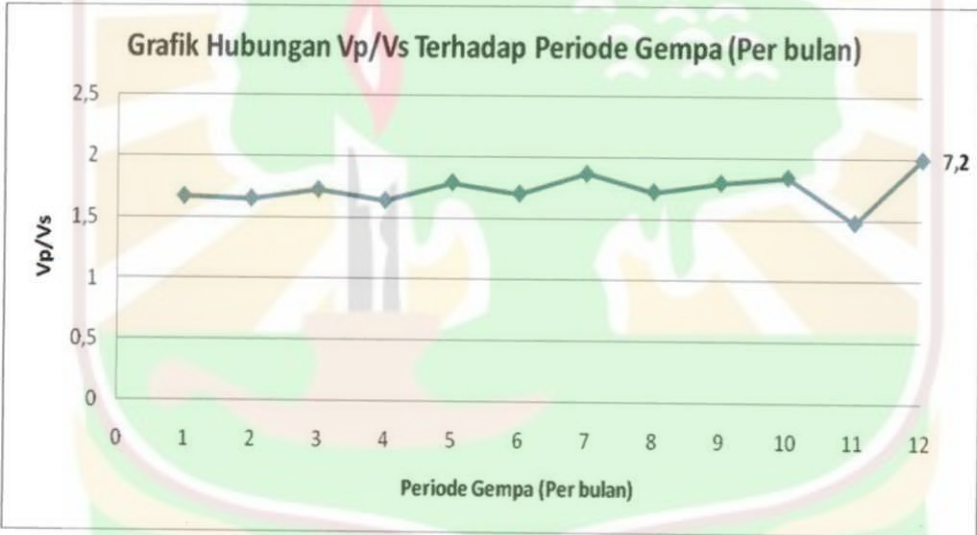
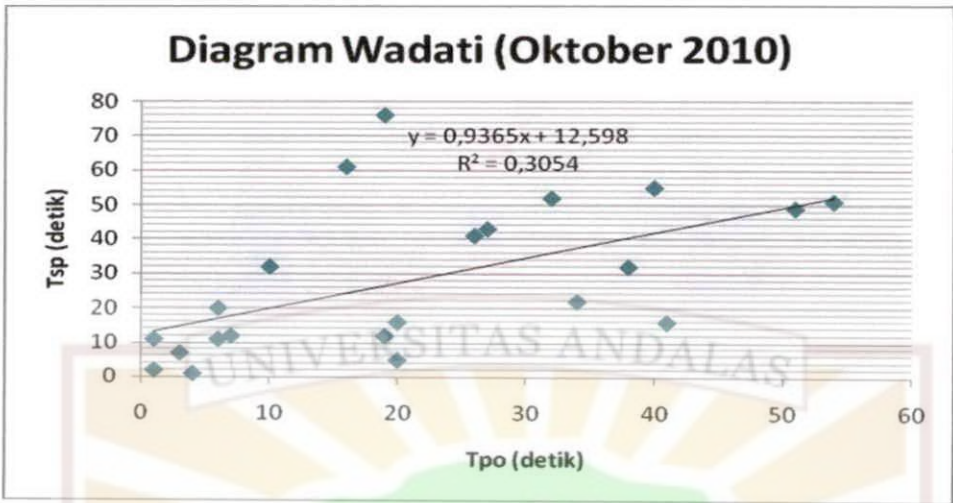
### Diagram Wadati (Mei 2010)



