

PENENTUAN KORELASI MAGNITUDO MOMEN DENGAN DURASI RUPTURE GEMPA BUMI LOKAL UNTUK DETEKSI DINI TSUNAMI DI PAPUA

Anita Andriana, Madlazim

Jurusan Fisika, FMIPA, Unesa

andrianaanita@gmail.com, madlazim@fmipa.unesa.ac.id

Abstrak

Papua merupakan salah satu wilayah rawan gempa bumi yang terletak di timur kepulauan Indonesia dan memiliki geologi sangat kompleks karena terbentuk dari dua interaksi lempeng yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan korelasi magnitudo momen (M_w) dengan durasi *rupture* (T_{dur}) gempa bumi lokal untuk deteksi dini tsunami di Papua dan untuk menganalisis korelasi magnitudo momen (M_w) dengan durasi *rupture* (T_{dur}) gempa bumi lokal untuk deteksi dini tsunami di Papua dengan mengkaji persamaan empiris yang didapatkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode langsung yaitu dengan mengolah durasi *rupture* (T_{dur}) menggunakan *software* Joko Tingkir dimana data diperoleh dari (<http://eida.gfz-potsdam.de/webdc3/>) periode 2008-2014, dan magnitudo momen (M_w) diperoleh dari (<http://www.globalcmt>). Setelah itu, dicari persamaan empiris antara durasi *rupture* (T_{dur}) dengan magnitudo momen (M_w) menggunakan metode regresi linier dan korelasi linier. Hasil dari penelitian ini didapatkan rumus empiris $M_{T_{dur}} = 0,033T_{dur} + 3,645$ dengan koefisien korelasi 0,88 dan koefisien determinasi 77,9%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa persamaan ini dapat digunakan untuk penentuan momen magnitudo dengan menentukan durasi *rupture* dari seismogram yang terekam di stasiun.

Kata Kunci: Gempa Bumi Lokal, Korelasi Linier, Magnitudo Momen(M_w), Durasi *Rupture* (T_{dur})

Abstract

Papua is one of the sensitive areas for earthquakes. It is located in the east of Indonesia's archipelago, and has complex geological structures because it is shaped from two interacted earth's plates : Indo-Australia plate and Pasific plate. The purposes of this research are to determine the correlation of moment magnitude (M_w) with rupture duration (T_{dur}) of local earthquake for early detection of tsunami in Papua and to analyze the correlation of moment magnitude with rupture duration of local earthquake for early detection of tsunami in Papua by learning the empirical similarity. The method used in the research is a direct method. By means, managing the rupture duration uses Joko Tingkir software in which the data are taken from (<http://eida.gfz-potsdam.de/webdc3/>) in 2008-2014 , and the moment magnitude is from (<http://www.globalcmt>). Accordingly, the empirical similarity between the rupture duration and the moment magnitude is seeked with linear regression and linear correlation method. The result of the research gives an empirical formula $M_{T_{dur}} = 0,033T_{dur} + 3,645$ with coefficient of correlation 0,88 and coefficient of determination 77,9%. Thus, concluded that similarity can be used to determine the moment magnitude by determining the rupture duration from seismograph.

Keywords: Local earthquake, linear correlation, Moment magnitude, Rupture duration.

PENDAHULUAN

Papua merupakan pulau yang berada di timur wilayah kepulauan Indonesia. Papua memiliki geologi yang sangat kompleks karena kawasannya terbentuk dari dua interaksi lempeng yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik. Pertemuan dua lempeng tersebut membentuk daerah subduksi sehingga menghasilkan bentukan yang khas dan menjadikan Papua sebagai salah satu wilayah rawan gempa bumi tektonik maupun tsunami.

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat oleh pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-

tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan kerak bumi. Akumulasi Energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai permukaan (BMKG, 2010). Fenomena gempa-tsunami yang terjadi di Indonesia khususnya Papua tidak dapat dicegah atau ditentukan waktu dan lokasinya, akan tetapi kita dapat mengurangi jatuhnya korban jiwa serta kerusakan yang ditimbulkan. Salah satu cara yaitu mengestimasi terjadinya tsunami yang disebabkan oleh gempa dengan mengetahui karakteristik gempa serta parameternya yang

memiliki pengaruh kuat sebagai penyebab terjadinya tsunami.

