Jurnal FisTa : Fisika dan Terapannya E-ISSN 2747-1691
Vol. 3, No. 1, April 2022: 34-38

Analisis Bahaya Gempa Bumi Menggunakan Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis Di Wilayah Likupang, Minahasa Utara

Rini Indri, Heindrich Taunaumang, Farly Reynol Tumimomor

Fisika, Universitas Negeri Manado, Minahasa, 95619, Indonesia

* E-mail: riniindrimaramis@gmail.com

Diterima 28 April 2022; Disetujui 30 April 2022

ABSTRAK

Metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)* adalah suatu metode yang digunakan dalam analisis bahaya kegempaan berdasarkan definisi fungsi distribusi probabilitas yang memperhitungkan dan menggabungkan ketidakpastian dari skala kejadian gempa, lokasi, dan frekuensi kejadiannya, untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai tingkat *hazard* atau suatu lokasi yang ditinjau. Wilayah Likupang, Minahasa Utara merupakan lokasi yang rawan akan bencana gempa bumi, untuk itu diperlukan mitigasi dini salah satunya dengan memetakan potensi bahaya bencana. Percepatan getaran tanah maksimum atau peak ground acceleration (PGA) adalah nilai terbesar percepatan tanah pada suatu tempat yang diakibatkan oleh getaran gempa bumi dalam periode waktu tertentu. Dalam penelitian ini di dapatkan hasil Hasil perhitungan PSHA di wilayah Likupang Minahasa Utara, diperoleh nilai PGA terbesar 1,4g–1,8g, nila SA T= 0,2 detik adalah 1,7g-2,1 dan nilai SA T= 1,0 detik adalah 0,5g – 0,6g. Berdasarkan hasil tersebut, bahaya kerusakan ringan hingga berat dapat ditimbulkan.

Kata kunci : PSHA, Gempa Bumi, Percepatan Tanah Maksimum

ABSTRACT

The Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) method is a method used in seismic hazard analysis based on the definition of a probability distribution function that takes into account and combines the uncertainties of the earthquake event scale, location, and frequency of occurrence, to obtain a comprehensive picture of the hazard level or a location that reviewed. The Likupang area, North Minahasa is a location that is prone to earthquake disasters, for this reason, early mitigation is needed, one of which is mapping the potential for disaster hazards. Maximum ground vibration acceleration (PGA) is the greatest value of ground acceleration at a place caused by earthquake vibrations in a certain period of time. In this study, the results of the PSHA calculation in the North Minahasa Likupang area were obtained, the largest PGA value was 1.4g–1.8g, tilapia SA T= 0.2 seconds was 1.7g-2.1 and SA T=1 value, 0 seconds is 0.5g – 0.6g. Based on these results, the danger of light to severe damage can be caused.

Keywords : *PSHA, Earthquake, Peak Ground Acceleration*

1. PENDAHULUAN

Kondisi wilayah Indonesia berada pada tiga pertemuan lempeng tektonik yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Pertemuan ketiga lempeng inilah yang menjadikan terbentuknya patahan, gunung api, dan menyebabkan gempa bumi.

Pulau Sulawesi berada pada pertemuan lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik. Lempeng tersebut saling menumbuk sehingga mengakibatkan wilayah pulau Sulawesi dan sekitarnya memiliki kondisi geologi yang sangat kompleks. Dampak dari tumbukan lempeng tektonik ini juga dapat mengakibatkan Pulau Sulawesi menjadi wilayah yang sangat rawan bencana alam kebumian khususnya bencana gempa bumi. Pulau Sulawesi dan sekitarnya, khususnya daerah bagian utara yang letaknya didarat maupun di laut merupakan daerah yang dekat dengan sumber gempa bumi dan penyebab tsunami akibat proses tektonik.