### Diagram Wadati (Juni 2010)

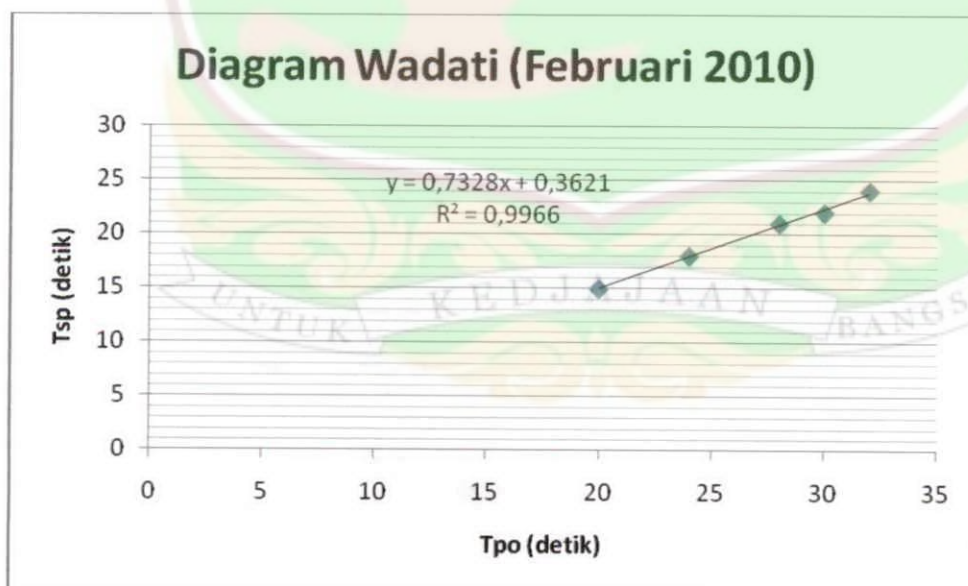
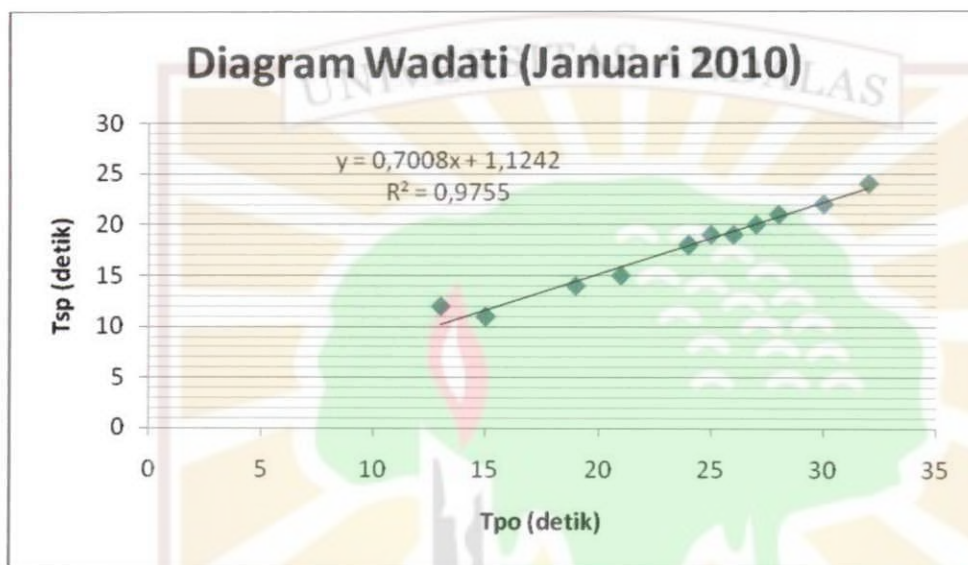




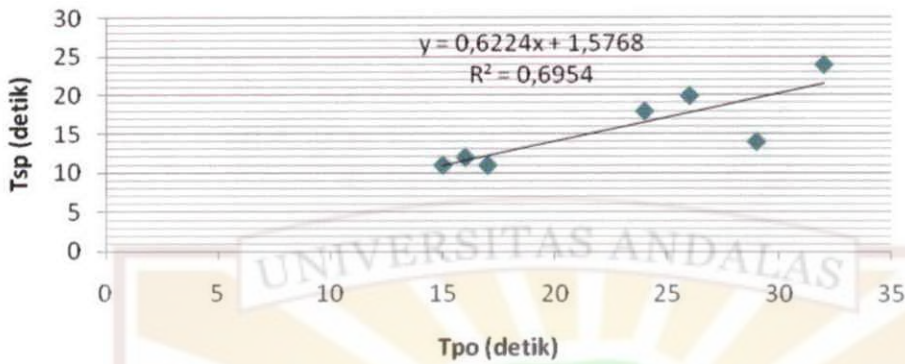


## LAMPIRAN I

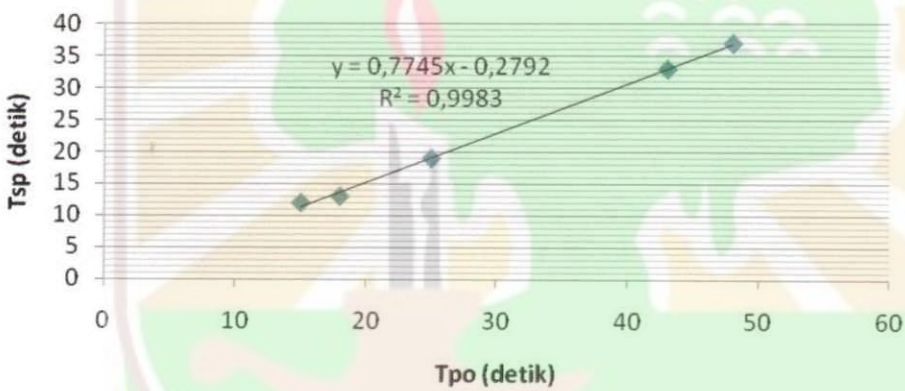
**Grafik Hubungan Nilai  $T_{po}$  dan  $T_{sp}$  Per bulan dari Bulan Januari – Desember 2010 Untuk Prediksi Gempa Besar di Daerah Siberut**



