

Percepatan Gempa Maksimum Berdasarkan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis*

Hanindya Kusuma Artati^{1*}, Anisa Nur Amalina¹, Vendie Abma¹, Zulian Nafi¹
Gundawastratmaja¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia; Jl Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta; Indonesia;
hanindya@uii.ac.id; anisa.amalina@uii.ac.id; vendie.abma@uii.ac.id; 241003312@uii.ac.id

* Correspondence: e-mail: hanindya@uii.ac.id

ABSTRAK

Pergerakan tanah di beberapa titik di Kabupaten Cianjur diakibatkan oleh gelombang seismic yang menyebabkan kerusakan pada hunian dan sarana prasarana umum. Gelombang seismic terjadi akibat adanya sumber-sumber gempa yang mentigger sehingga gelombang yang terjadi dirasakan hingga ke permukaan tanah. Probabilistic seismic hazard analysis merupakan salah satu metode pendekatan yang digunakan untuk mengetahui sumber gempa dominan yang mempengaruhi suatu wilayah. Berdasarkan sejarah gempa terhadap magnitude, jarak, dan waktu maka akan diperoleh uniform hazard spektra untuk didekati terhadap ground motion gempa yang converged. Ground motion acceleration merupakan getaran seismic yang dihasilkan akibat sumber gempa pada lapisan batuan. Pergerakan gelombang gempa tersebut selanjutnya akan dirambatkan menggunakan site response analysis dari batuan dasar ke permukaan tanah. Perambatan gelombang nonlinear site response analysis akan memperlihatkan factor amplifikasi yang terjadi. Selain itu cyclic seismic ratio yang dipengaruhi oleh kuat geser tanah disetiap lapisannya akan mengakibatkan fenomena liquefaction jika melebihi cyclic resistance ratio yang dimiliki lapisan tanah tersebut. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya factor amplifikasi yang terjadi di wilayah Desa Sukaraharja, Kabupaten Cianjur dengan percepatan maksimal di batuan dasar sebesar 0.03092g, menjadi 0.04561g di permukaan tanah.

Kata kunci: probabilistic; seismic hazard; earthquake; site response; amplification

ABSTRACT

Landslides occurred at several points in Cianjur Regency, caused by seismic waves, resulting in damage to housing and public infrastructure. Seismic waves occur due to earthquake sources that trigger the ground motion at the surface. Probabilistic seismic hazard analysis is one approach method used to determine the dominant earthquake source affecting an area. Based on the earthquake history regarding magnitude, distance, and time, a uniform hazard spectra will be obtained to approximate the converged earthquake ground motion. Ground motion acceleration is the seismic vibrations generated by the earthquake source in the rock layer. The movement of the earthquake waves will then be propagated using site response analysis from the bedrock to the ground surface. Nonlinear wave propagation of the site response analysis will reveal the amplification factor that occurs. In addition, the cyclic seismic ratio, which is influenced by the shear strength of the soil in each layer, will result in liquefaction if it exceeds the cyclic resistance ratio of the soil layer. The results obtained indicate that there is an amplification factor that occurs in the Sukaraharja Village area, Cianjur Regency with a maximum acceleration in the bedrock of 0.03092g, becoming 0.04561g on the ground surface.

Keywords: probabilistic; seismic hazard; earthquake; site response; amplification

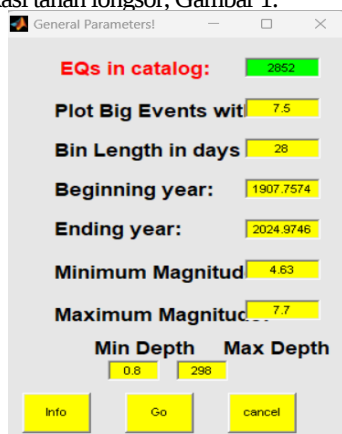
1. PENDAHULUAN

Sukaraharja merupakan salah satu desa dari 18 desa yang berada di Kecamatan Cibeber, Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat. Desa Sukaraharja terletak pada koordinat 106.9909 BT -7.2271 LS, merupakan salah satu wilayah yang terdampak bencana tanah longsor pada 03 Desember 2024. Bencana tanah longsor yang terjadi telah mengakibatkan kerugian baik korban jiwa maupun harta

benda. Tanah longsor yang terjadi dipicu dengan adanya gempa dangkal di wilayah Kecamatan Cibeber pada tanggal 21 November 2024, Abdul Muhari (2024). Berdasarkan pembelajaran sejarah gempa sebelumnya, Hutabarat (2024) mengulas kejadian gempa bumi pada tanggal 21 November 2022 dengan magnitudo sebesar 5,6 SR yang mengguncang Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Gempa tersebut mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan baik rumah tinggal, sarana prasarana

umum dan menyebabkan tanah longsor di daerah penting padat penduduk.

