

PREDIKSI WAKTU BERAKHIRNYA GEMPA BUMI SUSULAN DENGAN EMPAT METODE UNTUK KEJADIAN DI LEBAK, BANTEN, PADA 07 – 17 JULI 2018

Nanda Ridki Permana^{1,†}, Rendinis²

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jalan. Ir. H. Djuanda No.95, Cempaka Putih, Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten 15412, Indonesia

²Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BBMKG) Wilayah II Ciputat, Jl. H. Abdul Gani No.05, Cempaka Putih, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

[†]nandaridki99@gmail.com

Diterima: Oktober 2018; Diperbaiki: Mei 2019; Disetujui: Mei 2019; Tersedia Daring: Desember 2019

Abstrak

Gempa bumi susulan (aftershocks) merupakan gempa yang terjadi setelah gempa bumi utama (mainshock) dengan magnitudo yang lebih kecil yang terjadi pada wilayah yang sama. Telah dilakukan penelitian tentang analisis prakiraan waktu berakhirnya gempa bumi susulan di Lebak, Banten pada tanggal 07 Juli 2018 – 17 Juli 2018. Metode yang digunakan adalah metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu, dimana nilai-nilai konstanta dari persamaan tersebut ditentukan dengan metode *Least Square*. Data yang diolah merupakan data gempa bumi susulan yang tercatat dari BBMKG Wilayah II Ciputat, Tangerang Selatan. Pada penelitian ini digunakan kasus gempa yaitu gempa Lebak pada tanggal 07 Juli 2018 – 17 Juli 2018. Waktu berakhirnya gempa bumi susulan untuk gempa bumi Lebak yaitu pada hari ke-11. Hasil analisis menunjukkan bahwa gempa bumi di Lebak mempunyai tipe gempa yaitu adanya gempa bumi pendahuluan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode yang sesuai untuk memperkirakan waktu berakhirnya gempa bumi susulan di Lebak adalah metode Utsu. Hasil prakiraan untuk Metode Utsu lebih mendekati data aktual daripada metode lainnya. Semakin mendekati waktu (t) berakhirnya gempa bumi susulan maka akan semakin menurun frekuensi gempa $n(t)$ susulan nya.

Kata Kunci: Gempa bumi susulan, Omori, Mogi I, Mogi II, Utsu.

Abstract

Aftershocks are earthquakes that occur after a major earthquake with a smaller magnitude that occurs in the same area. Research has been conducted on the analysis of the forecast time for the end of aftershocks in Lebak, Banten on July 7, 2018 - July 17, 2018. The method used is the method of Omori, Mogi I, Mogi II and Utsu, where the constant values of the equation are determined by the Least Square method. The processed data is aftershock data recorded from BBMKG Wilayah II Ciputat, South Tangerang. In this study the earthquake case was used, namely the Lebak earthquake on July 7, 2018 - July 17 2018. The time of the end of the aftershock for the Lebak earthquake was on the 11th day. The results of the analysis show that the earthquake in Lebak had an earthquake type, namely the presence of a foreshocks. The calculation results show that the appropriate method for estimating the end time of aftershocks in Lebak is the Utsu method. The forecast results for the Utsu Method are closer to the actual data than the other methods. The closer the time (t) to the end of the aftershock the lower the earthquake frequency $n(t)$ aftershocks.

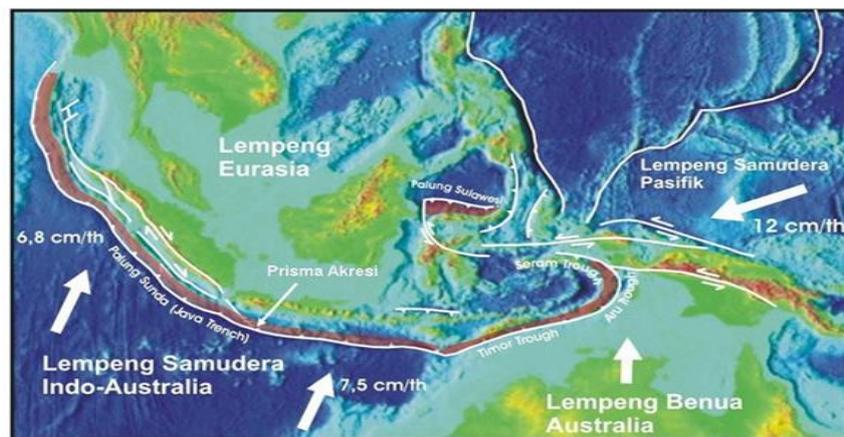
Keywords: Aftershocks, Omori, Mogi I, Mogi II, Utsu.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat rawan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh dua faktor yang saling berkait berikut, yang pertama posisi geologis Indonesia berada pada pertemuan 3 lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia (Gambar 1) [1]. Gaya interaksi antar-lempeng tersebut senantiasa menekan dan menggeser berbagai patahan yang tersebar di seluruh bagian Indonesia, baik di daratan maupun di dasar lautan, yang kedua pada masa lampau selama puluhan juta tahun Indonesia dibangun atas gabungan berbagai lempeng benua mikro dan busur gunung api, yang digerakkan oleh proses tektonik yang kompleks hingga berada di tempat saat ini, proses tumbukan puluhan lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya berbagai jenis patahan yang tersebar di berbagai tempat [2].

