

## KORELASI PERIODE DOMINAN ( $T_d$ ) DENGAN MAGNITUDO MOMEN ( $M_w$ ) UNTUK GEMPA BUMI LOKAL DI WILAYAH SUMATERA UTARA

Dwi Yustina Kurniawati<sup>1)</sup>, Madlazim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi S1 Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail [yustina.alif@gmail.com](mailto:yustina.alif@gmail.com)

<sup>2)</sup>Dosen Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail [madlazimm@yahoo.com](mailto:madlazimm@yahoo.com)

### Abstrak

Penelitian yang bertujuan menentukan persamaan empiris korelasi periode dominan dengan magnitudo momen untuk gempa bumi lokal di wilayah Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan data gempa bumi lokal di wilayah Sumatera utara dengan 35 data yang diperoleh dari Webdc. Hasil rata-rata periode dominan diperoleh dari beberapa stasiun pencatat gempa bumi yang berbeda dan nilai magnitudo momen diperoleh dari katalog Globalcmt, sehingga dapat diketahui grafik korelasi linear hubungan antara periode dominan dengan magnitudo momen untuk gempa bumi lokal di wilayah Sumatera Utara. Dari hasil penelitian ini didapatkan rumus empiris korelasi antara periode dominan dengan magnitudo momen untuk gempa bumi lokal di wilayah Sumatera Utara yaitu Magnitudo momen =  $1.0626 T_d + 3.997$  atau Periode dominan =  $0.6772 \text{ magnitudo momen} - 2.2799$  dengan diperoleh hasil R-Square sebesar 71.96 % dan hasil (R) koefisien korelasi sebesar  $R=84.83 \%$ , dan hasil korelasi antara magnitudo momen dengan logaritma periode dominan yaitu Magnitudo momen =  $4.1735 \text{ Log } T_d + 4.928$  atau Logaritma periode dominan =  $0.153 \text{ magnitudo momen} - 0.699$  dengan diperoleh hasil R-Square sebesar 64.24 % dan hasil (R) koefisien korelasi sebesar  $R=80.15 \%$

**Kata Kunci:** Kata kunci : Gempa bumi lokal, Periode dominan, Magnitudo momen.

### Abstract

Research aimed at determining the empirical correlation equation with a dominant period of moment magnitude for local earthquakes in the region of North Sumatra. This study uses data of local earthquakes in the region of northern Sumatra with 35 data obtained from Webdc. The average yield obtained from several dominant period seismograph stations different and the value obtained from the catalog magnitude Globalcmt moment, so it can be seen graphs of linear correlation with the relationship between the dominant period of moment magnitude for local earthquakes in the region of North Sumatra. From the results of this study, the empirical formula of the correlation between the magnitude of the moment dominant period for local earthquakes in North Sumatra that moment magnitude  $T_d = 1.0626 + 3997$  or dominant period of moment magnitude =  $0.6772 - 2.2799$  with the obtained results of the R-Square of 71.96% and results (R) correlation coefficient of  $R = 84.83\%$ , and the results of the correlation between the magnitude of the moment with a dominant period is logarithmic magnitude of the moment =  $4.1735 \log T_d + 4928$  or logarithm dominant period of moment magnitude =  $0.153 - 0.699$  with the obtained results of the R-Square of 64.24% and results (R) correlation coefficient of  $R = 80.15\%$

**Keywords:** local earthquakes, the dominant period, the moment magnitude.

### PENDAHULUAN

Di wilayah Indonesia yang sering terjadi gempa bumi terdapat di pulau Sumatera utara, dikarenakan pulau Sumatera utara terletak di antara  $1^0 - 4^0$  lintang utara dan  $98^0 - 100^0$  bujur timur merupakan provinsi yang memiliki zona sesar semangko. Pengaruh energi yang dilepaskan sesar semangko inilah dapat mengakibatkan gempa bumi. Jika gempa bumi dalam magnitudo yang sangat besar terjadi di dasar laut Sumatera utara, maka dapat menimbulkan potensi tsunami.