Gempa bumi adalah bencana alam yang tidak diketahui kapan akan terjadi, dampaknya bisa mengakibatkan kerusakan bangunan dan infrastruktur suatu daerah menyebabkan kerugian yang besar dan dapat menimbulkan korban jiwa. Berdasarkan data yang ada,

wilayah Likupang yang adalah bagian di Minahasa Utara termasuk dalam wilayah rawan bencana yang salah satunya adalah gempa bumi. Peristiwa gempa bumi bisa terjadi kapan saja, gempa bumi tidak bisa diprediksi. Oleh sebab itu diperlukan adanya upaya untuk mengurangi bahaya bencana dan dampaknya. Dengan mengurangi dampak hazard gempa bumi tersebut, maka upaya mitigasi harus dilakukan secara dini dan optimal (Pratama, 2020). Salah satu upaya mitigasi yang perlu dilakukan adalah dengan membuat peta hazard. Pembuatan peta hazard ini bertujuan agar dapat mengurangi potensi dari kerusakan yang diakibatkan oleh guncangan gempa bumi.

Faktor percepatan tanah menjadi pertimbangan untuk memetakan wilayah yang berpotensi mengalami kerusakan berat atau pun ringan. Analisis seismic hazard merupakan analisis yang bisa digunakan untuk pemetaan peta hazard. Salah satu metode dalam analisis seismic hazard adalah PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Analysis) yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan nilai percepatan tanah (Peak Ground Acceleration) dan memetakan peta hazard.

Dari latar belakang yang ada, di dapatkan rumusan masalah yaitu:

Bagaimana menganalisis nilai percepatan tanah maksimum menggunakan metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis terhadap batuan dasar di wilayah Likupang? Dan bagaimana memetakan sebaran nilai bahaya gempa bumi di wilayah Likupang?

Tujuannya adalah mengetahui potensi bahaya gempa bumi melalui nilai percepatan tanah maksimum dengan metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis dan mengetahui pemetaan sebaran nilai bahaya gempa bumi.

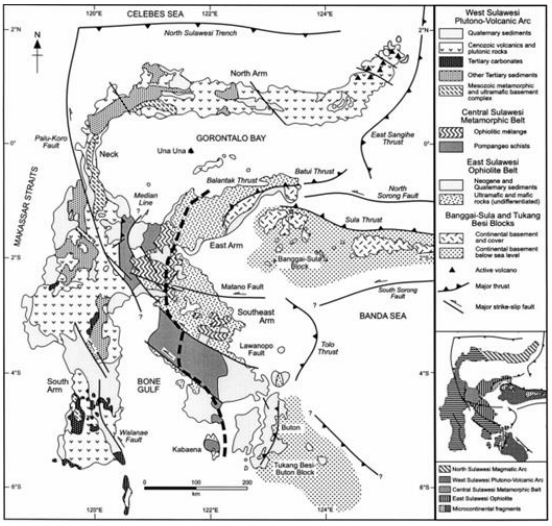
2. KAJIAN LITERATUR

Kondisi Lempeng Tektonik Indonesia

Indonesia terletak pada batas pertemuan tiga lempeng besar dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia serta satu lempeng mikro yaitu lempeng mikro Filipina, karena itu maka wilayah Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempa-gempa tektonik

Tektonik Sulawesi Utara

Pulau Sulawesi dan sekitarnya, khususnya Sulawesi bagian utara merupakan salah satu margin aktif yang paling rumit dalam jangka waktu geologi, struktur dan juga tektonik. Wilayah ini merupakan pusat pertemuan tiga lempeng konvergen, karena interaksi tiga kerak bumi utama (lempeng) di masa Neogen. Konvergensi ini menimbulkan pengembangan semua jenis struktur di semua skala, termasuk subduksi dan zona tumbukan, sesar dan thrust. Saat ini sebagian besar struktur Neogen dan beberapa struktur pra-Neogen masih tetap aktif atau aktif kembali. Struktur utama termasuk Subduksi Sulawesi Utara(*North Sulawesi Trench* / Minahasa *Trench*), Sesar Gorontalo, Sulu *Thrust*, dan tumbukan ganda laut Maluku (*Molluca sea collition*) seperti ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta Tektonik Utama Pulau Sulawesi (Hall & Wilson, 2000)

Gempa Bumi

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).

