

## **Analisis Kecepatan Tanah Maksimum di Daerah Akibat Gempa Bumi Lombok di Daerah Pengamatan Labuan Bajo, Waingapu dan Maumere Nusa Tenggara Timur 05 Agustus Tahun 2018**

<sup>1</sup>Claudius Eswinsky Pangge, <sup>1,2</sup>Kadek Subagiada, <sup>1,3</sup>Djayus

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Fisika Dasar UNMUL, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>BMKG Stasiun Geofisika Kelas III Balikpapan

\*Email : [claudius.eswinsky@gmail.com](mailto:claudius.eswinsky@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Kecepatan tanah dari bencana gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian materil. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kecepatan tanah maksimum yang diakibatkan oleh gempa bumi. Data yang digunakan adalah data sekunder gempa yang terjadi di daerah Lombok Nusa Tenggara Barat pada tanggal 05 Agustus 2018 pukul 18:46:37 WIB, dengan daerah pengamatan Labuan Bajo (Nusa Tenggara Timur), Waingapu (Nusa Tenggara Timur), dan Maumere (Nusa Tenggara Timur). Data penelitian ini meliputi data koordinat wilayah gempa, koordinat stasiun pengamatan, magnitude gempa, dan nilai percepatan tanah sebagai pembanding. Data tersebut selanjutnya dihitung jarak episenter, nilai intensitas gempa, dan dianalisis nilai kecepatan tanah kemudian dibandingkan dengan nilai percepatan tanah setelah itu dihungkan dengan skala MMI. Hasil penelitian menunjukkan nilai kecepatan tanah daerah pengamatan Labuan Bajo 3,66 cm/s, Waingapu 0,99 cm/s dan daerah Maumere 0,98 cm/s dengan efek kerusakan menurut skala MMI kategori II.

**Kata Kunci** : Gempa bumi, kecepatan tanah

### **ABSTRACT**

The ground motion velocity of an earthquake can cause material damage and loss. The purpose of this study was to analyze the maximum ground motion velocity caused by an earthquake. The data used were secondary data for earthquakes that occurred in the Lombok area of West Nusa Tenggara on August 5 2018 at 06:46:37 p.m Indonesian middle time zone, with the observation areas of Labuan Bajo (East Nusa Tenggara), Waingapu (East Nusa Tenggara), and Maumere (Nusa Tenggara). East Southeast). The data of this research include the coordinates of the earthquake area, the coordinates of the observation stations, the magnitude of the earthquake, and the acceleration value of ground motion as a comparison. Those data furthermore calculated the epicenter distance, the earthquake intensity value, and the ground motion velocity value was analyzed then compared with the ground acceleration value after which it was connected to the MMI scale. The results showed that the ground velocity value of the Labuan Bajo observation area was 3.66 cm / s, Waingapu 0.99 cm / s and the Maumere area 0.98 cm / s with a damage effect according to the MMI category II scale.

**Keyword** : Earthquake, ground motion velocity

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah rawan terhadap gempa bumi, karena Indonesia diapit oleh dua lempeng tektonik samudera yang aktif yakni lempeng tektonik samudera Hindia-Australia yang berada disebelah selatan dan lempeng tektonik samudera pasifik yang berada disebelah timur.

Akibat dari pergerakan antara lempeng tektonik tersebut, Indonesia menjadi daerah rawan kegempaan yang cukup tinggi. Indonesia sendiri termasuk ke dalam kawasan cincin api (Ring of Fire) yang juga sering menjadi salah satu penyebab bencana alam seperti gempa bumi.

Gempa bumi dapat menghasilkan energi yang menyebabkan tanah bergerak. Ada dua jenis pola, diantaranya ialah pola kecepatan tanah maksimum dan pola percepatan tanah maksimum (Darmawan, 2018).

## 2. TEORI DAN METODOLOGI

### 2.1 Letak Geografis Indonesia

Secara geografis, kepulauan Indonesia berada diantara 6°LU-11°LS dan 95°BT-141° BT. Indonesia merupakan suatu negara yang sangat rawan terhadap gempa bumi, hal tersebut disebabkan Indonesia berada diantara tiga lempeng yang sangat berpotensi terjadinya gempa, karena lempeng tersebut bergerak saling mendekati dan mengapit Indonesia, diantaranya Lempeng Eurasia bergerak dari utara ke selatan tenggara, Lempeng Indo-Australia bergerak dari selatan ke utara dan Lempeng Pasifik dari arah timur ke barat daya (Sunarti, 2015).