Terjadinya gempa bumi dengan tsunami terdapat selang waktu 3-10 menit setelah origin time, maka selang waktu tersebut dapat digunakan untuk memberikan

peringatan dini kepada masyarakat apakah gempa bumi tersebut berpotensi tsunami atau tidak sebagai salah satu upaya membangun Sistem Peringatan dini tsunami di Indonesia.

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk peringatan dini tsunami dengan mengetahui periode dominan dari gelombang P yang merupakan nilai puncak dari time domain ( $\tau_c$ ). Nilai periode dominan bersumber dari data gempa bumi dan sudah diketahui magnitudonya dapat secara langsung di download melalui (<http://eida.gfz-potsdam.de/webdc3/>) yang kemudian diolah menggunakan *software* Joko tingkir. Pada tahun 2012 Madlazim telah mengembangkan *software* Joko

Tingkir yang berfungsi untuk menghitung parameter tsunami salah satunya untuk menghitung nilai periode dominan.

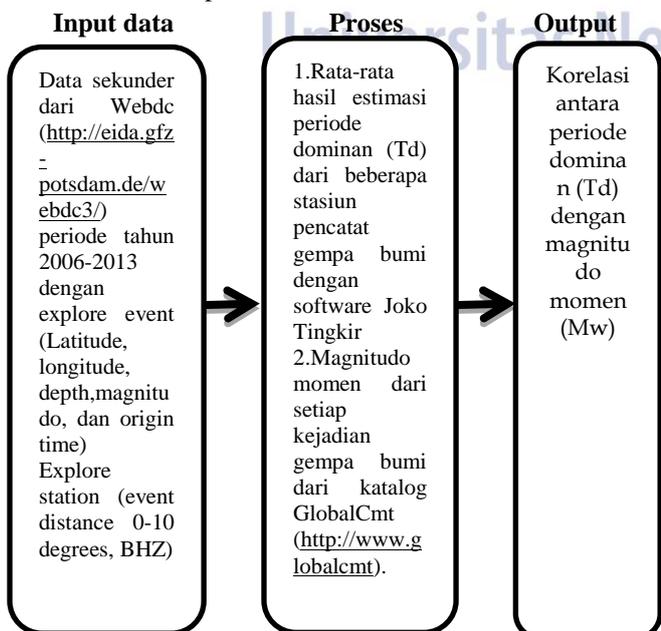
Kejadian tsunami bergantung pada besarnya magnitudo yang terjadi dibawah laut, jumlah energi yang dilepaskan dari sumber gempa bumi dengan lebih akurat jika dinyatakan oleh magnitudo momen. Atas dasar inilah perlu dilakukan penelitian yang menemukan korelasi antara magnitudo momen dengan periode dominan yang dapat digunakan untuk peringatan dini gempa bumi dan tsunami kepada masyarakat agar melakukan tindakan secara cepat dan tepat ketika terjadi gempa bumi agar dapat mengurangi korban jiwa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya Gunawan (2011) yang menyimpulkan bahwa magnitudo sebanding dengan periode dominan, jadi dengan mengetahui periode dominan P kita dapat mengetahui magnitudo dari suatu gempa dalam penelitiannya tersebut hanya berlaku di wilayah Jawa Barat dan beliau menggunakan 2 stasiun yaitu CISI dan LEM. Adapun penelitian lain yang telah dilakukan oleh Dewi (2012) berupa penelitian pada gempa bumi lokal di daerah Sumatera Barat. Dari penelitian tersebut jarak stasiun pencatat gempa bumi lokal tidak melebihi 500km. Dari kejadian gempa bumi yang terjadi sehingga ini merupakan kurang lebih batas-batas untuk gempa bumi lokal. Penelitian ini garis besarnya membahas lebih lanjut tentang korelasi atau hubungan antara periode dominan ( $T_d$ ) dengan magnitudo momen ( $M_w$ ) untuk gempa bumi lokal di wilayah Sumatera utara.