Model Sumber Gempa

Model sumber gempa diperlukan sebagai hubungan antara data kejadian gempa dengan model perhitungan yang digunakan dalam menentukan tingkat resiko gempa. Zona sumber gempa didefenisikan sebagai area yang mempunyai derajat, gempa yang sama, dimana disetiap titik dalam zona tersebut mempunyai kemungkinan yang sama akan terjadinya

gempa dimasa mendatang. Model sumber gempa akan memberikan gambaran distribusi episenter kejadian gempa historik, frekuensi kejadian gempa dan pergeseran relatif lempeng (*slip rate*) dari suatu sumber gempa

Ada tiga model sumber gempa yang digunakan dalam analisis ini, yaitu sumber gempa *background*, sumber gempa fault, dan sumber gempa subduksi.

Analisis *Seismic Hazard*

Analisis *seismic hazard* merupakan analisis yang bertujuan untuk menghitung besarnya tingkat goncangan tanah yang diakibatkan oleh bencana gempa bumi. Terdapat perbedaan antara resiko seismik dan *seismic hazard*, yaitu *seismic hazard* merupakan bentuk fisik dari bahaya itu sendiri, meliputi *ground motion*, pergeseran patahan, likuifaksi, dll, yang dapat menyebabkan suatu bahaya. Sedangkan resiko seismik sendiri adalah kemungkinan dari kehilangan harta benda maupun menimbulkan korban jiwa yang merupakan akibat dari *seismic hazard*.

PSHA *(Probabilistic Seismic Hazard Analysis)*

Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) adalah suatu metode yang digunakan dalam analisis bahaya kegempaan berdasarkan definisi fungsi distribusi probabilitas yang memperhitungkan dan menggabungkan ketidakpastian dari skala kejadian gempa, lokasi, dan frekuensi kejadiannya, untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai tingkat hazard atau suatu lokasi yang ditinjau. Metode PSHA merupakan metode yang sering digunakan pada pembuatan peta bahaya gempa bumi secara regional. Metode analisis gempa dengan cara probabilistik memperhitungkan tingkat goncangan tanah di lokasi tertentu dari semua sumber gempa bumi.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi dalam penelitian mengambil daerah Likupang, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara dengan koordinat 1.589° LU – 1.89° LU dan 125.16° BT – 125.087° BT. Berikut pada Gambar 2 menunjukan letak titik lokasi penelitian.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian (Sumber : *Google Earth Pro*)

Alat dan bahan yang digunakan adalah:

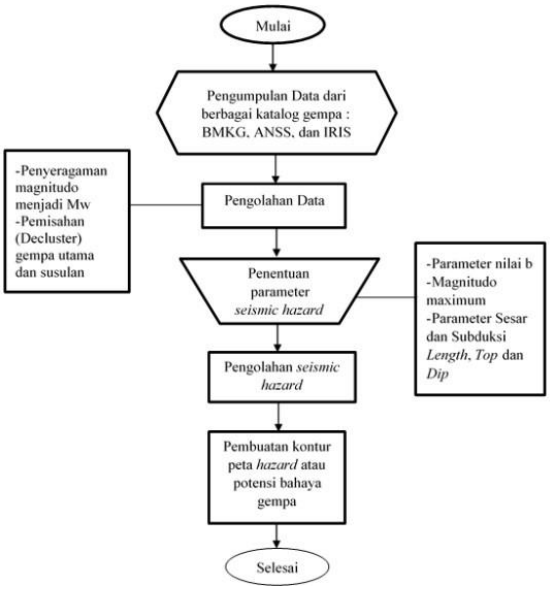
- Laptop
- Data gempa dari gabungan beberapa katalog
- Microsoft Excel 2016
- Software : ZMAP, MATLAB R2014a, PSHA-USGS 2007, ArcGis 2010