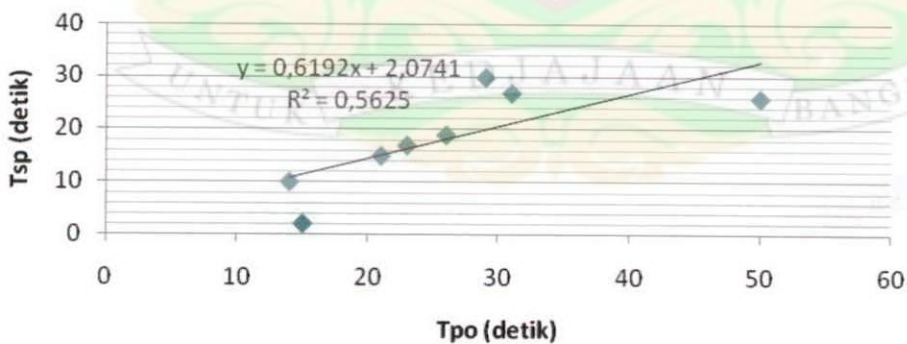
### Diagram Wadati (Maret 2010)

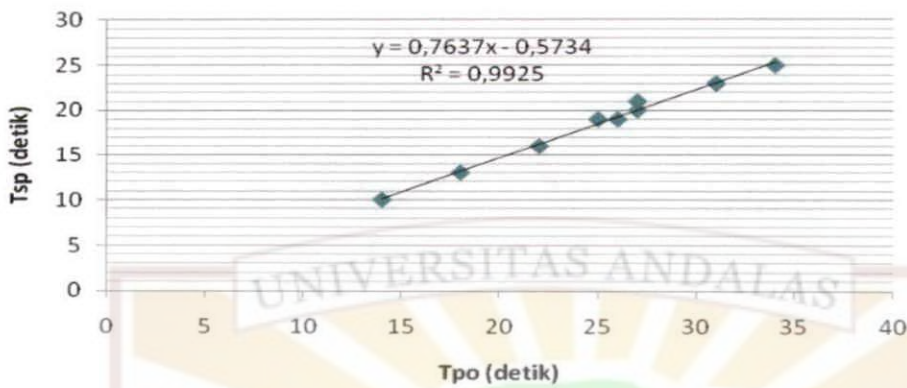
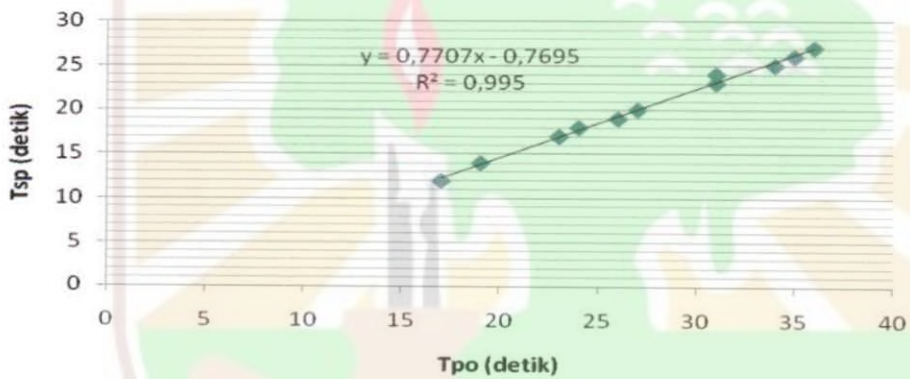
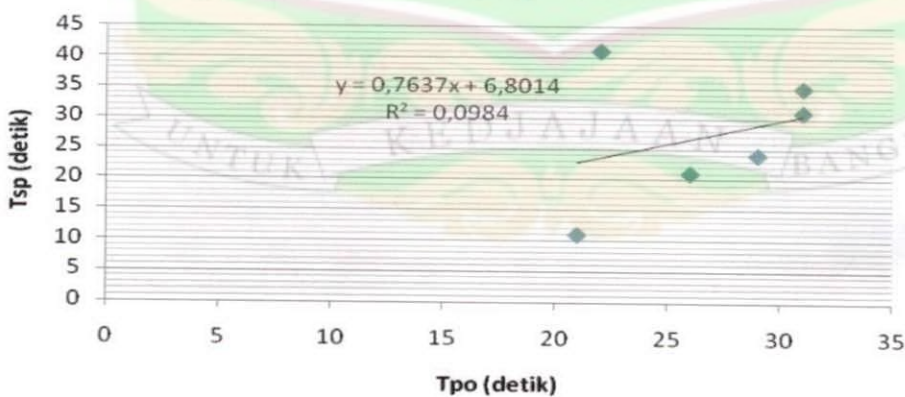


