

Analisis Seismisitas dan Peluruhan Gempa Bumi (Studi kasus Gempa Bumi Banggai 12 April 2019)

¹Harna, ²Muhammad Arsyad, ³Vistarani Arini Tiwow

Universitas Negeri Makassar

harna049@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah gempa bumi dan peluruhan gempa bumi berdasarkan nilai *magnitude*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kejadian gempa Banggai 12 April 2019 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah IV Makassar meliputi data waktu kejadian gempa, lintang (LS), bujur (BT), kedalaman (< 60 km) dan magnitudo (≥ 5 SR). Perhitungan seismisitas dan peluruhan dilakukan dengan menggunakan metode Omori. Hasil yang diperoleh dari perhitungan Seismisitas berdasarkan *magnitude* adalah 477 jumlah kejadian gempa. Sedangkan untuk peluruhan diperoleh waktu berakhirnya gempa adalah 38 hari. Secara umum dapat disimpulkan bahwa daerah kepulauan Banggai memiliki tingkat keaktifan seismisitas tinggi dan rawan bencana gempa bumi, hal ini dibuktikan dengan tingginya tingkat keaktifan gempa.

Kata kunci: seismisitas, peluruhan, metode omori

Abstract – This study aims to determine the number of earthquakes and earthquake decay based on the magnitude value. The data used in this study are incident data Banggai earthquake 12 April 2019 obtained from the Meteorology and Climatology Agency Geophysics (BMKG) Region IV Makassar includes data on the time of the earthquake, latitude (LS), longitude (BT), depth (< 60 km) and magnitude (≥ 5 SR). Seismicity calculations and decay was performed using the Omori method. The results obtained from Seismicity calculation based on magnitude is 477 number of earthquake events. While for decay, the quake's end time is 38 days. In general you can It is concluded that the Banggai archipelago has a high level of seismic activity and prone to earthquakes, this is evidenced by the high level of earthquake activity.

Key words: seismicity, decay, omori method

I. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi [1]. Secara geografis Kabupaten Banggai terletak pada posisi $1^{\circ}26'54''$ – $2^{\circ}23'20''$ LS dan $122^{\circ}54'22''$ – $124^{\circ}12'35''$ BT, posisi ini menempatkan Banggai pada wilayah paling timur Provinsi Sulawesi Tengah dengan wilayah yang sebagian besar berupa pulau-pulau besar dan kecil, berpenghuni dan tidak berpenghuni.

Berdasarkan peta Seismisitas daerah Banggai, tampak aktivitas kegempaan di daerah ini cukup tinggi, hal ini disebabkan karena lokasinya yang berada pada zona sesar aktif baik di daratan dan di lautan. Gempa bumi tektonik terjadi pada 12 April 2019 pukul 18:40:51 WIB berkekuatan Mw 6,9 yang mengguncang wilayah Kabupaten Morowali dan Kepulauan Banggai. Posisi hiposenter berada pada koordinat 1,89 LS - 122,87 BT di Teluk Tolo (82 km Barat Daya Kepulauan Banggai) dengan kedalaman 17 km. Apabila mengacu pada peta sesar aktif Indonesia 2017, sumber gempa bumi ini adalah sesar peleng.

Menurut Sipayung [2], Ada tiga hal yang menjadi pertimbangan bahwa Sesar Peleng merupakan sumber patahan gempa bumi Banggai, yakni sesar Peleng merupakan penyesaran geser dan gempa bumi Banggai memiliki mekanisme geser. Kemudian tren gempa bumi susulan yang telah direlokasi hampir searah dengan jurus/ arah *strike* Sesar Peleng.

Struktur Sesar di Sulawesi yaitu Sesar Naik Balantak, Sesar Naik Batui, Sesar Naik Sangihe Timur, Sesar Naik Sorong Utara, Sesar Naik Sula, Sesar Matano dan Sesar Sorong Utara merupakan generator gempa bumi yang berpotensi mengguncang wilayah Kabupaten Banggai dan sekitarnya [3].

