



# Analisis Pendekatan Empiris Terhadap Percepatan Tanah Maksimum di Provinsi Papua Barat Menggunakan Metode Esteva, Donovan dan M.V. Mickey

Y Januarti<sup>1,\*</sup> and D S Ramadoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah 2 Tangerang Selatan

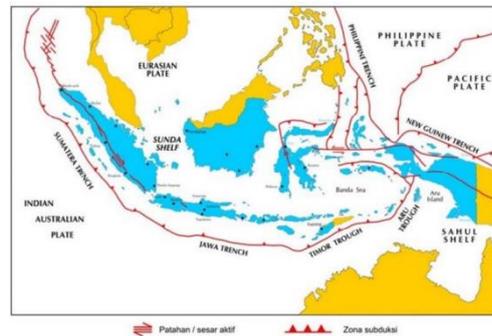
<sup>2</sup>Fakultas Sains dan Teknologi Prodi Fisika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

[\\*yesijanuarti.1628@gmail.com](mailto:*yesijanuarti.1628@gmail.com)

**Abstrak.** Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas gempa bumi tinggi, hal tersebut dikarenakan Indonesia terletak pada jalur pertemuan 3 lempeng tektonik dunia yakni : lempeng Indo – Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia. Salah satu wilayah Indonesia yang memiliki potensi rawan gempa bumi yaitu provinsi Papua Barat. Hal ini disebabkan secara letak geografis Provinsi Papua Barat terdapat pertemuan lempeng besar aktif dan sesar yang merupakan sumber terjadinya gempa bumi. Untuk mengetahui potensi bahaya gempa di Provinsi Papua Barat maka dilakukan analisa percepatan tanah maksimum atau Peak Ground Acceleration (PGA) yang merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan akibat gempa. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan 3 rumus pendekatan empiris dalam menghitung nilai PGA yaitu Metode Esteva, Donovan, dan M.V. Mickey. Berdasarkan hasil perhitungan telah didapatkan nilai percepatan tanah maksimum pada Provinsi Papua Barat dengan metode Esteva yaitu sebesar 0.0012g – 0.06g, metode Donovan sebesar 0.01g – 0.29g, dan metode MV. Mickey sebesar 0.005g – 0.43g. Berdasarkan nilai PGA yang telah diperoleh terdapat dua metode yang menghasilkan nilai yang mendekati nilai PGA pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017 untuk Provinsi Papua Barat yaitu Metode Donovan dan MV. Mickey.

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas gempa bumi tinggi, hal tersebut dikarenakan Indonesia terletak pada jalur pertemuan 3 lempeng tektonik dunia yakni : lempeng Indo – Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia. Pertemuan antar lempeng ini menyebabkan sering terjadinya gempa bumi karena tumbukan atau pergeseran lempeng. Oleh karena itu, Indonesia merupakan daerah yang secara tektonik rawan gempa bumi. Salah satu wilayah Indonesia yang memiliki potensi rawan gempa bumi yaitu provinsi Papua Barat..



**Gambar 1.** Peta Tektonik di Kepulauan Indonesia (Agus Susanto, 2011).

Papua Barat merupakan salah satu provinsi di bagian Indonesia timur yang secara geografis terletak Provinsi Papua Barat terletak pada  $130^{\circ}$  -  $134^{\circ}$  Bujur Timur dan  $0^{\circ}$  -  $4^{\circ}$  Lintang Selatan. Provinsi Papua Barat merupakan wilayah di Indonesia yang termasuk dalam kategori rawan gempa. Hal ini disebabkan secara letak geografis Provinsi Papua Barat terdapat pertemuan lempeng besar aktif dan sesar yang merupakan sumber terjadinya gempa bumi. Sebagian besar gempa bumi di Provinsi Papua Barat disebabkan adanya sejumlah lipatan dan sesar naik di Papua Barat akibat interaksi (tubrukan) antara kedua patahan seperti Sesar Sorong, Sesar Ransiki, Sesar Lungguru, dan Sesar Tarera – Aiduna.

Untuk mengetahui potensi bahaya gempa di Provinsi Papua Barat maka dilakukan analisis percepatan tanah maksimum atau Peak Ground Acceleration (PGA) yang merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan akibat gempa. Nilai PGA pada umumnya didapatkan dari hasil observasi rekaman accelerograf. Namun, accelerograf tidak tersebar secara merata di seluruh wilayah Indonesia. Akibat keterbatasan tersebut, maka perlu adanya sebuah pendekatan empiris untuk menghitung nilai PGA pada suatu wilayah. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan 3 rumus pendekatan empiris yaitu Esteva, Donovan, dan M.V. Mickey.