### 2.2 Gempa Bumi

Pada hakikatnya, gempa bumi merupakan kumpulan getaran dari kulit bumi yang bersifat tidak abadi dan hanya terjadi sementara. Getaran kulit bumi ini berupa gelombang seismik yang menjalar ke segala arah menjauhi fokus pusat terjadinya

gempa. Sesungguhnya, kulit bumi bergetar secara kontinyu walaupun relatif sangat kecil, namun getaran tersebut tidak disebut sebagai gempa bumi karena sifat getarannya yang terus menerus, berbeda dengan gempa bumi yang memiliki waktu awal dan akhir terjadi yang jelas (Afnimar, 2009).

Menurut (Waluyo, 1990) pada skripsi (Saputra, 2019), secara umum parameter gempa bumi terdiri dari:

1. Waktu kejadian Gempa Bumi (Jam, Menit, dan Detik)

Waktu kejadian gempa bumi (*Origin Time*) adalah waktu terlepasnya akumulasi tegangan (*stress*) yang berbentuk penjaran gelombang gempa bumi dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit, dan detik dalam satuan UTC (*Universal Time Coordinated*).

2. Hiposenter dan Episenter

Hiposenter merupakan pusat terjadinya gempa bumi di bawah permukaan bumi, sedangkan episenter merupakan titik di permukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari hiposenter.

Persamaan untuk mencari Episentrum

$$\Delta = 111 \times \sqrt{(alo - bjr)^2 + (ala - ltng)^2} \quad (1)$$

Dimana,  $\Delta$  merupakan jarak episenter (km),  $alo$  merupakan letak bujur pada wilayah gempa ( $^{\circ}$ ),  $bjr$  merupakan letak bujur stasiun daerah pengamatan ( $^{\circ}$ ),  $ala$  merupakan letak lintang wilayah gempa ( $^{\circ}$ ), dan  $ltng$  merupakan letak lintang stasiun daerah pengamatan ( $^{\circ}$ ).

3. Kekuatan/Magnitudo Gempa Bumi

Kekuatan gempa bumi atau magnitude adalah ukuran kekuatan gempa bumi, menggambarkan besarnya energi yang terlepas pada saat gempa bumi terjadi

4. Intensitas Gempa Bumi

Intensitas gempa bumi adalah ukuran kerusakan akibat gempa bumi berdasarkan hasil pengamatan efek gempa bumi

terhadap manusia, struktur bangunan dan lingkungan pada tempat tertentu.

Persamaan Intensitas sumber gempa

$$I_0 = 1,5(am - 0,5) \quad (2)$$

Dimana,  $a_m$  merupakan kekuatan gempa (Magnitude), dan  $I_0$  merupakan Intensitas sumber gempa.

Persamaan Intensitas pada jarak episenter

$$I = I_0 \exp^{-b\Delta} \quad (3)$$

Dimana,  $I$  merupakan Intensitas pada jarak episenter,  $I_0$  merupakan Intensitas sumber gempa,  $b$  merupakan ketetapan nilai 0,00051, dan  $\Delta$  merupakan jarak episenter.

### 5. Kecepatan Tanah Maksimum

Kecepatan Tanah Maksimum atau *Peak Ground Velocity* (PGV) adalah nilai kecepatan tanah terbesar pada permukaan yang pernah terjadi disuatu wilayah dalam periode waktu tertentu akibat getaran gempa bumi

$$PGV = \exp\left(\frac{I-1,89}{2,14}\right)^{-b\Delta} \quad (4)$$

Dimana,  $I$  merupakan Intensitas pada jarak episenter,  $b$  merupakan nilai ketetapan 0,00051, dan  $\Delta$  merupakan jarak episenter.