Daerah Banggai Kepulauan dan Sulawesi Timur memiliki litologi batuan Metamorf. Umur litologi dari kedua daerah di dua sisi sesar tersebut juga berbeda. Wilayah kedua daerah tersebut merupakan mikrokontinen dari wilayah Australia. Pulau Banggai bergerak dari selatan akibat Gerakan lempeng Indo-Australia yang menabrak Sunda Cratons dan lempeng Filipina, lantas bergerak secara rotasi dan bergabung dengan pulau Sulawesi [4].

Jumlah kejadian gempa dalam kurun waktu tertentu yang menggambarkan tingkat keaktifan seismik atau kegempaan suatu wilayah disebut seismisitas. Konsep tentang seismisitas tidak terlepas dari akurasi data yang dianalisis serta jangkauan waktu yang di tentukan. Masalah yang sering muncul apabila terjadi gempa bumi tektonik adalah masalah yang berhubungan dengan gempa bumi susulan. Waktu berakhirnya gempa susulan dapat dianalisis dengan pendekatan metode statistik, yaitu Metode Omori.

Persamaan Model Omori (1894) menyatakan bahwa tingkat aktivitas gempa bumi susulan dalam hubungan antara frekuensi dan waktu dinyatakan sebagai persamaan fungsi eksponensial berikut.

$$n(t) = at + b \quad [1.1]$$

Keterangan :

$n(t)$ = frekuensi dari gempa bumi susulan pada selang waktu tertentu (t).

t = waktu sesudah gempa utama terjadi.

a dan b = konstanta

Rumus omori setelah dimodifikasi dengan persamaan regresi linier hasilnya akan menjadi:

$$\text{Peluruhan } n(t) = \frac{a}{t+b} \quad [1.2]$$

Persamaan metode statistik yaitu metode Omori menunjukkan adanya korelasi antara jumlah (frekuensi) gempa bumi susulan sebagai variabel terikat (y) dan waktu terjadinya gempa bumi susulan sebagai variabel bebas (x). Abadyo & Permadi (2005) menyatakan bahwa nilai *error* pada hubungan linier antara variabel bebas dan variabel terikat ini dapat diminimumkan menggunakan metode kuadrat terkecil (*Least Square*) [5].

untuk meninjau seberapa kuat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, digunakan koefisien korelasi yang dirumuskan sebagai berikut.

$$r = \frac{(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n(\sum X^2) - (\sum X)^2)(n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2)}} \quad [1.3]$$

Keterangan :

r = koefisien korelasi antara frekuensi dan waktu.

x = banyaknya hari dalam perekaman data gempa.

y = banyaknya gempa susulan yang terjadi dalam satu hari.

n = jumlah data keseluruhan.

Tabel 1 Tabel Indeks kekuatan hubungan antara variabel X dan Y

Nilai r_{xy}	Interpretasi	Nilai r_{xy}	Interpretasi
0,00-0,19	Sangat rendah	(-0,00)-(-0,19)	Sangat rendah
0,20-0,39	Rendah	(-0,20)-(-0,39)	Rendah
0,40-0,59	Sedang	(0,40)-(-0,59)	Sedang
0,60-0,79	Kuat	(-0,60)-(-0,79)	Kuat
0,80-1,00	Sangat kuat	(-0,80)-(-1,00)	Sangat kuat

Tanda positif menunjukkan bahwa arah hubungan kedua variabel adalah berbanding lurus sedangkan tanda negatif menunjukkan bahwa arah hubungan kedua variabel adalah berbanding terbalik.

Penelitian yang mengkaji tentang prakiraan gempa susulan sebelumnya telah dilakukan oleh Wirma [6] dari hasil penelitian diperoleh bahwa metode yang mendekati untuk prakiraan gempa susulan untuk gempa bumi darat tahun 2011 adalah metode Omori dan Awaluddin [1] melakukan penelitian dengan menggunakan metode Omori, Mogi-1 serta Mogi-2, didapatkan hasil bahwa metode yang tepat untuk memprediksi berakhirnya gempa susulan tersebut adalah Omori. Vellicia [7] menyatakan bahwa prakiraan waktu berakhirnya gempa bumi susulan (peluruhan gempa bumi susulan) dapat ditentukan dengan pendekatan metode statistik menggunakan metode Omori.