Beberapa lembaga seismologi dunia seperti Japan Meteorology Agency (JMA), the system Indonesian Tsunami Early Warning System (Ina-Tews) dan West Coast and Alaska (WCATWC), Pasific (PTWC) Tsunami Warning Centres pertama kali mengidentifikasi gempa bumi yang berpotensi menimbulkan tsunami berdasarkan parameter-parameter gempa bumi seperti lokasi, kedalaman dan magnitudo yang ditentukan secara cepat (Madlazim, 2011). Tetapi parameter yang digunakan tersebut kurang akurat karena tidak berlaku untuk semua gempa-tsunami yang terjadi. Lomax dan Micheline (2009b ; 2011) telah menemukan bahwa parameter panjang *rupture* dari suatu gempa bumi merupakan parameter yang paling dominan sebagai penyebab tsunami. Lomax dan Micheline (2009b ; 2011) juga telah menemukan hubungan antara panjang *rupture* (L) dan durasi *rupture* yang bisa dinyatakan bahwa durasi *rupture* sebanding dengan panjang *rupture*. Selain itu, Metode *Faulting Tsunami* (MFT) menyatakan hubungan antara durasi *rupture* dengan magnitudo momen (M_w), semakin lama durasi *rupture* gempa bumi, semakin besar momen magnitudonya.

Dengan adanya hubungan antara durasi *rupture* (T_{dur}) dan momen magnitudo (M_w), kita dapat menggunakan parameter ini untuk mengetahui informasi gempa bumi yang berpotensi tsunami dan lokasi-lokasi yang berpeluang terjadi gempa susulan, khususnya di wilayah Papua. Sehingga penulis melakukan penelitian yang berjudul “PENENTUAN KORELASI MAGNITUDO MOMEN DENGAN DURASI RUPTURE GEMPA BUMI LOKAL UNTUK DETEKSI DINI TSUNAMI DI PAPUA”.

METODE

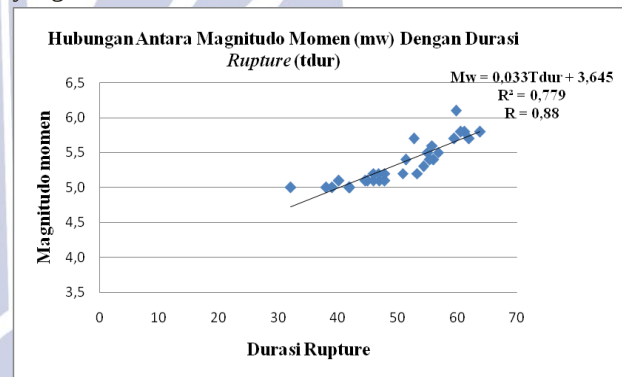
Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian korelasional berbasis komputasi. Dalam penelitian ini, data yang dianalisis dapat di akses dan diunduh melalui internet. Data diperoleh dari (<http://eida.gfz-potsdam.de/webdc3/>) periode 2008-2015 dengan magnitudo $5,0 \leq M \leq 9,0$ dan jarak stasiun gempa bumi dengan kejadian gempa bumi < 500 km, kemudian diolah menggunakan *software* Joko Tingkir, sedangkan untuk magnitudo momen diperoleh dari website (<http://www.globalcmt>). Dari hasil yang didapatkan, kemudian dikorelasikan antara momen magnitudo gempa bumi yang diperoleh dari katalog GlobalCMT (<http://www.globalcmt>) dengan durasi *rupture* menggunakan metode analisis regresi dan korelasi linear yang nantinya akan didapatkan bentuk persamaan empiris.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, data yang diperoleh berupa grafik hasil korelasi antara durasi *rupture* dengan magnitudo momen. Berikut adalah hasil dan pembahasan data tersebut.