Berdasarkan kejadian-kejadian gempa di Kabupaten Cianjur, maka penelitian kali ini mencoba untuk menganalisa lebih lanjut kemungkinan percepatan gempa maksimum yang terjadi di wilayah Kabupaten Cianjur. Adapun data kejadian gempa yang digunakan dari tahun 1910 sampai dengan 31 Juli 2024, dengan radius 500 km dari lokasi Kantor Desa Sukaraharja Kecamatan Cibeber, dengan magnitude minimal 4 dan maksimal magnitude 9 dari sumber gempa dengan kedalaman 300 km. Data kejadian gempa diambil dari Catalog Gempa untuk Indonesia yaitu Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Pusat Informasi Gempabumi Nasional U.S. Geology termasuk Pusat Seismologi Internasional (ISC). Data Gempabumi dari penggabungan antara skala magnitude gempa yang dirubah menjadi skala magnitude momen (M_w) dari magnitude gelombang body (M_b), magnitude gelombang permukaan (M_s), magnitude lokal richter (M_L) dan magnitude momen (M_w). Proses konversi dilakukan untuk setiap kejadian gempa dengan formula berdasarkan Yunalia Muntaf and Nojima (2021), dan khusus untuk M_L dikonversikan setara dengan M_w yang sesuai pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Dari hasil katalog gempa yang telah dikonversi kemudian diperoleh 2852 data kejadian gempa yang telah disortir dengan minimum magnitude 4.63 M_w maksimum magnitude 7.7 M_w , kedalaman 300 km, pada radius 500 km dari Balai Desa Sukaraharja yang terletak berdekatan dengan lokasi tanah longsor, Gambar 1.



Gambar 1 Sebaran Episenter Gempa Bumi dengan radius 500 km dari Balai Desa Sukaraharja dengan Magnitude ≥ 4.5 M_w dan kedalaman ≤ 300 km rentang antara tahun 1900 sampai dengan 31 Juli 2024

Hanindya dkk (2023) telah melakukan penelitian Deterministic Seismic Hazard Analysis to Determine Liquefaction Potential Due to Earthquake, penelitian menggunakan Probabilistic Seismic Hazard Analysis merupakan pendekatan yang berbeda dengan lebih melihat peluang gempa yang akan terjadi berdasarkan Sejarah gempa sebelumnya. Pawirodikromo (2022) juga telah melakukan penelitian mengenai Ground Motion,