Oleh karena itu, meskipun Indonesia memiliki zonasi kawasan rentan gempa bumi di sepanjang daerah-daerah yang dekat dengan wilayah interaksi lempeng tektonis, seperti di pesisir selatan Jawa dan pesisir barat Sumatera, namun Indonesia juga kerap mengalami gempa bumi pada daerah yang jauh dari zona interaksi lempeng (misal: Gempa Tarakan, Kalimantan Utara, 21 Desember 2015). Telah ratusan ribu jiwa tercatat menjadi korban bencana gempa bumi tektonis di Indonesia, yang terjadi di berbagai daerah.

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak Bumi (lempeng Bumi) [4]. Setelah gempa bumi utama biasanya terjadi gempa bumi susulan yang magnitudonya lebih kecil dari pada gempa bumi utama yang berangsur-angsur berakhirnya gempa bumi, peristiwa ini biasanya disebut peluruhan gempa bumi. Menurut penulis peluruhan gempa bumi perlu dipelajari dan diteliti jika terjadi gempa bumi agar dapat memberitahukan gempa susulan setelah gempa utama selesai.



Gambar 1. Pertemuan 3 lempeng besar di Indonesia

Untuk meminimalisir dampak bencana gempa bumi susulan, dalam hal ini penulis tertarik meneliti tentang masalah peluruhan gempa bumi (berakhirnya gempa bumi susulan) yang terjadi di daerah Lebak, Banten pada tanggal 07 Juli 2018 – 17 Juli 2018 dengan Metode Omori, Mogi I, Mogi II dan Utsu yang diambil dari data gempa bumi utama dan gempa bumi susulan dari kantor BBMKG Wilayah II Ciputat, Tangerang Selatan.

DATA DAN METODE PENELITIAN

Data penelitian ini, menggunakan data yang tercatat di kantor BBMKG Wilayah II Ciputat, Tangerang Selatan. Data ini merupakan data, gempa bumi utama dan gempa bumi susulan yang terjadi di Lebak, Banten pada tanggal 07 Juli 2018-17 Juli 2018. Dari data gempa bumi diperoleh informasi bahwa gempa bumi utama terjadi pada pukul 10:56:06 WIB pada tanggal 07 Juli 2018 yang disusul gempa bumi susulan yang terjadi pada pukul 11:01:15 WIB pada tanggal 07 Juli 2018 sampai dengan pukul 12:48:00 WIB pada tanggal 17 Juli 2018.

Data yang digunakan hanya data gempa bumi susulan untuk menentukan prakiraan berakhirnya gempa bumi susulan, pada data yang diperoleh terdapat gempa bumi susulan terjadi dalam waktu 11 hari dengan 27 kali kejadian gempa bumi. Pada saat pengolahan data menggunakan metode Omori, Mogi 1, Mogi 2, dan Utsu (Metode Peluruhan) yang diperlukan adalah waktu gempa bumi (t) dan frekuensi gempa bumi terhadap waktu (t) (banyaknya kejadian gempa bumi tiap waktu (t)) yaitu n(t).

Dalam hal ini diatur waktu(t) nya dalam 2 hari sekali dan terdapat 6 t atau sama dengan 12 hari, seharusnya sama dengan 11 hari, dikarenakan data gempa bumi susulan tidak muncul untuk setiap harinya, maka dibuat 12 hari agar mempermudah perhitungan, karena di hari ke 12 sudah tidak terdapat gempa bumi susulan lagi, maka t nya lebih akurat 5,5 t agar sama dengan data riil berakhirnya gempa bumi susulan, maka frekuensi gempa bumi n(t) dihitung berapa banyak terjadinya gempa bumi dalam waktu 2 hari sekali. Dalam hal ini seharusnya Tabel 1 di bawah ini menyajikan frekuensi gempa bumi n(t) dengan waktu (t).

Tabel 1. Frekuensi gempa bumi susulan berdasarkan waktu

Waktu (t) (2 hari)	Hari	Frekuensi Gempa Bumi n(t)
1	2	17
2	4	5
3	6	1
4	8	1
5	10	1
6	12	2