### Diagram Wadati (April 2010)

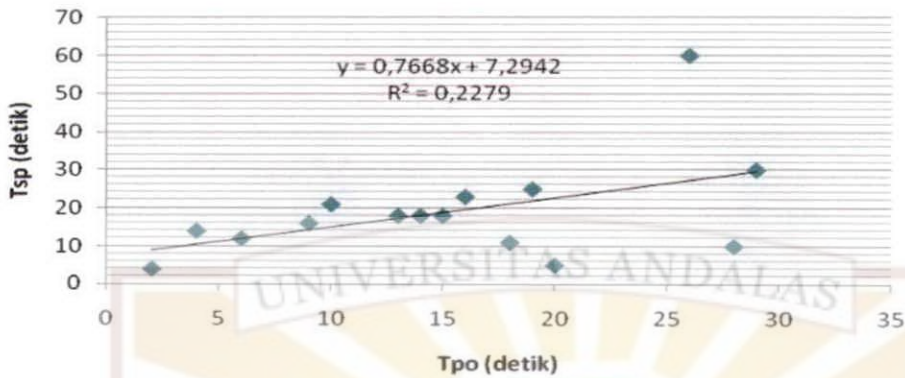


### Diagram Wadati (Mei 2010)

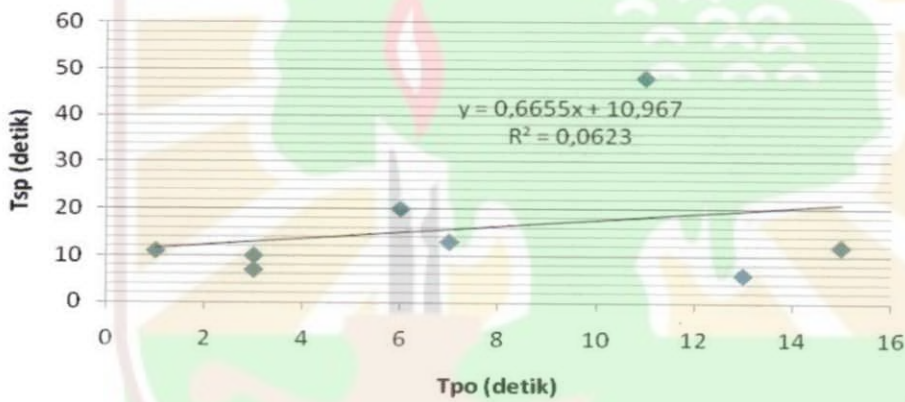


**Diagram Wadati (Juni 2010)****Diagram Wadati (Juli 2010)****Diagram Wadati (Agustus 2010)**

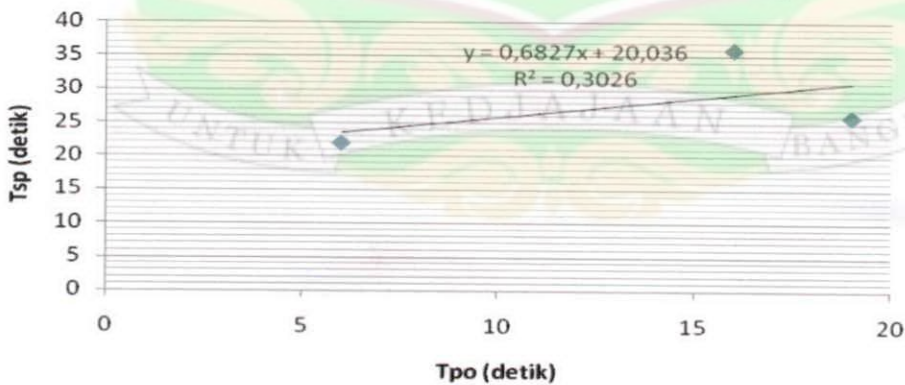
### Diagram Wadati (September 2010)



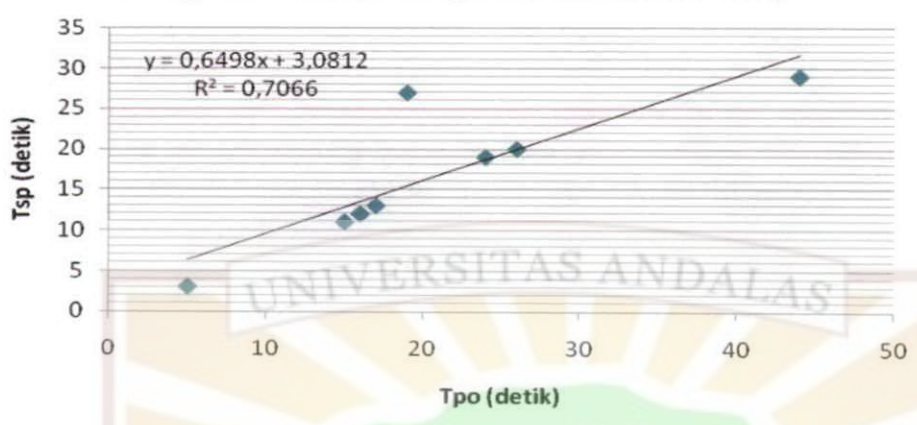
### Diagram Wadati (Oktober 2010)