A. Hasil Hubungan Antara Magnitudo Momen (M_w) Dengan Durasi Rupture (T_{dur}) Dengan Metode Regresi Dan Korelasi

Pada penelitian ini didapatkan hasil berupa grafik korelasi antara durasi *rupture* dengan magnitudo momen seperti pada gambar 1, dimana sumbu X merupakan nilai durasi *rupture* dari webDC yang diolah menggunakan *software* Joko Tingkir dan sumbu Y merupakan nilai momen magnitudo dari GlobalCMT. Pada Grafik tersebut menunjukkan adanya gejala linieritas atau kelurusan letak titik-titik sehingga dapat diduga bahwa regresinya merupakan regresi linier. Regresi linier ditarik secocok mungkin dengan letak titik-titik, kemudian persamaannya ditentukan dengan menggunakan dua titik yang dilalui.



Gambar 1 Output Ms.Excel Hasil Grafik Hubungan Antara Momen Magnitudo(M_w) dengan Durasi Rupture (T_{dur})

Pada grafik diatas diperoleh persamaan koefisien regresi sebesar $M_w = 0.033T_{dur} + 3.645$ dengan kesalahan standar koefisien regresi $S_b = 0.01$, dimana koefisien a = 3.645 dan koefisien b = 0.033. Dalam hal ini koefisien b bertanda positif, berarti menunjukkan bahwa grafik tersebut mengalami kenaikan, sehingga dikatakan bahwa untuk setiap X (durasi *rupture*) bertambah besar maka rata-rata momen magnitudo bertambah sebesar 0.033. Sedangkan untuk mengetahui apakah variabel independen (X) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y) maka dilakukan uji statistik koefisien regresi. Dalam uji statistik koefisien regresi diperlukan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} . Pada penelitian ini diketahui nilai $t_{hitung} = 3.3$ dan $t_{tabel} = 2.763$. Dengan nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$, berarti menunjukkan bahwa adanya pengaruh variabel independen (T_{dur}) terhadap dependen (M_w).

Koefisien relasi $r = 0,88$ digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara dua variabel. Koefisien relasi menunjukkan bahwa r positif, tanda positif ini menunjukkan adanya korelasi positif atau hubungan yang searah. Artinya, apabila nilai variabel satu naik, maka nilai variabel yang lain juga naik. Hal ini menunjukkan bahwa lamanya durasi *rupture* suatu gempa bumi yang terjadi akan mengakibatkan bertambah besarnya momen magnitudo pada gempa bumi tersebut. Pernyataan ini juga dibuktikan dengan hasil pengujian statistik koefisien korelasi yang menunjukkan bahwa nilai t_{tabel} lebih kecil daripada t_{hitung} yang berarti menyatakan bahwa adanya korelasi antara variabel satu dengan variabel lainnya.

Sedangkan untuk nilai koefisien determinasi dari persamaan regresi sebesar $r^2 = 77,9\%$ digunakan untuk mengetahui presentase pengaruh variabel independen (X) terhadap perubahan variabel dependen (Y). Pada penelitian ini diperoleh nilai koefisien determinasi (r^2) = 0.779, artinya pengaruh variabel X terhadap perubahan variabel Y adalah 77.9%, sedangkan sisanya sebesar 22,1% dipengaruhi oleh variabel lain selain X. Atau dengan kata lain, perubahan nilai momen magnitudo (Y) adalah 77,9% dipengaruhi oleh durasi *rupture* (X) dan sisanya sebesar 22,1% dipengaruhi oleh faktor lain selain variabel independen (T_{dur}) yang terdapat pada persamaan regresi tersebut.

Berdasarkan pembahasan diatas menunjukkan hubungan yang jelas antara durasi *rupture* dengan momen magnitudo. Adanya kecenderungan semakin besar durasi *rupture* maka momen magnitudonya akan semakin besar pula. Akan tetapi dalam penelitian ini tidak ada gempa bumi yang berpotensi terhadap timbulnya tsunami karena durasi *rupture* yang diperoleh tidak lebih dari 65 *second* dan dengan momen magnitudonya < 6.5 . Sedangkan dalam teori dijelaskan bahwa salah satu karakteristik gempa bumi yang dapat menimbulkan tsunami yaitu magnitudo gempanya (M) ≥ 7.0 SR. Maka dari itu persamaan empiris yang diperoleh dalam penelitian ini hanya berlaku atau bisa dipakai pada momen magnitudo < 6.5 .

