

Analisis Karakteristik Prakiraan Berakhirnya Gempa Susulan pada Segmen Aceh dan Segmen Sianok (Studi Kasus Gempa 2 Juli 2013 dan 11 September 2014)

Ekarama Putri^{1,*}, Dwi Pujiastuti¹, Irma Kurniawati²

¹Jurusan Fisika Universitas Andalas

²Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Padang Panjang

*ekaramaputri@rocketmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis karakteristik prakiraan waktu berakhirnya gempa susulan di Segmen Aceh dan Segmen Sianok. Metode yang digunakan adalah metode Mogi 2 dan Utsu, dimana nilai-nilai konstanta dari persamaan tersebut ditentukan dengan metode *Least Square*. Data yang diolah merupakan data gempa susulan yang diperoleh dari BMKG, Padang Panjang. Pada penelitian ini digunakan dua kasus gempa yaitu gempa Aceh 2 Juli 2013 dan gempa Batusangkar 11 September 2014. Waktu berakhirnya gempa susulan untuk Segmen Aceh terjadi pada hari ke-4 dan untuk Segmen Sianok pada hari ke-2. Hasil analisis menunjukkan bahwa gempa di Segmen Aceh dan Segmen Sianok mempunyai tipe gempa yang sama yaitu tanpa adanya gempa pendahuluan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode yang sesuai untuk memperkirakan waktu berakhirnya gempa susulan di Segmen Aceh dan Segmen Sianok adalah metode Mogi 2. Hasil prakiraan untuk Segmen Sianok lebih mendekati data aktual daripada Segmen Aceh. Semakin besar magnitudo gempa utama maka semakin lama waktu berakhirnya gempa susulan yang terjadi.

Kata kunci : gempa susulan, *Least Square*, Mogi 2, Utsu.

ABSTRACT

The analysis of the end time of aftershocks on Aceh Segment and Sianok Segment has been conducted. The Methods uses Mogi 2 and Utsu, where the values of the constants of the equation is determined by Least Square method. The processed data is the data aftershocks obtained from BMKG, Padang Panjang. Research is applied on two earthquake cases Aceh earthquake on July 2nd 2013 and Batusangkar earthquake on September 11th 2014. The end time of aftershocks, on Aceh Segment was on the 4th day and Sianok Segment on the 2nd day. The analysis showed that earthquake in Aceh Segment and Sianok Segment have same type, which is happened without foreshocks. The calculation shows that the appropriate method for predict the end of aftershocks on Aceh Segment and Sianok Segment is Mogi 2 method. The prediction for Sianok Segment is nearer to actual data than Aceh Segment. If the magnitude of mainshocks was great, the end of aftershocks will take longer.

Keywords: aftershocks, Least Square, Mogi 2, Utsu.

I. PENDAHULUAN

Saat gempa bumi terjadi di permukaan bumi, efek getarannya menimbulkan kerugian baik harta maupun jiwa bagi daerah yang ditimpanya dalam waktu relatif singkat. Ada bermacam-macam gempa bumi yang dikenal, yaitu gempa bumi tektonik, gempa bumi vulkanik, gempa bumi runtuhan, dan gempa buatan. Dari keempat jenis gempa bumi tersebut, gempa yang sering menimbulkan bencana di daerah yang luas adalah gempa tektonik.

Secara tektonik Indonesia berada di daerah pertemuan tiga lempeng utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Kondisi tersebut mengakibatkan wilayah Indonesia merupakan daerah tektonik aktif dengan tingkat kegempaan tinggi (Efendi, 2011). Sumber penyebab gempa bumi di wilayah Sumatera ada tiga. Pertama, gempa yang disebabkan pertemuan Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia, kedua gempa yang disebabkan oleh Patahan Mentawai dan yang ketiga gempa yang berasosiasi dengan Patahan Semangko yang memanjang dari Teluk Semangko sampai Aceh bagian utara.

Sesar Sumatra merupakan sesar *strike slip* berarah dekstral yang terdiri dari 20 segmen utama sepanjang tulang punggung Sumatera. Jalur patahan di Sumatera ditandai oleh kenampakan bukit-bukit kecil, di sepanjang patahan pergeseran alur-alur sungai, dan danau-danau yang terjadi karena pergeseran bumi. Jalur patahan ini melintasi punggung pulau Sumatera sepanjang Bukit Barisan. Sumatera Barat terbagi dalam beberapa segmen patahan, yaitu Segmen Sumpur, Segmen Sianok, Segmen Sumani, dan Segmen Suliti. Sedangkan di

Aceh terbagi beberapa segmen patahan, yaitu Segmen Aceh, Segmen Seulimuem, Segmen Tripa, dan Segmen Batee (Simanjuntak, 2014).