## 2. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder gempabumi pada Provinsi Papua Barat selama 50 tahun terakhir yakni periode 1972 – 2022 dengan batasan wilayah  $130^{\circ}$  -  $134^{\circ}$  Bujur Timur dan  $0^{\circ}$  -  $4^{\circ}$  Lintang Selatan dengan magnitudo  $\geq 5 \leq 9$  pada kedalaman 1 – 100 km. Untuk periode 1972 – 2008 menggunakan data gempabumi dari ISC sedangkan untuk periode 2009 – 2022 menggunakan data gempabumi yang tercatat di BMKG.



**Gambar 2.** Peta Provinsi Papua Barat (Source: papuabaratprov.go.id).

Metode yang digunakan untuk mencari nilai percepatan tanah maksimum di provinsi papua barat yaitu menggunakan metode Esteva, Donovan, dan M.V. Mickey dengan membagi Provinsi Papua Barat menjadi 1681 grid dengan jarak masing – masing grid  $0.1^{\circ}$ . Kemudian data manual diolah menggunakan

Microsoft Excel untuk mendapatkan nilai percepatan tanah maksimum (PGA), dengan rumus sebagai berikut:

1. Metode Esteva

$$a = \frac{5600(\exp(0.5M_s))}{(r+40)^2} \quad (1)$$

2. Donovan

$$a = \frac{1080(\exp(0.5M_s))}{(r+25)^{1.32}} \quad (2)$$

3. MV. Mickey

$$a = \frac{0.304(10^{0.7M_b})}{r^{1.4}} \quad (3)$$

Dimana :

a : Percepatan Tanah

M : Magnitudo

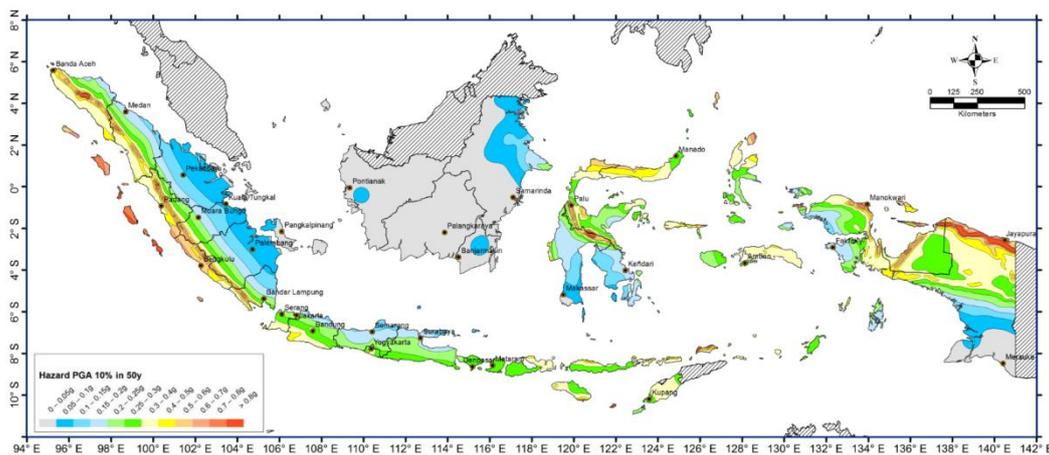
r : Jarak Hiposenter (km)