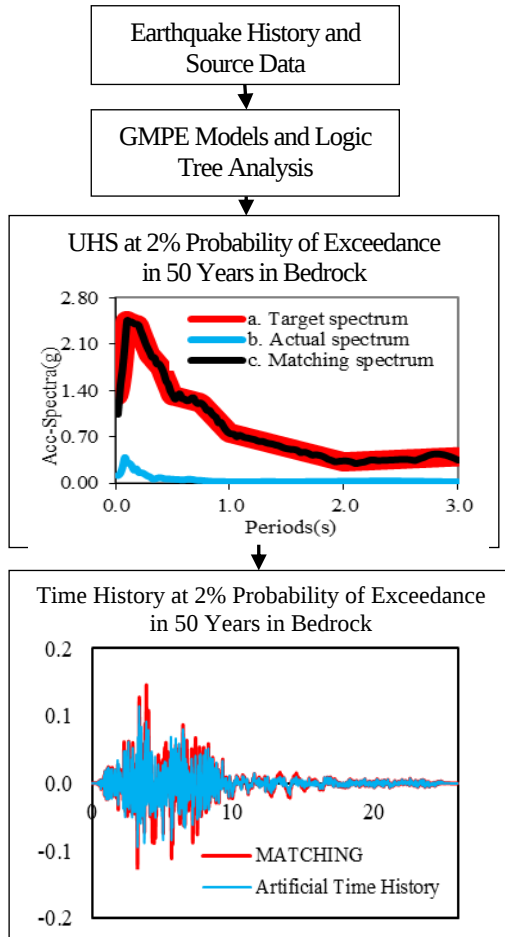
Site Amplification and Building Damage at Near Source of the 2006 Yogyakarta Earthquake, yang memperlihatkan pengaruh kedekatan jarak sesar terhadap ground motion pada permukaan tanah. Kebaruan penelitian mengetahui pengaruh sesar Cugenang yang baru ditemukan pada tahun 2022 yang mengakibatkan pergerakan tanah secara mikrozonasi akibat percepatan maksimum yang terjadi di permukaan tanah. Diketahui Bersama bahwa seringkali gempa bumi akan diikuti dengan fenomena likuefaksi yang telah diteliti oleh Hanindya (2023) tentang effect of fines content on liquefaction resistance during steady-state conditions. Probabilitas seismic hazard analysis telah dilakukan oleh Pawirodikromo (2022) untuk melihat perilaku *ground motion* dan *site amplification* pada *building damage* at near source of the 2006 Yogyakarta Earthquake. Selain itu Nick Alexander (2025) telah melakukan penelitian ground motion selection platform considering multiple seismic source contributions for seismic evaluation of existing buildings in indonesia. K. Menaka, G.R. Dodagoudar (2025) melakukan seismik mikrozonasi berdasarkan probabilistic hazard response analisis di wilayah Chennai City, south India. J.A. Pelaez (2025) melakukan analisis PSHA untuk memperlihatkan penilaian kerentanan tanah longsor di wilayah pertemuan plat tektonik Nubina Plate dan Eurasia Plate orogenik Rif-Tell menggunakan a Gutenberg–Richter recurrence relationship. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian-penelitian sejenis yang didasarkan pada probabilistik seismik hazard analisis dengan metode pendekatan yang berbeda beda. Berdasarkan *Gap research* yang diperoleh dari analisis literatur yang mendalam maka penelitian kali mencoba melakukan analisis probabilistic analisis berdasarkan 11 time history converged yang paling mendekati kemudian dilakukan matching menggunakan seismomatch. Adapun peta kontribusi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Peta Kontribusi Penelitian

2. METODE PENELITIAN

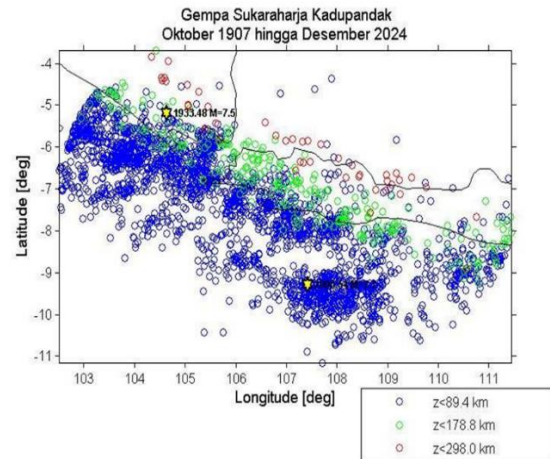
Berdasarkan penelitian sebelumnya maka metode penelitian kali ini akan melakukan penelitian kebaruan yang berkaitan percepatan tanah menggunakan site response analysis sebagai faktor pengaruh analisis lanjutan terhadap pergerakan tanah, Gambar 3.



Gambar 3 Alur Penelitian

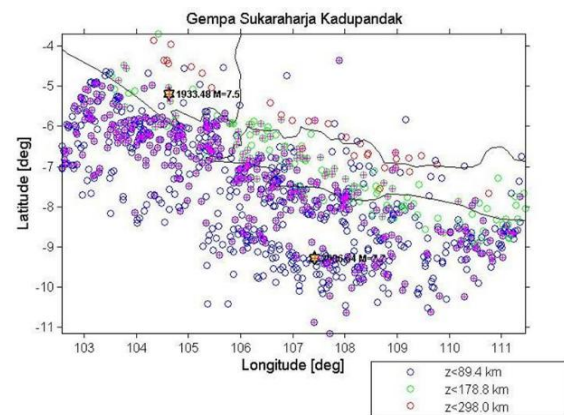
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data gempa dilakukan dengan memisahkan data gempa diperoleh dari gempa – gempa utama (*mainshock*), gempa susulan (*aftersock*) dan gempa rintisan (*foreshock*). Liu 2024 *aftersock probabilistic seismic hazard analysis* dapat pula berdasarkan Bayesian network yang ditingkatkan dengan mempertimbangkan *frequency information*. Data Gempa Utama dapat diperoleh dengan melakukan analisis pemisahan gempa utama dengan menerapkan konsep *dependency analysis* menggunakan kriteria rentan waktu berdasarkan meode Gardner dan Knopoff (1974) hingga didapatkan gempa – gempa utama seperti pada Gambar 4.