Sejarah mencatat sudah cukup banyak kejadian gempa bumi dengan magnitudo besar yang terjadi di sekitar patahan besar Sumatera yang tercatat dalam kurun waktu 200 tahun terakhir. Pada Segmen Sumpur pernah terjadi gempa pada 8 Maret 1977 sebesar 5,5 SR. Pada Segmen Sianok pernah terjadi gempa bumi besar pada tanggal 6 Maret 2007 dengan magnitudo 6,2 SR di Padang Panjang dan tanggal 11 September 2014 dengan magnitudo 5,0 SR di Batusangkar. Pusat gempa berada pada koordinat 0,57 LS–100,5 BT pada kedalaman 10 km. Pada Segmen Sumani pernah terjadi gempa tahun 1926 sebesar 6,7 SR dan pada Segmen Suliti pernah terjadi gempa tahun 1943 sebesar 7,6 SR (Simanjuntak, 2014).

Pada Segmen Tripa pernah terjadi gempa pada tahun 1990 (Gayo Lues) sebesar 6,8 SR dan 1936 (Aceh Tenggara) sebesar 7,2 SR. Pada Segmen Seulimuem pernah terjadi gempa pada tahun 1975 (Aceh Besar) sebesar 6,3 SR dan tahun 1964 (Krueng Raya) sebesar 6,5 SR. Pada Segmen Batee belum pernah terjadi gempa sejak 1892 dan di Segmen Aceh Baru terjadi gempa pada 2 Juli 2013 dengan magnitudo 6,2 SR di sekitar Aceh Tengah dan Bener Meriah, pusat gempa berada pada koordinat 4,6 LU – 96,6 BT pada kedalaman 10 km (Simanjuntak, 2014).

Masalah yang sering muncul apabila terjadi gempa bumi tektonik adalah masalah yang berhubungan dengan gempa bumi susulan. Gempa susulan adalah gempa yang terjadi di wilayah yang sama dengan gempa utama dengan magnitudo yang lebih kecil. Gempa susulan merupakan usaha pengembalian ke keadaan setimbang secara bertahap selama berbulan-bulan dan terus menurun jumlahnya terhadap waktu. Waktu berakhirnya gempa susulan dapat dianalisis dengan pendekatan metode statistik, yaitu metode Omori, Mogi-1, Mogi-2, dan Utsu dengan menggunakan data gempa susulan. Prinsip dari keempat metode tersebut adalah melakukan perhitungan pendekatan statistik dengan metode kuadrat terkecil (*least square*) yang dimasukkan dalam rumus perhitungan peluruhan gempa susulan (*aftershock*).

Penelitian yang mengkaji tentang prakiraan gempa susulan sebelumnya telah dilakukan oleh Asradewi (2008) dari hasil penelitian diperoleh bahwa metode yang mendekati untuk prakiraan gempa susulan untuk gempa bumi darat 1990–2007 adalah metode Mogi-2 dan gempa bumi laut adalah metode Mogi-1. Endrina (2006) melakukan penelitian dengan menggunakan metode Omori, Mogi-1 serta Mogi-2, didapatkan hasil bahwa metode yang tepat untuk memprediksi berakhirnya gempa susulan tersebut adalah Mogi-2.

Hasil penelitian dari peneliti-peneliti di atas menunjukkan metode yang tepat dalam memperkirakan waktu berakhirnya gempa bumi susulan yang terjadi yakni metode Mogi-2. Sejauh ini belum ada yang membandingkan dengan metode Utsu. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dalam memperkirakan waktu berakhirnya gempa bumi susulan secara empiris dengan menggunakan metode Mogi-2 dan metode Utsu kemudian dibandingkan dengan data aktual. Penelitian ini menggunakan kedua metode tersebut untuk memperkirakan waktu berakhirnya gempa susulan di dua segmen sesar Sumatera yaitu Segmen Aceh dan Segmen Sianok. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis untuk membandingkan karakteristik gempa susulan di ke dua segmen tersebut.

II. METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gempa susulan dari kedua kasus gempa bumi tektonik yaitu yang terjadi di Sumatera Barat dan Aceh. Data gempa bumi Batusangkar 11 September 2014 diperoleh dari Mini Regional yang terdapat di Stasiun Geofisika Padang Panjang dan untuk gempa Aceh 2 Juli 2013 diambil dari *repegempa.bmkg.go.id*.