### 2.3 Metodologi Penelitian

Pada tahap ini data yang digunakan ialah data sekunder dalam bentuk angka yang telah tercantum dalam tabel yang didapatkan dari artikel BMKG yang telah diterbitkan. Data yang diambil merupakan data gempa bumi utama yang terjadi pada tanggal 05 Agustus 2018 pada pukul 18:46:37 WIB.

Data kemudian di analisis menggunakan persamaan (1) untuk mencari nilai episenter, (2) untuk mencari nilai intensitas daerah gempa bumi, (3) untuk mencari intensitas daerah penelitian, dan (4)

untuk mencari nilai kecepatan tanah maksimum, setelah itu nilai tersebut di bandingkan dengan nilai percepatan tanah maksimum dan juga skala intensitas MMI.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Penelitian

#### 3.1.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini daerah gempa yang diteliti berada di Kab. Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat dan data yang digunakan tercatat di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di daerah Labuan Bajo, Waingapu.

#### 3.1.2. Data Penelitian

Data penelitian ini menggunakan data sekunder yang meliputi data, titik koordinat lokasi pengamatan dan lokasi sumber gempa, Hiposenter, dan Percepatan Tanah Maksimum. PGA digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan kecepatan tanah maksimum apakah akan berbanding lurus dengan PGV.

**Tabel 1** Waktu dan Lokasi Gempa

Waktu	Lokasi	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (Km)
18:46:37 WIB	Lombok, Nusa Tenggara Barat	-8.35	116.47	32

**Tabel 2** Data Pengamatan Stasiun Geofisika

No	Kode	Nama Stasiun	LATT	LONG	Hiposenter (Km)	PGA (gals)
1	LABA	Stat Labuan Bajo	-8.49	119.88	362.04	0,35
2	WGNI	Stat Waingapu	-9.64	120.26	431.59	1,03
3	MMRI	Maumere	-8.61	122.21	621.99	3,98

Hasil Perhitungan untuk mengetahui jarak episenter terhadap stasiun dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta = 111 \times \sqrt{(alo - bjr)^2 + ((ala - ltng)^2}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= 111 \times \sqrt{(8 - 8)^2 + ((199 - 166)^2} \\ &= 111 \times 33 \\ &= 3.663 \text{ Km} \end{aligned}$$

Perhitungan mencari intensitas di wilayah gempa

$$I_0 = 1,5(am - 0,5)$$

$$\begin{aligned} I_0 &= 1,5(7 - 0,5) \\ &= 9,75 \end{aligned}$$

Kemudian perhitungan untuk mencari intensitas daerah pengamatn

$$\begin{aligned} I &= I_0 \exp^{-b\Delta} \\ I &= 9,75 \exp^{-0,00051 \times 3.663} \\ &= 1,50 \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Mencari Kecepatan Tanah Maksimum

$$\begin{aligned} PGV &= \exp\left(\frac{I-1,89}{2,14}\right)^{-b\Delta} \\ PGV &= \exp\left(\frac{0,01 - 1,89}{2,14}\right)^{-0,00051 \times 3.663} \\ &= 6,70 \text{ Cm/s} \end{aligned}$$

Maka diperoleh hasil dari perhitungan menggunakan persamaan di atas

Stasiun LABA:

Episenter: 3.663 Km

Intensitas Daerah Gempa: 9,75

PGV: 6,70 cm/s

Skala MMI kategori II

Stasiun WGNI:

Episenter: 8.769 Km

Intensitas Daerah Gempa: 9,75

PGV: 0,99 cm/s

Skala MMI kategori II

Stasiun MMRI:

Episenter: 8.547 Km

Intensitas Daerah Gempa: 9,75

PGV: 0,98 cm/s

Skala MMI kategori II

### 3.2 Pembahasan

Dari hasil perhitungan nilai kecepatan tanah maksimum, untuk nilai kecepatan tanah terbesar didapat pada stasiun pengamatan LABA (Stasiun Labuan Bajo) dengan nilai berkisar antara 6,70 cm/s, Kemudian pada stasiun pengamatan WGNI (Stasiun Waingapu) dengan nilai berkisar antara 0,99 cm/s, dan pada stasiun pengamatan MMRI (Stasiun Maumere) dengan nilai kecepatan tanah terkecil antara 0,98 cm/s, dari data tersebut kita dapat menyimpulkan bahwa nilai PGV dan PGA selaras dengan memperhatikan skala MMI yang berlaku.