M<sub>s</sub>: Magnitudo Surface

M<sub>b</sub>: Magnitudo Body

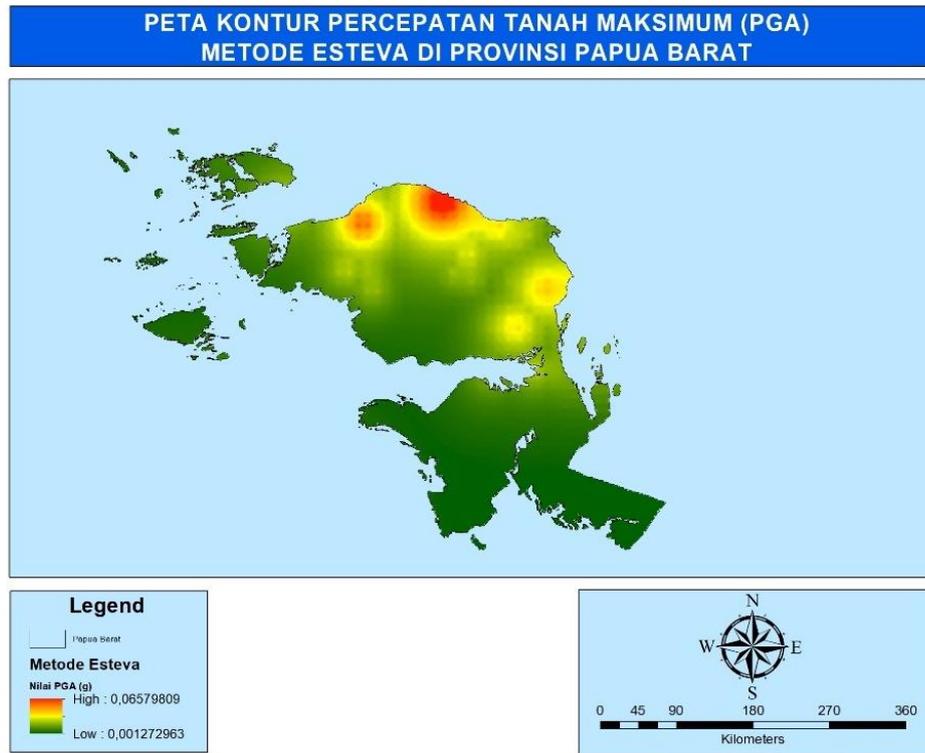
Dari perhitungan menggunakan ketiga metode tersebut nantinya dapat diketahui metode manakah yang paling tepat untuk menghitung nilai percepatan tanah maksimum di Provinsi Papua Barat. Pengelompokan tingkat resiko gempa bumi yang terjadi pada suatu tempat berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas gempa bumi.

### 3. Hasil dan Pembahasan



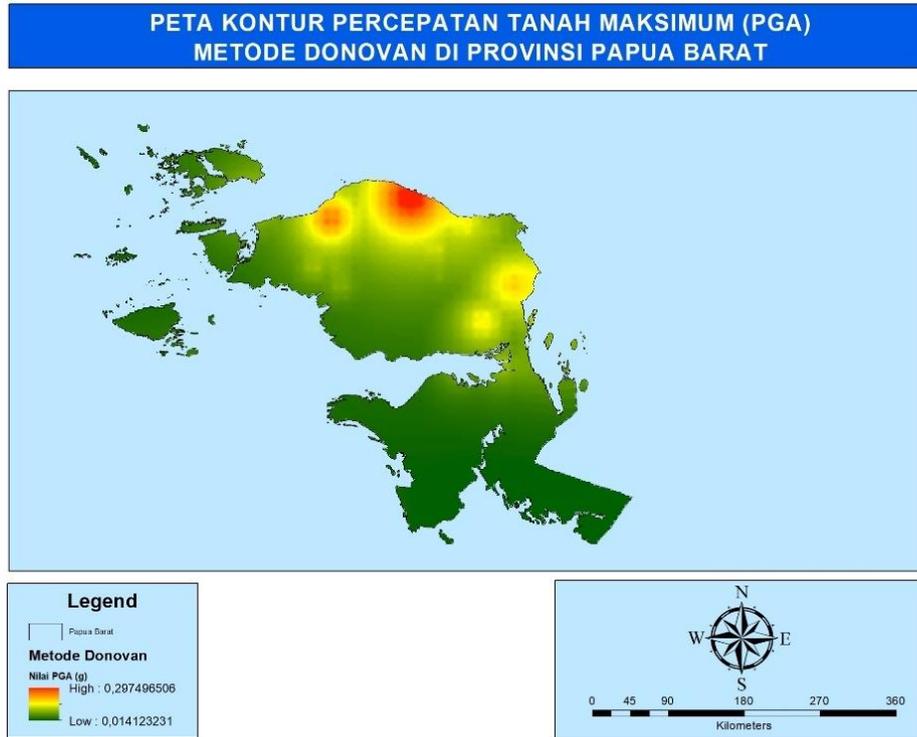
**Gambar 3.** Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun. (Sumber : Pusat Studi Gempa 2017)

Hasil perhitungan nilai PGA yang telah didapat mengacu pada peta percepatan puncak di Batuan Dasar (SB) yang menjadi acuan pada nilai percepatan tanah yang tepat. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa Provinsi Papua Barat memiliki intensitas nilai percepatan tanah maksimum yaitu diantara 0.1 – 0.15g, 0.15 – 0.2g, 0.2 – 0.25g, 0.25 – 0.3g, 0.3 – 0.4g, 0.4 – 0.5g, 0.5 – 0.6g, 0.6 – 0.7g, dan 0.7 – 0.8g.