2.1 Pengolahan dengan Metode Mogi-2

Metode Mogi-2 menggunakan persamaan $n(t) = n_0 t^{-h}$ dimana $n(t)$ adalah frekuensi gempa susulan, t merupakan waktu sesudah gempa utama, n_0 dan h konstanta. Persamaan Mogi-2 dilinierisasi menjadi $\ln n(t) = \ln n_0 - h \ln t$. Selanjutnya n_0 dan h ditentukan dengan regresi linier kuadrat terkecil. Kemudian nilai r (koefisien korelasi) dihitung untuk melihat hubungan antara waktu dan frekuensi gempa susulan. Setelah nilai parameter n_0, h diperoleh kemudian dihitung nilai t (waktu berakhirnya gempa susulan).

2.2 Pengolahan dengan Metode Utsu

Metode Utsu menggunakan persamaan $n(t)=a(t+0,01)^{-b}$, dimana $n(t)$ = frekuensi gempa susulan, t = waktu sesudah gempa utama, a dan b = konstanta. Persamaan Utsu dilinierkan menjadi $\log n(t)= \log a-b \log(t+0,01)$. Selanjutnya a dan b ditentukan dengan regresi linier kuadrat terkecil. Kemudian nilai r (koefisien korelasi) dihitung untuk melihat hubungan antara waktu dan frekuensi gempa susulan. Setelah nilai parameter a dan b diperoleh kemudian dihitung nilai t (waktu berakhirnya gempa susulan).

III. HASIL DAN DISKUSI

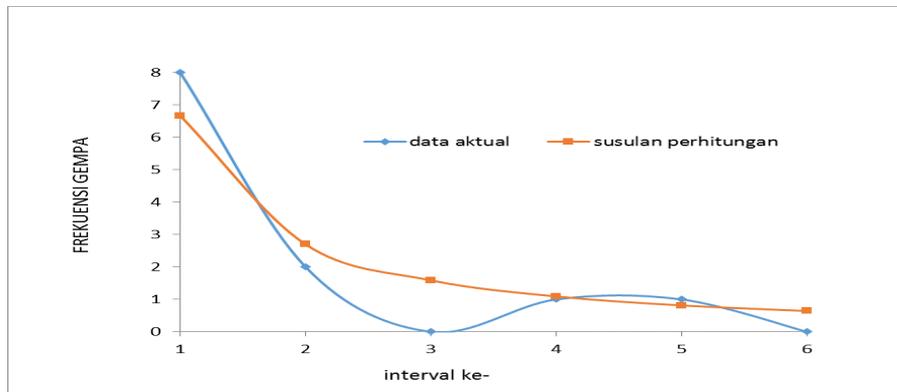
3.1 Gempa Susulan di Segmen Aceh

Gempa susulan Aceh terjadi dalam waktu 10 hari dan tercatat sebanyak 17 kali setelah gempa utama. Gempa utama di Segmen Aceh terjadi pada pagi hari jam 07:37:03 WIB. Setelah melakukan perhitungan dengan metode regresi linier diperoleh nilai konstanta dan koefisien korelasi untuk metode Mogi-2 dan Utsu seperti Tabel 1.

Tabel 1. Konstanta dan koefisien korelasi untuk frekuensi gempa susulan Aceh

Metode	Konstanta		Koefisien Korelasi
Mogi 2	$n_0 = 6,67$	$h = -1,31$	$r = -0,97$
Utsu	$b = 1,31157$	$a = 6,7468$	$r = -1,41$

Metode Mogi 2 memiliki nilai koefisien korelasi -0,97 dan Metode Utsu memiliki nilai koefisien korelasi -1,41 dengan perkiraan waktu berakhirnya gempa susulan sama yaitu berakhir pada hari ke empat. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang cocok digunakan untuk memperkirakan atau memprediksi berakhirnya gempa bumi susulan di daerah Aceh dan sekitarnya adalah metode Mogi 2.