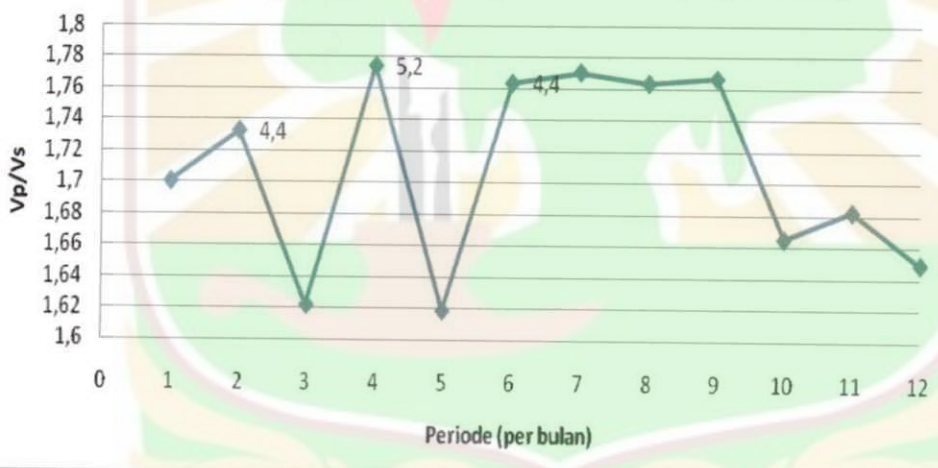
### Diagram Wadati (November 2010)



### Diagram Wadati (Desember 2010)

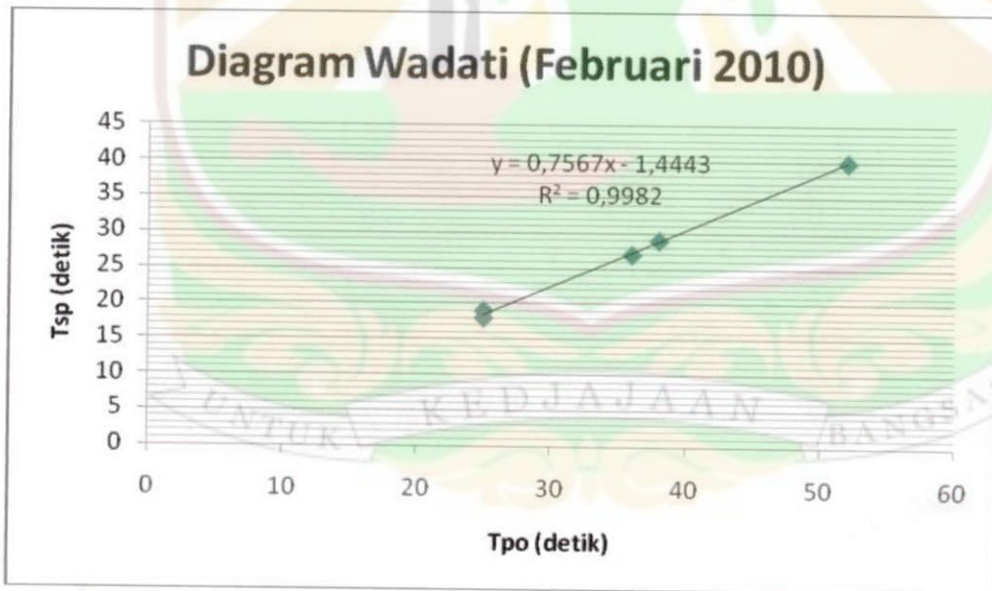
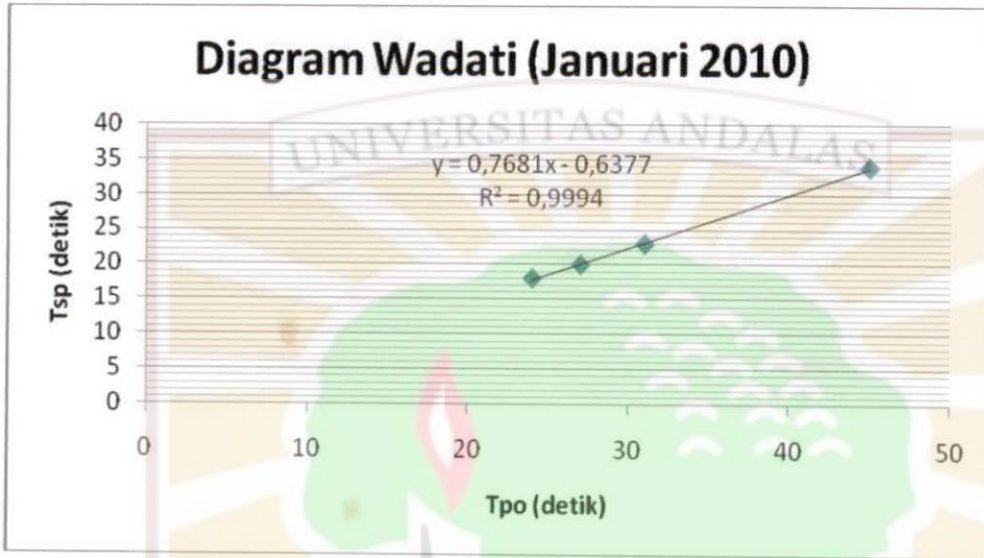