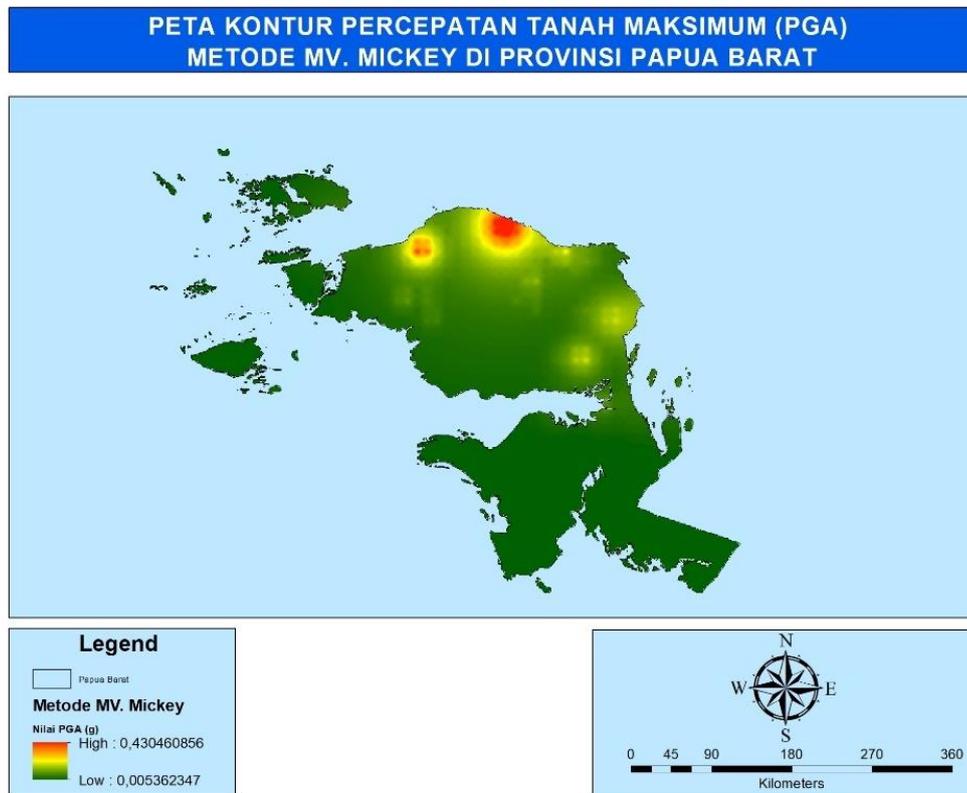
**Gambar 4.** Percepatan Tanah Maksimum Provinsi Papua Barat Metode Esteva.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan rumus empiris Esteva didapatkan nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 0.06 g pada koordinat  $-0.5^{\circ}$  LS –  $132.9^{\circ}$  BT dan nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 0.0012 g pada koordinat  $-4^{\circ}$  LS –  $133.6^{\circ}$  BT. Dapat dilihat bahwa nilai PGA yang diperoleh pada metode Esteva ini sebesar 0.0012g – 0.06g , sedangkan nilai PGA Provinsi Papua Barat pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017 sebesar 0.1g – 0.8g. Hal ini membuktikan bahwa metode Esteva kurang tepat pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017.



**Gambar 5.** Percepatan Tanah Maksimum Provinsi Papua Barat Metode Donovan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan rumus empiris Donovan didapatkan nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 0.29 g pada koordinat  $-0.5^{\circ}$  LS –  $132.9^{\circ}$  BT dan nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 0.01 g pada koordinat  $-4^{\circ}$  LS –  $134^{\circ}$  BT. Dapat dilihat bahwa nilai PGA yang diperoleh pada metode Donovan ini sebesar 0.01g – 0.29g, sedangkan nilai PGA Provinsi Papua Barat pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017 sebesar 0.1g – 0.8g. Hal ini membuktikan bahwa metode Donovan mendekati pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017.



**Gambar 6.** Percepatan Tanah Maksimum Provinsi Papua Barat Metode MV. Mickey.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan rumus empiris MV. Mickey didapatkan nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 0.43 g pada koordinat  $-0.5^{\circ}$  LS –  $132.9^{\circ}$  BT dan nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 0.005 g pada koordinat  $-4^{\circ}$  LS –  $134^{\circ}$  BT. Dapat dilihat bahwa nilai PGA yang diperoleh pada metode MV. Mickey ini sebesar 0.005g – 0.43g, sedangkan nilai PGA Provinsi Papua Barat pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017 sebesar 0.1g – 0.8g. Hal ini membuktikan bahwa metode MV. Mickey juga mendekati pada peta acuan Pusat Studi Gempa 2017.