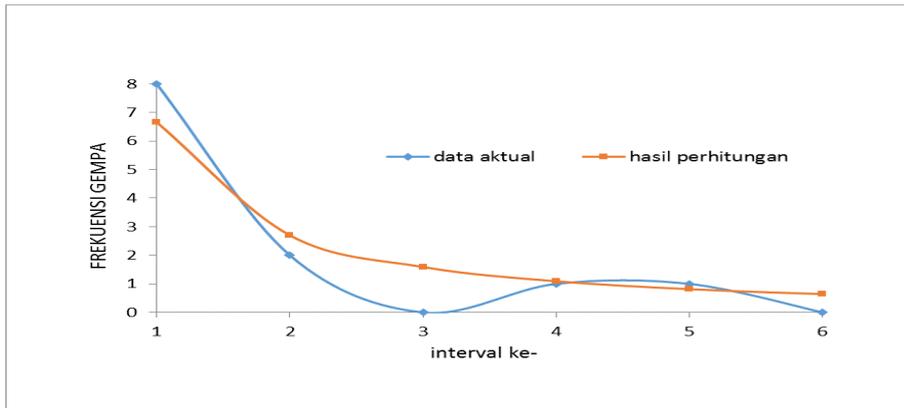


Gambar 1 Grafik perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Aceh terhadap waktu untuk metode Mogi 2

Gambar 1 adalah perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Aceh terhadap waktu untuk metode Mogi 2. Dari Gambar 1 terlihat adanya kesesuaian antara data hasil perhitungan dengan data aktual (data sebenarnya). Waktu berakhirnya gempa susulan pada metode Mogi 2 terjadi pada hari keempat. Hasil ini mendekati data aktual berakhirnya gempa susulan yang terjadi pada hari kelima.

Gambar 2 adalah perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Aceh terhadap waktu untuk metode Utsu. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa adanya kesesuaian antara grafik hasil perhitungan dengan grafik data aktual.

Berdasarkan Gambar 1 gempa susulan di Segmen Aceh ini terlihat bahwa pola merupakan gempa bumi tipe I yaitu didahului gempa utama tanpa gempa pendahuluan, kemudian diikuti oleh gempa susulan dan lambat laun menurun bersamaan dengan waktu. Jadi, metode Mogi merupakan metode yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.



Gambar 2 Grafik perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Aceh terhadap waktu untuk metode Utsu

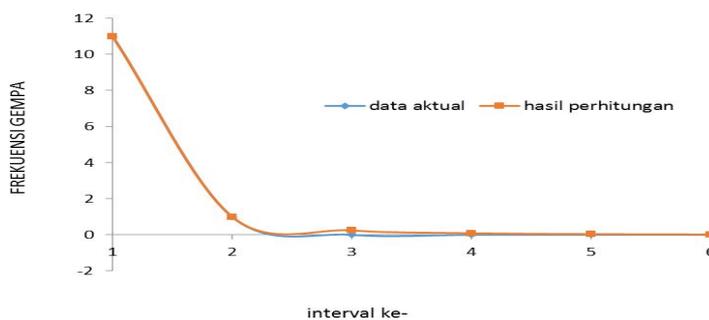
3.2 Gempa Susulan di Segmen Sianok

Gempa susulan Batusangkar diperoleh dalam waktu 2 hari dan tercatat sebanyak 12 kali gempa susulan setelah gempa utama. Gempa utama di Segmen Sianok terjadi pada pagi hari jam 00:46:19 WIB. Setelah melakukan perhitungan dengan metode regresi linier diperoleh nilai konstanta dan koefisien korelasi untuk metode Mogi-2 dan Utsu seperti Tabel 2.

Tabel 2. Konstanta dan koefisien korelasi untuk frekuensi gempa susulan Aceh

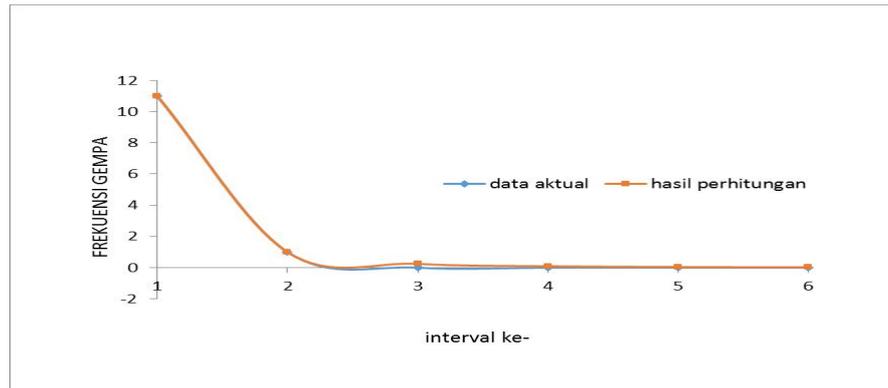
Metode	Konstanta		Koefisien Korelasi
Mogi 2	$n_o = 11,00$	$h = -3,46$	$r = -1,00$
Utsu	$b = 3,484379$	$a = 11,38806637$	$r = -0,72$