### Grafik Hubungan Vp/Vs Terhadap Periode Gempa (per bulan)

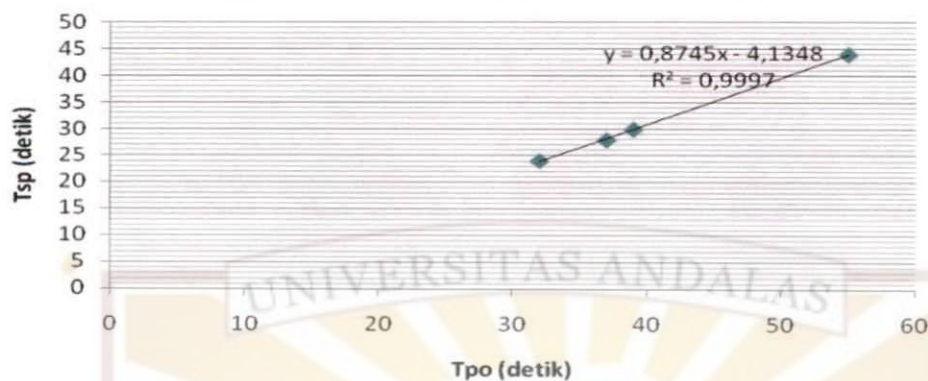


## LAMPIRAN J

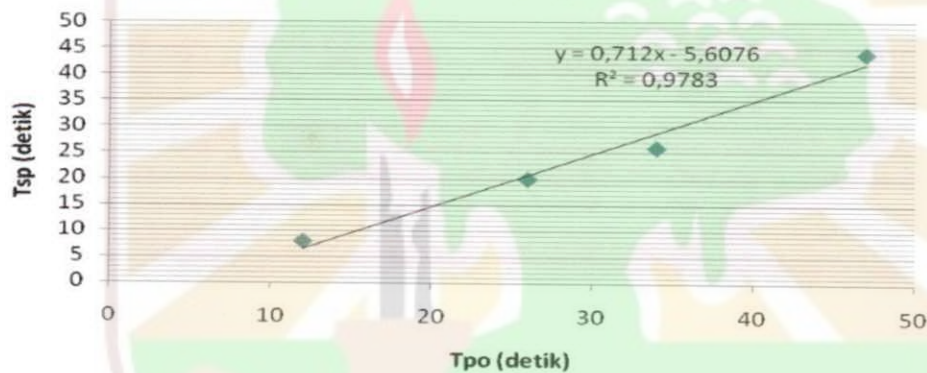
**Grafik Hubungan Nilai  $T_{po}$  dan  $T_{sp}$  Per bulan dari Bulan Januari – Desember 2010 Untuk Prediksi Gempa Besar di Daerah Sipora**



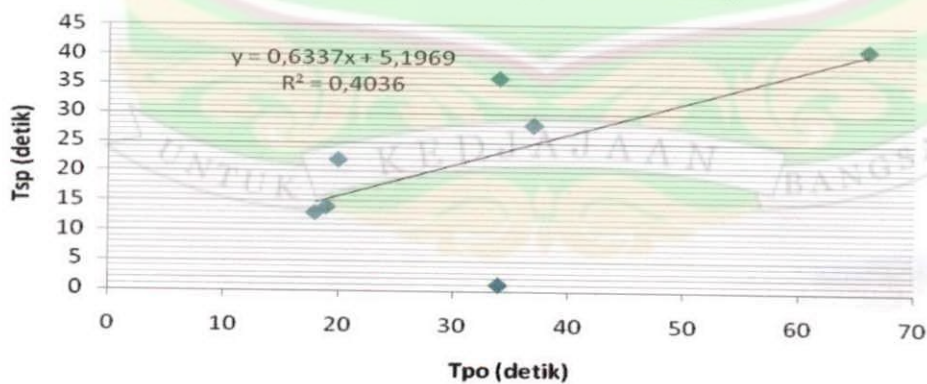
### Diagram Wadati (Maret 2010)