**METODE**

**A. Rancangan Penelitian**

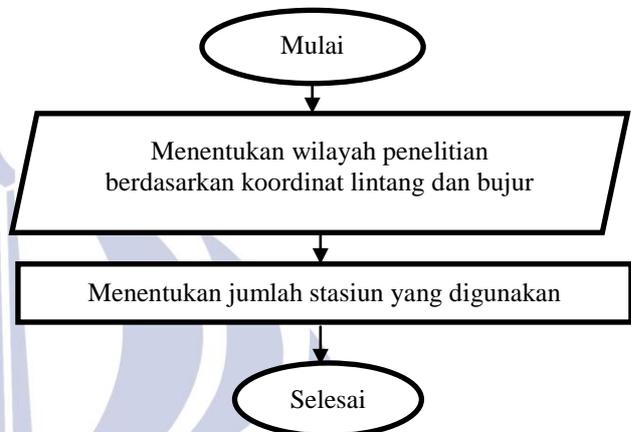
Penelitian ini memiliki jenis penelitian korelasional yang berbasis komputasi, dalam penelian ini data yang di analisis dapat di akses dan di unduh melalui internet. Dimana data di unduh dari jaringan (<http://eida.gfz-potsdam.de/webdc3/>) kemudian dapat dianalisis di laboratorium komputasi.



Gambar 1 Skema perancangan korelasi antara periode dominan ( $T_d$ ) dengan magnitudo momen ( $M_w$ )

**C. Mekanisme Pengumpulan Data**

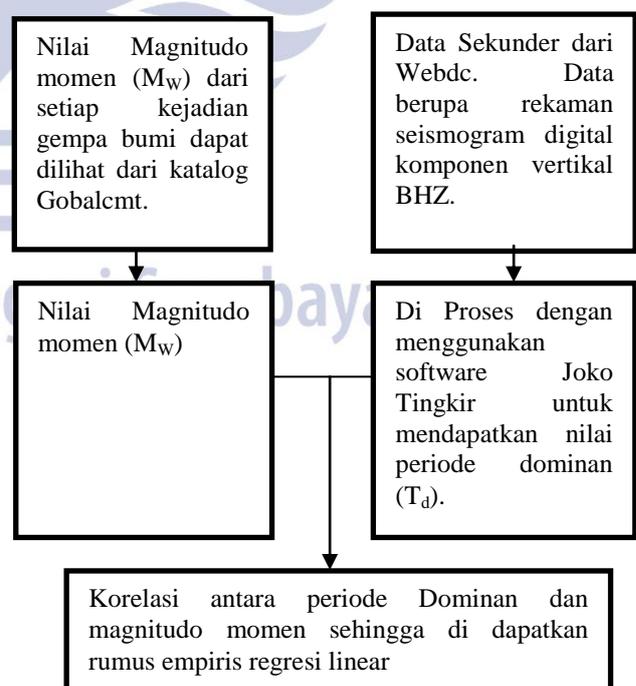
Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan yang berbasis komputasi, pengumpulan data akan dilakukan seperti yang dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 2 Diagram alir pengumpulan data

**D. Teknik Pengolahan Data**

Data yang digunakan dalam penulisan ini adalah data sekunder karena penulis tidak melakukan pengukuran secara langsung.



Gambar 3 Skema Pengolahan Data

**E. Teknik Analisis Data**

**1. Analisis Regresi**

Analisis regresi merupakan suatu teknik untuk membangun persamaan garis lurus dan menggunakan persamaan tersebut untuk membuat perkiraan. Bentuk umum persamaan regresi linear yang menunjukkan hubungan dua variabel adalah  $Y = a + bX$ , dimana X merupakan variabel bebas (*independen*), Y merupakan variabel terikat (*dependen*), a merupakan nilai *intercept* (titik potong kurva terhadap sumbu Y), dan b merupakan kemiringan (*slope*) kurva linear (Algifari, 2000).