II. DATA DAN METODE PENELITIAN

Penelitian tentang analisis tingkat seismisitas dan peluruhan gempa bumi menggunakan 478 gempa bumi susulan yang terekam 12 April-08 Mei 2019 di daerah Kepulauan Banggai dikerjakan menggunakan metode Omori. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu parameter gempa bumi, yang terdiri dari :

waktu kejadian gempa, lintang (LS), bujur (BT), kedalaman (<60 km) dan Magnitudo (<3,0 SR). Data tersebut diperoleh melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Dengan daerah penelitian berlokasi 1°26'54''–2°23'20''LS dan 122°54'22''–124°12'35'' BT. Dalam pengolahan data dilakukan beberapa langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

1. Pengolahan data seismisitas

Data yang diperoleh dari Stasiun Geofisika Gowa dianalisis dengan menggunakan *software excel* untuk menentukan *Coordinate convert*, *Filter Area*, *Time convert*, dan penentuan keterangan lokasi hiposenter, membuat *Clustering* berdasarkan magnitudo. Membuat grafik batang untuk melihat tingkat seismisitas pada daerah Banggai Kepulauan.

2. Pengolahan data peluruhan gempa bumi

Persamaan 1.1 merupakan persamaan umum dari regresi linier yaitu:

$$Y = a + b.x$$

Dari data di atas di buat sebuah tabel yang merupakan fungsi dari persamaan 1.1. Data yang telah diolah akan menghasilkan grafik hubungan antara frekuensi gempa susulan dan waktu. Serta besar nilai koefisien korelasi yang menyatakan seberapa kuat hubungan antara variabel x dan y . Besar nilai korelasi dapat di hitung berdasarkan persamaan 1.3.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Seismisitas

Berdasarkan data kejadian gempa bumi di Kepulauan Banggai 12 April 2019, dilakukan penyortiran data untuk melihat tingkat seimistitas di daerah tersebut. Data di sortir berdasarkan daerah penelitian diperoleh 478 kejadian gempa bumi. Data kembali di sortir berdasarkan *Magnitude* menggunakan *Microsoft Excel*, Klasifikasi besarnya kekuatan gempa bumi dilakukan menurut Hagiwara yaitu untuk mengkategorikan gempa kecil < 3,0 (SR), gempa sedang 3,0-4,9 (SR) dan gempa kuat > 5,0 (SR). Dapat dilihat pada Tabel 2 Jumlah gempa bumi berdasarkan *magnitude*.

Tabel 2. Jumlah gempa berdasarkan kategori (*magnitude*)

Kekuatan (SR)	Kategori	Jumlah Gempa
> 5,0	Kuat	5
3,0-4,9	Sedang	224
<3,0	Kecil	248

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa gempa yang terjadi di Banggai dalam kurun waktu 27 hari (13 April-09 Mei 2019) didominasi oleh gempa kecil. Dimana pada gempa kecil diperoleh jumlah gempa sebanyak 248, gempa sedang 224 dan Gempa dengan kekuatan besar sebanyak 5.

Menurut Hagiwara (1964) berdasarkan Kategori besarnya kekuatan gempa *magnitude*-nya terdiri atas Gempa besar (*Major Earthquake* : $M > 5,0$, Gempa sedang (*Moderate Earthquake*) : M 3,0 -4,9, dan Gempa kecil (*Small Earthquake*) : $M < 3,0$. maka diperoleh hasil analisis parameter gempa berdasarkan kekuatan (*magnitude*) yaitu > 5,0 (SR) dengan kategori kuat di dapatkan seismisitas 5, *magnitude* 3,0-4,9 dengan kategori sedang di dapatkan jumlah kejadian gempa 224, dan *magnitude* <3,0 dengan

kategori kecil di dapatkan jumlah kejadian gempa 248, dari data tersebut daerah Banggai di dominasi dengan