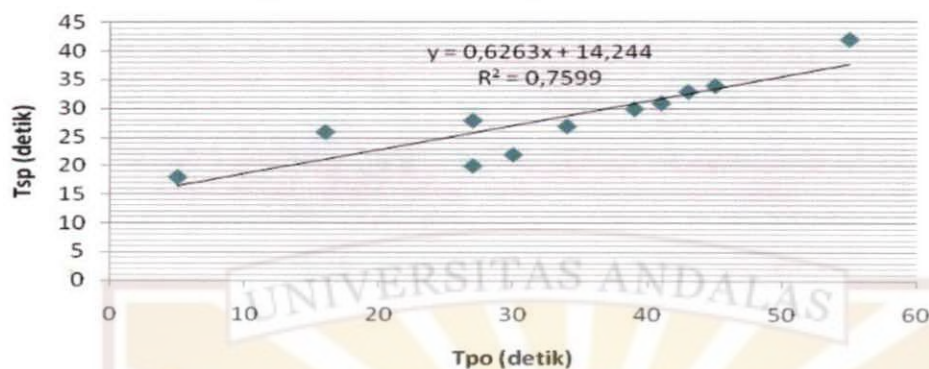
### Diagram Wadati (April 2010)



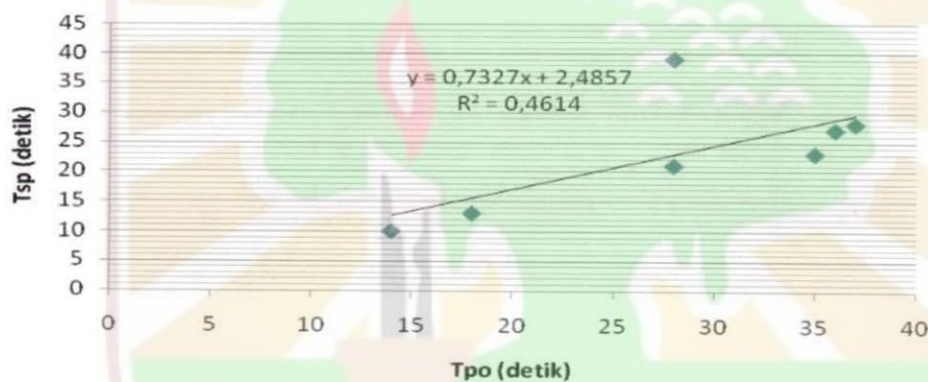
### Diagram Wadati (Mei 2010)



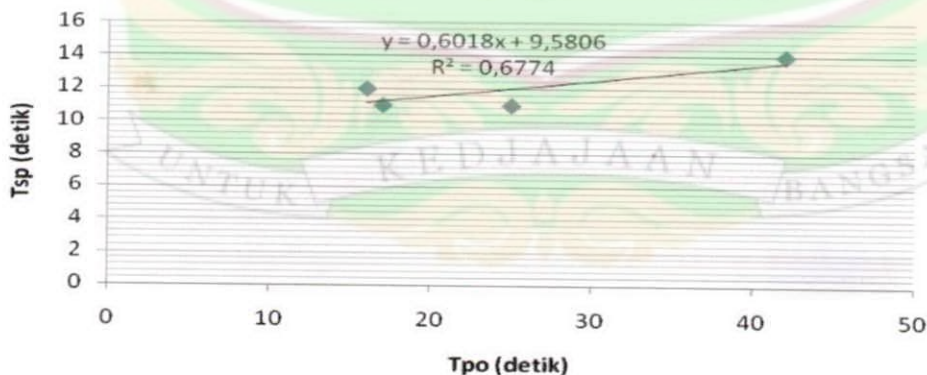
### Diagram Wadati (Juni 2010)



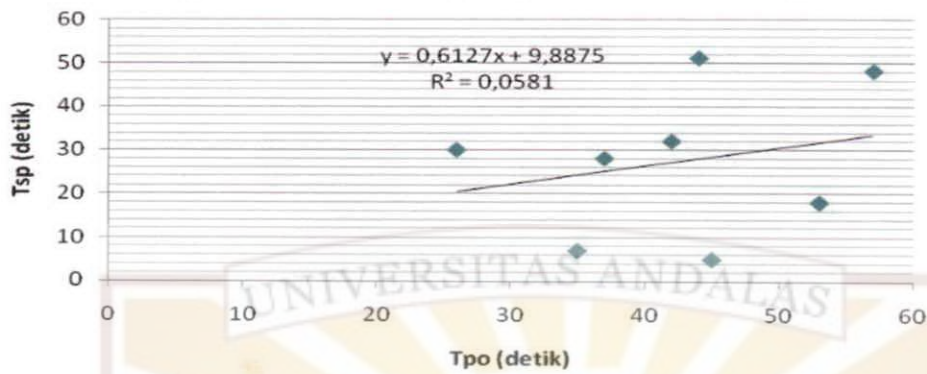
### Diagram Wadati (Juli 2010)