**Pengujian terhadap koefisien regresi**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen (X) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y). Pengujian ini melalui beberapa langkah sebagai berikut :

**1. Perumusan hipotesis**

$H_0 ; b = 0$  : variabel independen ( $T_{dur}$ ) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen ( $M_w$ )

$H_A ; b \neq 0$  : variabel independen ( $T_{dur}$ ) berpengaruh terhadap variabel dependen ( $M_w$ )

**2. Menentukan nilai  $t_{tabel}$**

Untuk menentukan nilai  $t_{tabel}$  dapat menggunakan rumus seperti berikut :

$$t_{(n-k;\alpha/2)} = t_{(n-2;0,01/2)} \dots\dots\dots(1)$$

(Algifari, 2000)

**3. Menentukan nilai  $t_{hitung}$**

Menentukan nilai  $t_{hitung}$  dengan rumus sebagai berikut :

$$t_{hitung} = \frac{b-\beta}{s_b} \dots\dots\dots(2)$$

$$s_b = \frac{s_e}{\sqrt{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}} \dots\dots\dots(3)$$

(Algifari, 2000)

**4. Membandingkan nilai  $t_{tabel}$  dengan  $t_{hitung}$**

Untuk membuat keputusan terhadap hipotesis, maka harus membandingkan hasil nilai  $t_{tabel}$  dengan  $t_{hitung}$ . Jika nilai  $t_{hitung}$  lebih besar daripada nilai  $t_{tabel}$  , maka keputusannya adalah menolak hipotesis nol ( $H_0$ ). Sebaliknya, jika nilai  $t_{hitung}$  lebih kecil daripada nilai  $t_{tabel}$ , maka keputusannya menerima hipotesis ( $H_0$ ). (Algifari, 2000)

**Uji normalitas**

Pada penelitian ini menggunakan uji normalitas kolmogorov, uji normalitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu data berdistribusi normal apa tidak. Pengujian normalitas kolmogorov ini dapat dilakukan dengan Ms.Excel.

**2. Analisis Korelasi**

Analisis korelasi merupakan hubungan yang dapat digunakan untuk mengetahui derajat hubungan antara satu variabel dengan variabel lain, digambarkan pada koefisien

determinasi dan koefisien korelasi. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah Persentase variasi nilai variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi yang dihasilkan. Besarnya koefisien determinasi ( $R^2$ ) secara matematis, yaitu:

$$R^2 = \frac{a \sum Y + b \sum XY - n(\bar{Y})^2}{\sum Y^2 - n(\bar{Y})^2} \dots\dots\dots(4)$$

(Algifari, 2000)

Koefisien korelasi (R) adalah ukuran kedua yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana keeratan hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain. Besarnya koefisien korelasi (R) secara matematis, yaitu:

$$R = \sqrt{R^2} \dots\dots\dots(5)$$

(Algifari, 2000)

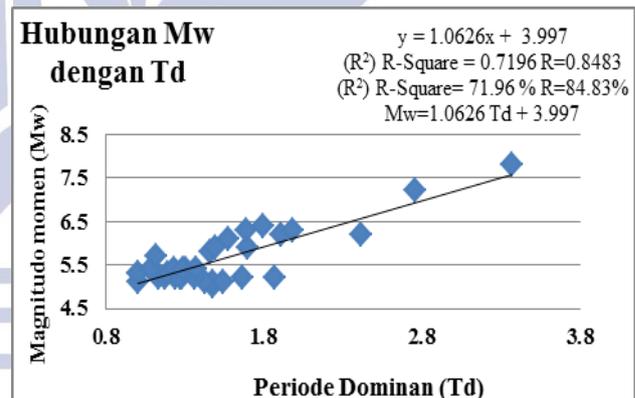
Untuk mengetahui ketepatan persamaan estimasi dapat digunakan kesalahan standar estimasi (standard error of estimate) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - a \sum Y - b \sum XY}{n-2}} \dots\dots\dots(6)$$