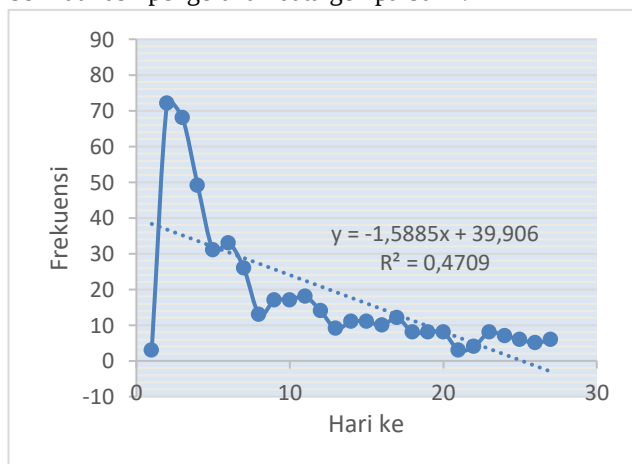
Hubungan frekuensi dan *magnitude* (*frequency-magnitude distribution*, FMD) merupakan salah satu cara untuk mengetahui aktivitas kegempaan di suatu wilayah (Rohadi et al, 2010). Nilai parameter seismotektonik jika dihubungkan dengan *magnitude* gempa maka nilai parameter seismotektonik menyatakan tingkat kerapuhan batuan. Semakin besar nilai parameter seismotektonik semakin besar pula tingkat kerapuhan batuan, Sebaliknya jika nilai parameter seismotektonik kecil berarti semakin kecil pula tingkat kerapuhan batuan.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Lira [4] dilakukan hasil pengolahan data yang diperoleh nilai parameter seismotektonik sebesar 1.13. daerah kuartal Luwuk dan sekitarnya dengan batas koordinat 122 – 124 BT daerah Luwuk lebih banyak terjadi gempa bumi dengan *magnitude* besar. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut perlu diwaspadai karena ini berpotensi terjadi gempa bumi dengan *magnitude* yang besar. Hal ini di jelaskan juga oleh Nuannin et al [8] dan Petiwi [9] menyatakan bahwa Semakin besar *b-value* di suatu daerah akan menunjukkan tingkat kerapuhan batuan yang tinggi Tingkat kerapuhan batuan menandakan daya tahan batuan terhadap *stress* yang diterima oleh tenaga endogen di dalam lapisan bumi.

Secara keseluruhan bahwa daerah Banggai Kepulauan memiliki tingkat seismisitas yang tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai parameter seismisitas yang tinggi. Data yang diperoleh daerah Banggai di dominasi dengan gempa berkategori sedang dengan *magnitude* 3.0 -4.9 SR yang dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh pergerakan beberapa sesar aktif di Sulawesi Tengah. Sesar aktif tersebut adalah Sesar Peleng, Sesar Maluku-Sorong yang berarah barat timur dan Sesar Palu Koro di pulau Sulawesi. Sesar Peleng merupakan sesar aktif yang memiliki laju sesar sebesar 1,0 milimeter per tahun dan *magnitude* maksimum yang mencapai 6,9.

B. Peluruhan

Data yang telah diperoleh dan disortir berdasarkan daerah Banggai, dilakukan pengolahan data secara regresi linier untuk melihat waktu berakhirnya gempa bumi susulan, berikut hasil pengolahan data gempa bumi.



Gambar 1. Hubungan Frekuensi Terhadap Waktu

Berdasarkan grafik peluruhan yang menggunakan Metode Omori menyatakan bahwa gempa bumi susulan Banggai Tahun 2019 diperkirakan berakhir tanggal 20 Mei 2019 pada hari ke 38 setelah gempa bumi utamanya terjadi. Koefisien korelasi hasil penelitian penentuan peluruhan gempa susulan pada Model Omori diperoleh 0. Koefisien korelasi hasil penelitian peluruhan gempa susulan pada model ini bernilai positif yang menunjukkan bahwa hubungan antara variabel x dan y yang sudah dilinearisasi sesuai persamaan 1.3 adalah berbanding lurus atau searah.