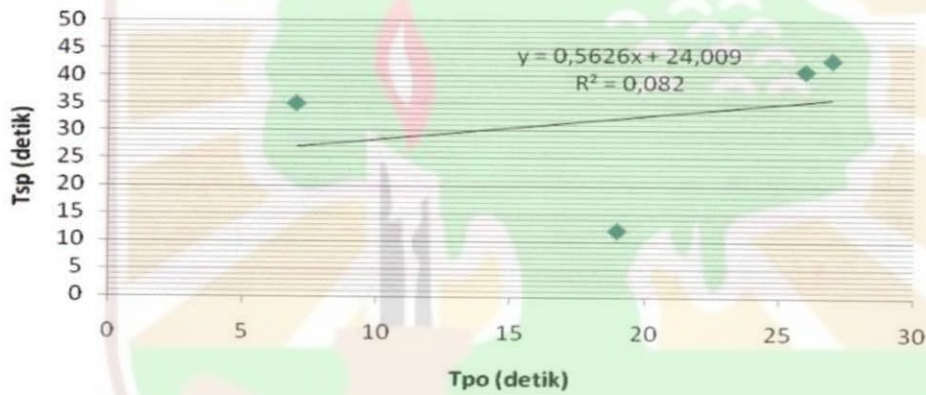
### Diagram Wadati (Agustus 2010)



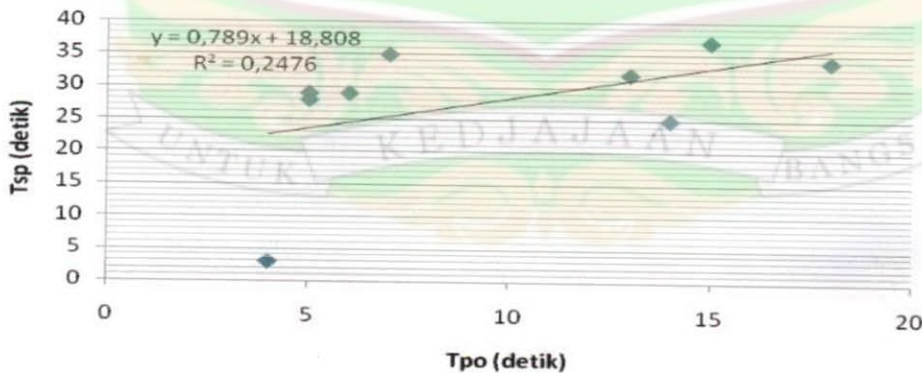
### Diagram Wadati (September 2010)



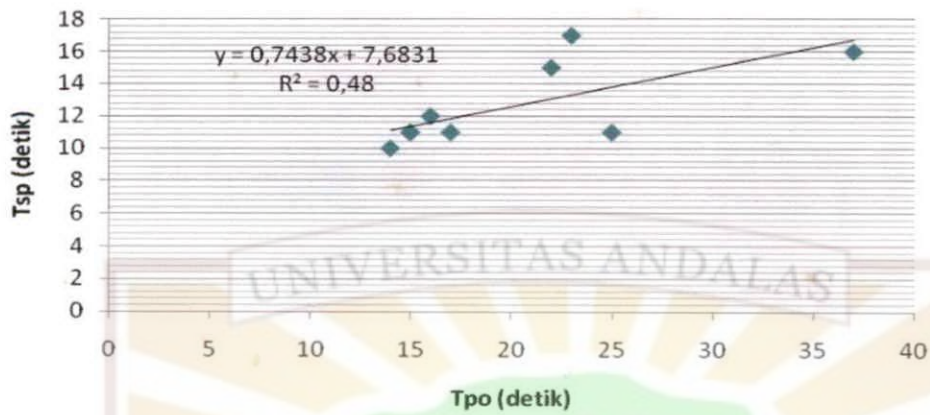
### Diagram Wadati (Oktober 2010)



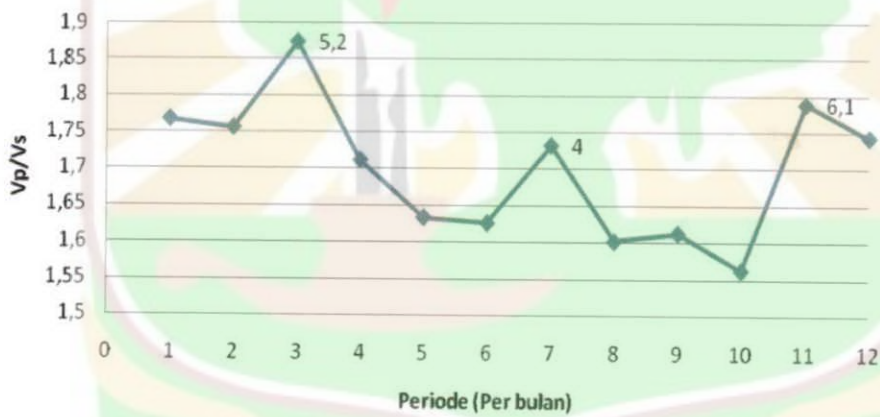
### Diagram Wadati (November 2010)



### Diagram Wadati (Desember 2010)



### Grafik Hubungan Vp/Vs Terhadap Periode Gempa (Per bulan)



UNTUK KEDJAJAAN BANGSA