Hubungan antara frekuensi gempa bumi susulan n(t) dan waktu (t) dapat dianggap sebagai suatu hubungan *linear* jika dilihat dari banyaknya gempa bumi susulan yang rata-rata menurun terhadap waktu [5]. Maka perhitungan waktu berakhirnya gempa bumi susulan dengan menggunakan regresi *linear* persamaan Omori, Mogi I, Mogi II, dan Utsu adalah sebagai berikut:

a) Metode Omori:

$$\frac{1}{n(t)} = \frac{c}{k} + \frac{1}{k} \cdot t \quad (1)$$

b) Metode Mogi I

$$\log n(t) = \log \alpha - b \log t \quad (2)$$

c) Metode Mogi II:

$$\ln n(t) = \ln \alpha - b \cdot t \quad (3)$$

d) Metode Utsu:

$$\log n(t) = \log \alpha - b \log [t + 0.01] \quad (4)$$

n(t) adalah frekuensi gempa bumi susulan pada selang waktu tertentu, t adalah waktu setelah gempa bumi utama terjadi, c, k, a, dan b adalah parameter seismotektonik. Untuk memperoleh nilai t (waktu berakhirnya gempa bumi susulan), maka nilai konstanta A dan B diasumsikan pada masing-masing persamaan dari metode Omori, Mogi I, Mogi II, dan Utsu [3]. Perhitungan koefisien korelasi dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan linear antar variable frekuensi gempa bumi n(t) dengan waktu (t), yang diformulasikan sebagai berikut:

$$r_{yx} \text{ atau } r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{atau} \quad (5)$$

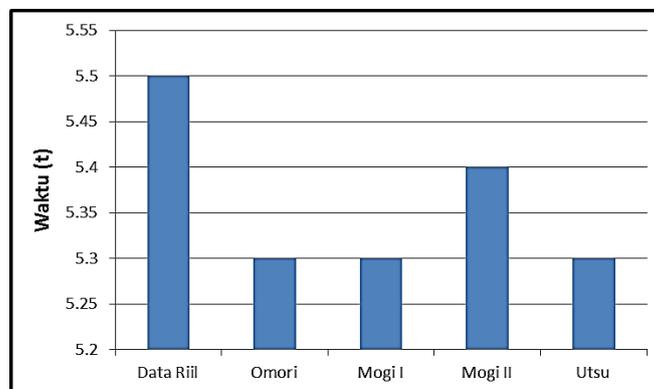
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}} \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengolahan data gempa bumi susulan yang terjadi di Lebak, Banten yang terjadi pada tanggal 07 Juli 2018 dengan 4 metode yaitu Metode Omori, Metode Mogi I, Metode Mogi II, dan Metode Utsu, didapatkan nilai prediksi waktu berakhirnya gempa bumi susulan (t) dan nilai korelasi (r) antara waktu berakhirnya gempa bumi susulan (t) dengan frekuensi gempa bumi susulan $n(t)$. Dari hasil pengolahan data yang didapat, dipilih metode mana yang lebih tepat memprediksi waktu berakhirnya gempa bumi susulan (t) berdasarkan data asli gempa bumi susulan dan melihat nilai korelasi yang mendekati nilai -1 . Berikut adalah tabel hasil pengolahan data gempa bumi susulan (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil korelasi (r) dan prediksi waktu berakhirnya gempa bumi susulan (t)

Metode	R	t (setiap 2 hari)
Omori	-0,5679	5,3
Mogi I	-0,8533	5,3
Mogi II	-0,7169	5,4
Utsu	-0,8540	5,3



Gambar 2. Perbandingan hasil pengolahan data untuk masing-masing metode dengan data riil.

Berdasarkan Gambar 2 di atas, gempa bumi susulan terjadi selama 11 hari atau $t = 5,5$, metode yang mendekati data riil pada kejadian ini adalah metode Utsu, jika dilihat dari tabel di atas waktu (t) dari metode Utsu sama dengan metode Omori dan Mogi I, tetapi untuk koefisien korelasi metode Utsu lebih baik dibanding metode Omori dan Mogi I, karena semakin mendekati -1 koefisien korelasinya (r) maka akan sesuai dengan data riil nya, jika semakin besar waktu (t) maka frekuensi gempa bumi $n(t)$ akan menurun.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisis terhadap perkiraan waktu berakhirnya gempa bumi susulan di Lebak pada data gempa bumi pada tanggal 07 Juli 2018 – 17 Juli 2018 menunjukkan bahwa Metode yang kemungkinan cocok dan mendekati data riil menggunakan metode Utsu dengan waktu berakhirnya gempa susulan (t) adalah 5,3 dan koefisien korelasinya (r) adalah $-0,8540$, nilai korelasi negatif menyatakan bahwa jika semakin besar waktu (t) maka frekuensi gempa $n(t)$ akan menurun

REFERENSI

- [1] Karya Pemuda. 2019. Pengertian Gempa Bumi di <https://karyapemuda.com/pengertian-gempa-bumi/> (Diakses 07 Februari 2019).
- [2] Wikipedia. 2019. Gempa Bumi. [Internet]. Tersedia di: https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi
- [3] Wikipedia. 2018. Gempa Susulan. [Internet]. Tersedia di: https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_susulan
- [4] Sugianto, Dedi dkk. 2017. Potensi Rendaman Tsunami Di Wilayah Lebak Banten.

- [5] Rahmad Efendi. 2011. Analisis Waktu Berakhirnya Gempa Bumi Susulan Dengan Metode Mogi (Studi Kasus: Gempa Bumi Pagai Selatan 25 Oktober 2010 Dan Pariaman 30 September 2009). Skripsi. Jakarta: UIN Jakarta.