Metode Mogi 2 memiliki nilai koefisien korelasi -1,00 dan Metode Utsu memiliki nilai koefisien korelasi -0,72 dengan perkiraan waktu berakhirnya gempa susulan sama yaitu berakhir pada hari ke dua. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang cocok digunakan untuk memperkirakan atau memprediksi berakhirnya gempa bumi susulan di daerah Batusangkar dan sekitarnya adalah metode Mogi 2.



Gambar 3 Grafik perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Sianok terhadap waktu untuk metode Mogi 2

Gambar 3 adalah perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Sianok terhadap waktu untuk metode Mogi 2. Jika dilihat dari grafik pada Gambar 3 menunjukkan kesesuaian antara data hasil perhitungan dengan data aktual (data sebenarnya). Waktu berakhirnya gempa susulan pada metode Mogi 2 terjadi pada hari kedua. Hasil ini sesuai dengan data aktual berakhirnya gempa susulan yang terjadi pada hari ke dua.



Gambar 4 Grafik perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Sianok terhadap waktu untuk metode Utsu

Gambar 4 adalah perbandingan frekuensi gempa susulan di Segmen Sianok terhadap waktu untuk metode Utsu. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa adanya kesesuaian antara grafik hasil perhitungan dengan grafik data aktual.

Berdasarkan Gambar 3 gempa susulan di Segmen Sianok ini terlihat bahwa pola merupakan gempa bumi tipe I yaitu didahului gempa utama tanpa gempa pendahuluan, kemudian diikuti oleh gempa susulan dan lambat laun menurun bersamaan dengan waktunya. Jadi, metode Mogi-2 merupakan metode yang paling tepat yang dapat digunakan untuk menghitung lama berakhirnya gempa susulan di segmen ini.

IV. KESIMPULAN

Karakteristik gempa susulan Segmen Aceh berdasarkan perhitungan dari kasus gempa Aceh 2 Juli 2013 dengan gempa susulan di Segmen Sianok dari kasus gempa Batusangkar 11 September 2014 memiliki karakteristik yang sama, dimana waktu berakhirnya gempa susulan di kedua kasus gempa tersebut tidak lebih satu bulan atau sangat singkat. Tipe gempa di Segmen Aceh dan Segmen Sianok termasuk gempa bumi tipe I menurut Mogi yaitu terjadi gempa bumi utama tanpa gempa pendahuluan, tetapi selalu diikuti oleh gempa susulan.

Metode yang mendekati data aktual untuk memperkirakan berakhirnya gempa bumi susulan di Segmen Aceh dengan kasus gempa Aceh 2 Juli 2013 adalah metode Mogi 2 yang memiliki nilai koefisien korelasi $-0,97$, dengan prakiraan waktu berakhirnya gempa susulan pada hari ke-4 setelah gempa bumi utama. Metode yang mendekati data aktual untuk memperkirakan berakhirnya gempa bumi susulan di Segmen Sianok dengan kasus gempa Batusangkar adalah metode Mogi 2 yang memiliki nilai koefisien korelasi yaitu $r = -1,00$, dengan prakiraan waktu berakhirnya gempa susulan adalah pada hari ke-2 setelah gempa bumi utama. Semakin besar magnitudo gempa utama maka semakin lama berakhirnya waktu gempa susulan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asradewi, "Studi Prakiraan Berakhirnya Gempa Susulan di Wilayah Sumatera", Tesis S2, Universitas Andalas, 2008.
- Awaludin, "Penentuan Waktu Berakhirnya Gempa Susulan untuk Gempa Bumi Biak 16 Juni 2010", Skripsi S1, UIN Syarif Hidayatullah, 2010.
- Efendi, "Analisis Waktu Berakhirnya Gempa Bumi Susulan dengan Metode Mogi", Skripsi S1, UIN Syarif Hidayatullah, 2011.
- Endrina, "Prakiraan Berakhirnya Gempa Susulan Melalui Pola Penurunan Aktivitas", Skripsi S1, Universitas Andalas, 2006.
- Simanjuntak, B., *Buletin Stasiun Geofisika Klas 1 Padang Panjang* (BMKG, Padang Panjang, 2014), hal 1-4.