Untuk tahapan penelitian, pertama dilakukan adalah studi literatur atau mempelajari teori terkait dengan masalah yang muncul. Tujuan dari studi literatur ini adalah agar kita dapat memahami teori bahkan metode yang berkaitan untuk memecahkan masalah tersebut dalam hal ini metode yang akan digunakan adalah metode *Probability Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Setelah melakukan studi literatur, selanjutnya ialah menentukan lokasi atau daerah yang dilakukan penelitian . berikutnya, mempersiapkan alat dan bahan berupa data katalog gempa bumi pada daerah penelitian.

Selanjutnya, melakukan pengolahan dengan metode-metode yang dibutuhkan dalam metode *Probability Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Setelah melakukan pengolahan kita akan mendapatkan nilai yang nantinya akan diolah kembali.

Pada tahap yang terakhir, ialah tahap penyelesaian. Pada tahap ini, semua data diperoleh dari hasil PSHA berupa nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) selanjutnya dilakukan pemetaan sebaran hazard / bahaya di wilayah Likupang dengan menggunakan aplikasi ArcGis.

Berikut adalah diagram alir penelitian:

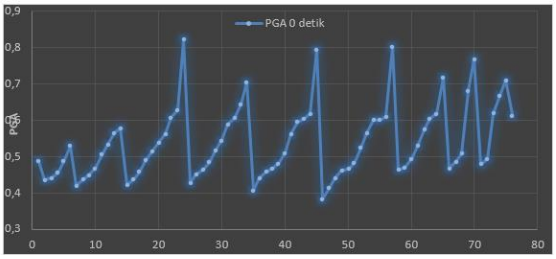


Gambar 3. Diagram alir pengolahan data

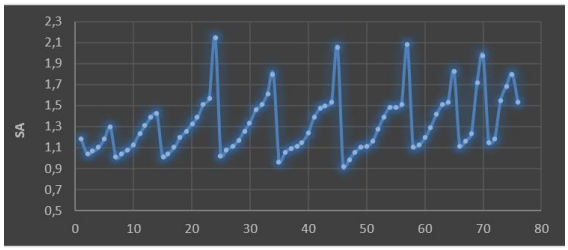
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter *seismic hazard* yang dapat mengestimasi bahaya kegempaan salah satunya adalah nilai *peak ground acceleration* (PGA). Dimana notasi PGA atau percepatan tanah adalah g, yang merupakan akselerasi akibat gravitasi. Metode untuk menghitung nilai PGA adalah salah satunya menggunakan pendekatan secara PSHA (*Probabilistic Seismic Hazard Analysis*).

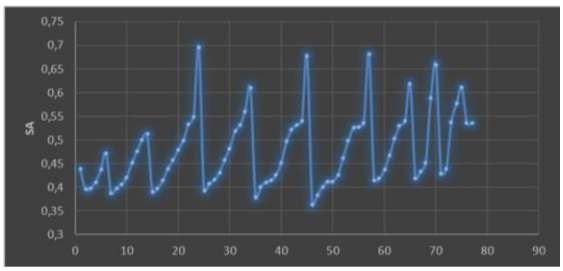
Setelah dilakukan pengolahan data, maka didapatkan model percepatan tanah di wilayah Sulawesi Utara dengan probabilitas terlewati 10% dalam 50 tahun atau dengan periode ulang gempa bumi 500 tahun. Model percepatan tanah yang dihasilkan terdiri dari 3 jenis, yaitu PGA atau pada periode T= 0 detik, pada periode T= 0.2 detik, dan pada periode T= 1 detik.