(Algifari, 2000)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil grafik dan regresi hubungan antara magnitudo momen dengan periode dominan**

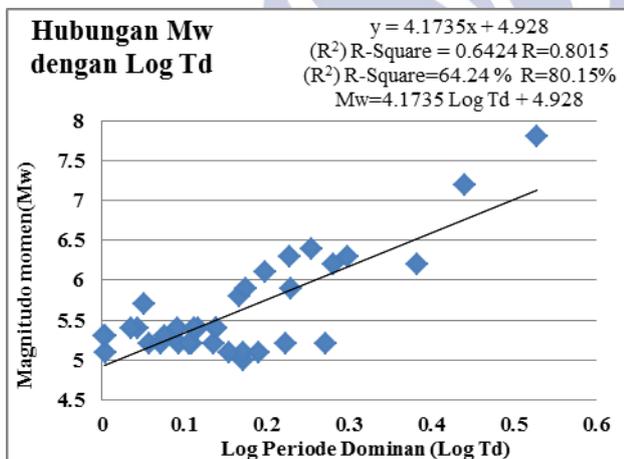


Gambar 4 Output Ms.Excel hasil grafik hubungan antara magnitudo momen dengan periode dominan

Penelitian ini mendapatkan hasil berupa grafik korelasi antara magnitudo momen dengan periode dominan seperti pada gambar 4, dimana sumbu X merupakan periode dominan (Td) dari Webdc dan sumbu Y merupakan nilai magnitudo momen (Mw) dari Globalcmt yang telah dihitung menggunakan Ms.Excel. Grafik tersebut menggambarkan persamaan regresi yang merupakan suatu teknik untuk membangun persamaan garis lurus. Bentuk umum persamaan regresi linear yang menunjukkan hubungan antara dua variabel adalah  $Y=a+bX$  dan menggunakan persamaan tersebut untuk membuat perkiraan (*prediction*), dimana X merupakan

variabel bebas (*independen*), Y merupakan variabel terikat (*dependen*), a merupakan nilai *intercept* (titik potong kurva terhadap sumbu Y), dan b merupakan kemiringan (*slope*) kurva linear (Algifari. 2000), sehingga hasil uji regresi hubungan periode dominan dengan magnitudo momen didapatkan persamaan regresi linier yaitu  $Mw=1.0626 Td+3.997$ . Dari grafik gambar 4 menunjukkan hubungan antara periode dominan dan magnitudo momen didapatkan R-Square sebesar 71.96%, dimana R-Square (koefisien *determinasi*) merupakan persentase nilai Y yang dapat dijelaskan oleh garis regresi, garis regresi yang baik adalah garis regresi yang koefisien determinasinya semakin besar atau mendekati 100%. Penelitian ini juga mendapatkan hasil akar dari koefisien determinasi (R-Square) yang disebut koefisien korelasi (R) sebesar 84.82%, dimana koefisien korelasi merupakan ukuran kedua yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana keceratan hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain.

**B. Hasil grafik dan regresi hubungan antara magnitudo momen dengan logaritma periode dominan**



Gambar 5 Hasil grafik dan regresi hubungan antara magnitudo momen dengan logaritma periode dominan

Penelitian ini menunjukkan grafik korelasi antara magnitudo momen dengan logaritma periode dominan yang didapatkan hasil regresi linearnya yaitu  $Mw=4.1735 \text{ Log Td} + 4.928$ , dimana sumbu X merupakan nilai logaritma periode dominan (Log Td) yang telah dihitung dan sumbu Y merupakan nilai magnitudo momen dari Globalcm. Dari gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara logaritma periode dominan dan magnitudo momen didapatkan R-Square sebesar 64.24%. Dimana R-Square merupakan persentase nilai Y yang dapat dijelaskan oleh garis regresi, garis regresi yang baik adalah garis regresi yang koefisien determinasinya semakin besar atau mendekati 100%. Hasil akar dari

koefisien determinasi (R-Square) atau hasil koefisien korelasi (R) sebesar 80.15%.