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian korelasi magnitude momen dan durasi *rupture* dan pembahasannya, dapat dirumuskan simpulan sebagai berikut:

1. Untuk menentukan korelasi antara magnitudo *momen* dengan durasi *rupture* yaitu dengan mencari nilai dari durasi *rupture* setiap kejadian gempa bumi periode 2008-2014 di WebDc yang diolah dengan *software* Joko Tingkir dan untuk momen magnitudonya diperoleh dari GlobalCMT. Kemudian dikorelasikan

menggunakan metode analisis regresi dan korelasi linier.

2. Hasil dari penelitian ini didapatkan hubungan yang sangat kuat dengan persamaan empiris korelasi antara magnitudo *momen* (M_w) dengan durasi *rupture* (T_{dur}) dengan metode regresi linier yaitu $y = 0,033x + 3,645$, dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,779 atau 77,9% dan koefisien relasi sebesar 0,88. Persamaan ini berlaku hanya pada momen magnitudo < 6.5 .

SARAN

Saran untuk penelitian ini adalah:

1. Ada penelitian selanjutnya mengenai korelasi antara dengan magnitudo *momen* (M_w) dengan durasi *rupture* (T_{dur}) untuk daerah-daerah yang rawan terhadap bencana gempa bumi ataupun tsunami yang magnitudo momennya > 6.5 .
2. Ada penelitian yang lain di wilayah Papua dengan memanfaatkan durasi *rupture* sebagai model penelitian yang tidak hanya digunakan sebagai deteksi dini tsunami
3. Perlunya perbaikan atau perkontrolan setiap stasiun pencatat kejadian gempa bumi agar bisa meminimalisir terjadinya noise.

DAFTAR PUSTAKA

- Algifari.2000. *Analisis Regresi*. Yogyakarta : BFFE-YOGYAKARTA
- Jandri W.P.2009. *Estimasi Magnitude Gempa Lokal Menggunakan Durasi Signal (Stasiun Geofisika Kendari)*. Akademi Meteorologi dan Geofisika Jakarta.
- Lomax, A. & Michelini, A. 2009b. *Tsunami early warning using earthquake ruptureduration*, *Geophys.Res.Lett.*, 36, L09306, doi :10.1029/2009GL037223.
- Lomax, A. and A. Michelini. 2005. Rapid determination of earthquake size for hazard warning, *Eos Trans. AGU*, 86(21), 202.
- Lomax, A. and A. Michelini. 2011. *Tsunami early warning using earthquake rupture duration and P-wave dominant period: the importance of length and depth of faulting*, *Geophys. J. Int.* 185, 283-291, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04916.x.
- Lay, T., and T. C. Wallace (1995). *Modern Global Seismology*, Academic Press, San Diego, 521pp. (Also printed in Japanese).

Madlazim. 2011. *Toward indonesian tsunami early warning system By using rapid rupture durations calculation*. Journal of Tsunami Society International. Science of Tsunami Hazards, Vol. 30, No. 4, page 233 (2011).

Madlzim dan Hariyono. 2011. *Joko Tingkir Program for Estimating Tsunami Potential and Rapidly and Accurately*, (Online), Aip conf. Proc. 1617, 57 (2014). (<http://dx.doi.org/10.1063/1.4897103>, diunduh 20 Desember 2014)

Nandi. 2006. *Gempa Bumi*. Jakarta : Universitas Pendidikan Indonesia

Pawirodikromo. 2012. *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar

Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung : ITB Bandung.

Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu Yogyakarta.

Sudjana. 2000. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito Bandung. Suharjanto. 2013. *Rekayasa gempa*. Yogyakarta : Penerbit Kepel Press.