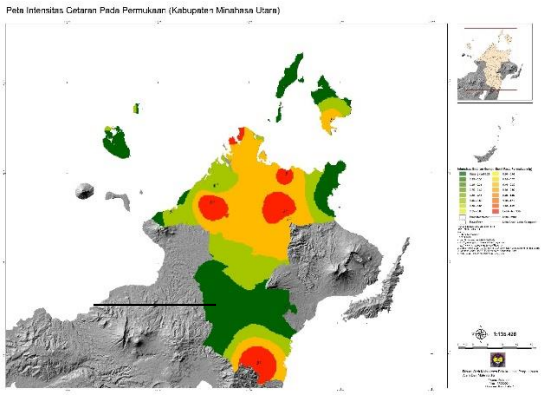
Gambar 4. Grafik Sebaran Nilai PGA di Likupang Minahasa Utara pada kondisi T = 0 detik .



Gambar 5. Grafik Sebaran Nilai SA di Likupang Minahasa Utara Pada Kondisi T = 0.2 Detik



Gambar 6. Grafik Sebaran Nilai PGA di Likupang Minahasa Utara Pada Kondisi T = 1 Detik.



Gambar 7. Intensitas Getaran di Wilayah Minahasa Utara

5. KESIMPULAN

Perhitungan PSHA di wilayah Likupang Minahasa Utara diperoleh nilai PGA terendah yaitu 0.4g yang disebabkan oleh *West Molucca Sea*. Sedangkan nilai PGA terbesar adalah 1.8g yang disebabkan oleh *North Sulawesi Trench* (NST) dan *West Molucca Sea*. Secara probabilitas *seismic hazard* di wilayah Likupang Minahasa Utara berdasarkan data PGA pada kondisi 0 detik berada pada skala goncangan VIII-IX MMI. Keadaan tersebut dapat menyebabkan resiko kerusakan pada bangunan yang kuat.

6. REFERENSI

Bolt, B. (1978). Earthquake a Primer, . W.H Freeman and Company, San Fransisco.

Dewi, R. K., Purwana, Y. M., & Dananjaya, R. H. (2018). Analisis Probabilistik Bahaya Gempa Pada Bendungan Wadaslintang. e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL, 698-709.

Fowler, C. (1990). Solid Earth: an Introduction to Global Geophysic. Cambridge University Press, Cambridge.

Hutapea, B. M., & Mangape, I. (2009). Analisis Hazard Gempa dan Usulan Ground Motion pada Batuan Dasar. Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil, 121-132.

Irsyam, M., Sengara, W., Aldiamar, F., Widyantoro, S., & Triyoso, W. (2010). Ringkasan Hasil Sudi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010. Tim Revisi Peta Gempa Indonesia, Bandung.

Kertapati, E., Setiawan, J., & Marjiyono. (2006). Revisi Potensi Sumber-sumber Gempa di Indonesia (Seminar Kontruksi Indonesia di Millenium).

McGuire, R. (2001). Deterministic vs Probabilistic Gempa Hazards and Risk. Risk Engineering Inc, Publication Paper.

Muhaimin, Tjahjono, B., & Darmawan. (2016). Analisis Resiko Gempabumi di Cilacap Provinsi Jawa Tengah. J. Il. Tan. Lingk., 18 (1), ISSN 1410-7333, 28-34.

Pangaribuan, M. A., Rasimeng, S., Karyanto, & Rudianto. (2019). Analisis Pendugaan Bahaya Kegempaan Di Batuan Dasar. Jurnal Geofisika Eksplorasi, 174-184.

Pratama, I. P. (2020). Pemetaan Dan Analisis Probabilistic Seismic Hazard Analysis (Psha) Radius 500 Km Dari Denpasar. Jurnal Geografi GEA, 54-62.

Reiter, L. (1990). Gempa Hazard Analysis-Issues and Insights. New York: Columbia University Press.

Rysnawati, N. M., Sukarasa, I. K., & Paramarta, I. B. (2017). Analisa Tingkat Bahaya dan Kerentanan Bencana Gempa Bumi di Wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT). Buletin Fisika Vol 18 No.1, 32-37.

Wiemer, S. (2001). A software package to analyze seismicity: ZMAP. Seismological Research Letters, 72 (2), 373-382.