Berdasarkan ketiga rumus empiris yang telah digunakan dalam perhitungan nilai PGA bahwa daerah yang memiliki nilai percepatan tanah maksimum tertinggi berada pada Kabupaten Manokwari. Event gempa bumi besar tersebut terjadi pada tanggal 01/03/2009 pukul 19:43:54 dengan kekuatan magnitudo 7.9 SR pada kedalaman 17 km yang disebabkan oleh adanya zona subduksi di sebelah utara pantai Provinsi Papua Barat serta adanya sesar/ patahan besar seperti patahan Sorong sehingga terjadi gempa besar yang menyebabkan dampak kerusakan yang besar pada Kabupaten Manokwari. Dari ketiga metode empiris tersebut terdapat dua metode yang menghasilkan nilai PGA yang mendekati nilai PGA pada peta acuan Pusat Sudi Gempa 2017 untuk Provinsi Papua Barat yaitu diantaranya metode Donovan dan MV. Mickey.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan telah didapatkan nilai percepatan tanah maksimum pada Provinsi Papua Barat dengan metode Esteva yaitu sebesar 0.0012g – 0.06g, nilai percepatan tanah maksimum dengan metode Donovan sebesar 0.01g – 0.29g, dan nilai percepatan tanah maksimum dengan metode MV. Mickey sebesar 0.005g – 0.43g. Berdasarkan hasil perbandingan rumusan empiris Esteva, Donovan, dan MV. Mickey dengan Peta Acuan Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) dari Pusat Studi Gempa 2017, diperoleh bahwa metode pendekatan empiris Donovan dan MV. Mickey menghasilkan nilai PGA yang mendekati dengan nilai PGA pada peta acuan. Sehingga metode Donovan dan MV. Mickey adalah



metode empiris yang paling tepat digunakan pada Provinsi Papua Barat dibandingkan metode Esteva yang menghasilkan nilai PGA tidak sesuai dengan nilai PGA pada peta acuan. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pemerintahan setempat untuk rencana pembangunan infrastruktur khususnya pada Provinsi Papua Barat guna melihat nilai PGA yang memiliki tingkat resiko kerusakan akibat gempa bumi tertinggi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Kapojos C G, Tamuntuan G and Pasau G 2015 *Analisis Percepatan Tanah Maksimum Dengan Menggunakan Rumus Esteva dan Donovan (Studi Kasus Pada Semenanjung Utara Pulau Sulawesi)* Jurnal Ilmiah Sains **15** 2-15.
- [2] Saputro I T and Momot H 2020 *Pemutakhiran Peta Sebaran Gempa Bumi Berdasarkan Magnitudo dan Kedalaman di Wilayah Provinsi Papua Barat Pada 50 Tahun Terakhir* Jurnal Tapak **10** 5-6.
- [3] Sulaiman, Cecep, Lestari dan Trioyoso 2008 *Karakterisasi Sumber Gempa Yogyakarta 2006 Berdasarkan Data GP* Jurnal Geologi Indonesia **3** 49-56.
- [4] Calvi G M and R Pinho 2006 *Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over The Past 30 Years* ISET Journal of Earthquake Technology **43** 75–104.
- [5] Ahmad F 2011 *Analisis Parameter Gempa, b Value dan PGA di Daerah Papua* Fakultas Sains dan Teknologi: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [6] Riyadi A, Ahmad 2013 *Analisis Nilai PGA dengan Rumus Empiris Donovan, Esteva dan MC. Guirre R.K di Daerah Sumatera Barat* Fakultas Sains dan Teknologi: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [7] Edwisa D dan Novita S 2008 *Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Kanai* Jurnal Geologi Indonesia **2** 29.
- [8] Natawidjaja D H 2007 *Tektonik Setting Indonesia dan Pemodelan Gempa dan Tsunami Pelatihan Pemodelan Tsunami Run – up* RISTEK.
- [9] Prawiradisastra S dan Santoso E W 1997 *Identifikasi Gempa Biak 17 Pebruari 1996 Sebagai Upaya Program Mitigasi Bencana* Jurnal Alami **2** 29-31.
- [10] Susanto A 2011 *Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Data Gempa Bumi di Daerah Istimewa Yogyakarta* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Negeri Semarang.
- [11] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika [http://repogempa.bmkg.go.id/repo\\_new/](http://repogempa.bmkg.go.id/repo_new/) (accessed Mar. 21, 2022).
- [12] Internasional Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk/isc-ehb/search/catalogue/> (accessed Apr. 10, 2022).