Analisis regresi memprediksi bentuk hubungan antara variabel y dan x agar dapat memprediksi variabel y untuk variabel x tertentu, analisis korelasi digunakan untuk menghitung arah dan kekuatan hubungan antara variabel y dan variabel x. kekuatan dan arah hubungan antara 2 variabel diukur dengan angka yang berkisar dari -1 sampai +1, semakin mendekati +1, koefisien korelasi menunjukkan adanya hubungan yang positif dan kuat. Koefisien korelasi yang mendekati -1 menunjukkan hubungan yang negatif dan kuat, jika koefisien korelasi mendekati 0, memberikan indikasi bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan. Penurunan jumlah frekuensi gempa bumi ini menunjukkan bahwa sisa-sisa energi yang dilepaskan setelah gempa bumi utama juga mengalami penurunan seiring berjalannya waktu akibat pergerakan pergeseran batuan yang mulai menemukan titik keseimbangannya [10].

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis Seismisitas dan Peluruhan gempa bumi Kabupaten Banggai Kepulauan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Data Gempa berdasarkan *magnitude* di wilayah daerah Banggai, Sulawesi Tengah diperoleh hasil analisis parameter gempa berdasarkan kekuatan (*magnitude*) yaitu > 5,0 (SR) dengan kategori kuat diperoleh seismisitas 5, *magnitude* 3,0-4,9 dengan kategori sedang diperoleh jumlah kejadian gempa 224, dan *magnitude* <3,0 dengan kategori kecil diperoleh jumlah kejadian gempa 248.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu berakhirnya gempa bumi susulan diperoleh t=38 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada BMKG yang telah menyediakan data katalog dan sinyal seismik gempa bumi susulan gempa bumi Banggai 12 April 2019 Mw 6,9.

V. PUSTAKA

- [1] Awaluddin, A. 2011. *Penentuan Waktu Berakhirnya Gempa Susulan untuk Gempa Bumi Biak 16 Juni 2010*. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi . Universitas Syarif Hidayatullah: Jakarta
- [2] Sipayung, R., Susanto, E., & Haryanta. 2019. *Identifikasi Sumber Patahan Gempabumi Banggai 12 April 2019 Mw 6,9 Menggunakan Data Gempabumi Susulan*, Seminar Nasional Fisika 2019 Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar
- [3] Sri, N.H. (2017). *Potensi Gempa dan Tsunami di Kabupaten Banggai Provinsi Sulteng*. Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana, Vol. 12, No. 2.

- [4] Lira, N. 2017. Analisis Parameter Seismik Gempabumi Wilayah Lengan Timur Sulawesi dengan Metode Empiris. Makassar: Uin Alauddin Makassar.
- [5] Abadyo., Permadi., & Hendro. 2005. *Metoda Statistika Praktis*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- [6] Wirma, A., Jasruddin., Nasrul. 2012. *Analisis Gempa Bumi Susulan dengan Menggunakan Metode Omori*. Universitas Negeri Makassar: Makassar.
- [7] Vellicia, A., Suarbawa, K. N., Darsono, R., Fisika, P. S., Udayana, U., & Jimbaran, K. B. (2019). *Penentuan Asumsi Waktu Berakhirnya Gempa Susulan Studi Kasus Gempabumi Lombok 5 Agustus 2018*. Kappa Journal Fisika Universitas Hamzanwadi, Vol. 3, No. 2
- [8] Nuannin., P., Kulhanek., L. Persson. 2005. *Spatial and Temporal b-Value anomalies Preceding the Devastating off coast of NW Sumatera earthquake of December 26, 2004*, Geophys. Res. Lett., 32, L11307, doi: 10. 1029 / 2005 GL 022679.
- [9] Pertiwi., I., I. Arsyad., M. Palloan., P. 2012. Analisis Distribusi Spasial dan Temporal Seismotektonik Wilayah Sulawesi bagian Selatan dan Barat berdasarkan Nilai-*b* Metode maksimum *Likelihood*. Universitas Negeri Makassar: Makassar.
- [10] Salsabil A. K., Ginting, R. A., A, Qadri., & A, Kamal. M. (2019). Analisis Peluruhan Gempa Bumi Menggunakan Metode Omori, Mogi-Utsu I Dan Mogi-Utsu II (Studi Kasus Gempa Bumi Banten 23 Januari 2018). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-journal)*, Vol. VIII, SNF2019-PA-7–14.