Jarak episenter sumber gempa terhadap lokasi stasiun penelitian sangat berpengaruh terhadap tinggi dan rendahnya nilai kecepatan tanah maksimum, dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin jauh stasiun pengamatan dengan sumber gempa maka akan semakin kecil pula nilai dari kecepatan tanah maksimum yang dihasilkan.

Gempa bumi yang terjadi dengan magnitude 7.0 pada hari Minggu, 5 Agustus 2018 jam 18:46:37 WIB. Pusat gempa berada di kedalaman 15 km dan berada di darat 18 km arah barat laut Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Peta tingkat guncangan (*shakemap*) BMKG menunjukkan bahwa dampak gempa bumi berupa kerusakan dapat terjadi pada daerah yang berdekatan dengan pusat gempa.

Berdasarkan hasil analisa data akselerograf, stasiun terdekat dengan sumber adalah stasiun Meteorologi BIL (MASE).

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa kecepatan tanah maksimum akibat gempa bumi Lombok 05 agustus 2018 di stasiun pengamatan Labuan Bajo sebesar 3,66 cm/s, kemudian pada stasiun Waingapu sebesar 0,99 cm/s, dan pada stasiun Maumere sebesar 0,98 cm/s.

#### **5. UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan jurnal penelitian ini :

1. Bapak Kadek Subagiada, S.Si., M.Si selaku dosen yang membimbing saya dalam penulisan jurnal.
2. Bapak Dr. Djayus, MT selaku dosen yang membimbing saya dalam penulisan jurnal.
3. Para staf BMKG stasiun Geofisika kelas III Balikpapan yang telah memberikan masukan mengenai data penelitian.

#### **6. DAFTAR PUSTAKA**

Afnimar. 2009. *Seismologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Darmawan, Wahyu. 2018. *Analisis Penentuan Zona Kerentanan Gerakan Tanah Dengan Metode Storie (Studi Kasus Kabupaten Wonogiri)*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Encyclopaedia Britannica. 2008. *Earthquakes: Types of Seismic Waves*. Diakses dari <https://www.britannica.com/science/earthquakegeology/imagesvideos/Seismic-waves-travel-in-different-patterns-and-at-differentspeeds/68348>, pada tanggal 12 November 2019 ESDM

Fulki, Ahmad. 2011. *Analisis Parameter Gempa B Value Dan PGA Di Daerah*

*Papua, Jakarta: Universitas Negeri Islam Syarif Hidayatullah.*

Gadallah, R.M., & Fisher, R. 2009. *Exploration Geophysics*. Berlin: Springer.

Hidayati, Nur. 2018. *Ulasan Guncangan Tanah Akibat Gempa Lombok Timur 29 Juli 2018*. Lombok: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

Lowrie, William. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. New York: Cambridge University Press.

Putra, Yasmardani Arya. 2015. *Analisis Penentuan Faktor Penyebab Gerakan Tanah Di Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.

Putri, Anindya.R. 2017. *Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Mikrotemor I Jalur Sesar Kedeng*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sapie, dkk. 2001. *Geologi Fisik*. Bandung: ITB.

Saputra, Ary Rhamadan. 2019. *Pemetaan Daerah Rawan Kerusakan Akibat Gempa Bumi Di Wilayah Kota Palu Tahun 2000-2018 Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum*. Samarinda: Universitas Mulawarman

Saputra, Anton Hilman. 2006. *Pemodelan Top basement dan Diskontinuitas Moho Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya Berdasarkan Waktu Tempuh dan Sudut Datang Gelombang P Menggunakan Sumber Gempa dari Arah Tenggara*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Sismanto, 1996, *Akuisisi Data Seismik Seri Kegiatan Seismik Eksplorasi*, Universitas Gajah Mada Press: Yogyakarta.

Sunarti. 2015. *Studi Tentang Pergerakan Tanah Berdasarkan Pola Kecepatan*

*Tanah Maksimum (Peak Ground Velocity) Akibat Gempa Bumi (Studi Kasus Kejadian Gempa Pulau Sulawesi Tahun 2011-2014).*  
Makassar: Universitas Negeri Makassar