**PENUTUP**

**A. Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini didapatkan persamaan empiris korelasi antara magnitudo momen dengan periode dominan untuk mengkorelasi magnitudo gempa bumi lokal di Sumatera Utara yaitu Magnitudo momen= $1.0626 Td + 3.997$ , dan untuk hasil regresi hubungan Mw dengan Logaritma Td didapatkan  $Mw=4.1735 \text{ LogTd} + 4.928$ .
2. Hasil dari penelitian ini didapatkan korelasi antara periode dominan dan magnitudo momen dengan metode regresi linier dengan nilai ketepatan R-Square sebesar 71.96% dan R sebesar 84.83%, dan hubungan Mw dengan Logaritma Td didapatkan nilai ketepatan R-Square sebesar 64.24% dan R sebesar 80.15%

**DAFTAR PUSTAKA**

Artikel ini mengaju pada skripsi yang ditulis oleh Dwi Yustina Kurniawati yang berjudul Korelasi magnitudo momen ( $M_w$ ) dengan periode dominan (Td) untuk gempa bumi lokal di wilayah Sumatera Utara.

Algifari. 2000. Analisis Regresi Teori, Kasus, dan Solusi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada (UGM)

Dewi, HR.2012. *Korelasi Magnitudo Gempabumi Lokal Dengan Periode Dominan Gelombnag P Untuk Peringatan Dini Tsunami*. Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Vol 1,No 1, Tahun 2012.

Gunawan, Hendar. 2011. *Potensi Dini Gempa (Belajar Dari Gempa Tasikmalaya, 2 September 2009, M 2.7 SR Di Jawa Barat*. Jakarta: BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA

Madlazim. 2011. *Joko Tingkir Versi 1.11*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya

Lomax, A. & Michelini, A., 2010. *Tsunami early warning using earthquake rupture duration and P-wave dominant-period: the importance of length and depth of faulting*. *geophys.*

Noor, Djauhari. 2011. *Teori Pembentukan bumi dan lempeng tektonik Palembang*: Universitas Sriijaya (UNSRI)

Pattinama, Jandri Welson. 2009.*Estimasi magnitude gempa local menggunakan durasi signal(Stasiun*

*Korelasi Periode Dominan (Td) dengan Magnitudo Momen (Mw)  
untuk Gempa Bumi Lokal di Wilayah Sumatera Utara*

*Geofisika Kendari*). Tangerang: AKADEMI METEOROLOGI DAN GEOFISIKA

Pawirodikromo, Widodo. 2012. *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia (UII).

RKPD Provinsi Sumatera Utara, 2012

Sukanta, I Nyoman. 2010. *Accelerograph BMKG dalam Penentuan Peta Intensitas Gempa Kuat*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

Telford, W.P., Geldart, L.P., & Sheriff, R.E. (1992). *Applied Geophysics, Second Edition*. New York : Cambridge University Press

Waluyo. 2002. *Diktat Kuliah Seismologi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada (UGM)

Website resmi Wikipedia struktur bumi ([http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Earth\\_poster.svg](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Earth_poster.svg)) di akses tanggal 20 Februari 2015

Website resmi Weebly lempeng tektonik (<http://plhclassproject.weebly.com/>) di akses tanggal 20 Februari 2015

Website resmi gelombang seismik (<http://www.sharemyeyes.com/>) di akses tanggal 20 Februari 2015

Website resmi download data event gempa bumi (<http://eida.gfz-potsdam.de/webdc3/>) di akses tanggal 25 Februari 2015

Website resmi magnitudo event gempa bumi (<http://www.globalcmt.com/>) di akses tanggal 27 Februari 2015