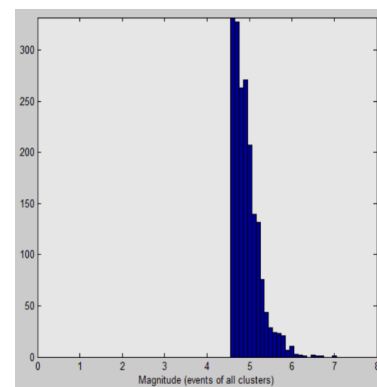
Gambar 4 Hasil Dependency Analysis Gempa Hasil Desclustering di Desa Sukaraharja Kadupandak Cianjur

Pada Gambar 4 menunjukkan hasil dependency analysis gempa dimana terdapat 431 cluster gempa dari total 1919 (67.2861%) kejadian keluar dari 2851 sumber.



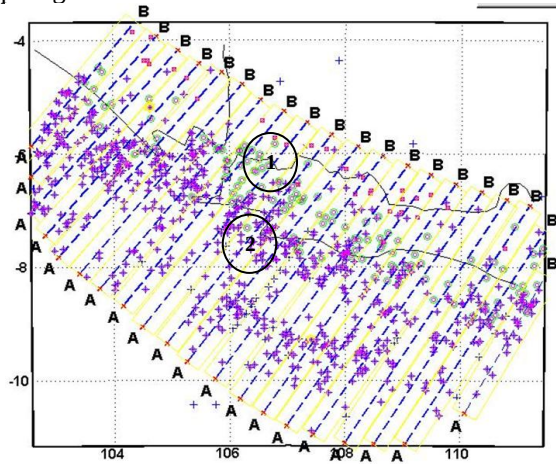
Gambar 5 Hasil Desclustering di Desa Sukaraharja Kadupandak Cianjur

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil setelah dilakukan desclustering dengan data gempa menunjukkan 933 event yang ditunjukkan dengan titik warna biru dengan sebaran dapat dilihat pada Gambar 6.



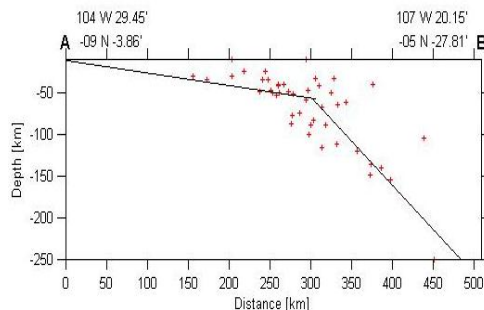
Gambar 6 Sebaran Magnitude Momen (Mw)

Berdasarkan hasil declustering maka pendetailan sumber gempa dapat ditentukan berdasarkan analisis dengan melakukan cross section menjadi 20 bagian, seperti terlihat pada Gambar 7. Cross section dilakukan pada radius 500km dengan analisa cross section pada sumber gempa yang terjadi pada Subduksi Sunda, Subduksi Jawa Barat, Subduksi Jawa Tengah – Timur dengan jarak antara cross section sepanjang 25 km yang tergambarkan pada gambar dari kiri ke kanan.



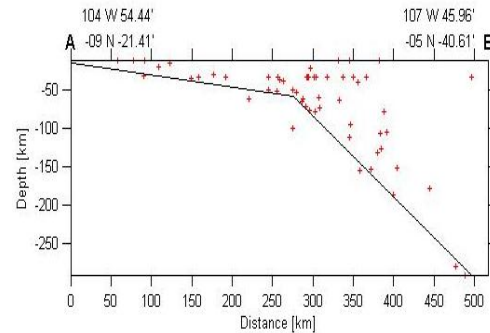
Gambar 7 Cross Section radius 500 km

Pada Gambar 7, untuk cross section ke-9 dan ke-10 dari kiri ke kanan dapat dilihat potongannya seperti pada Gambar 8.



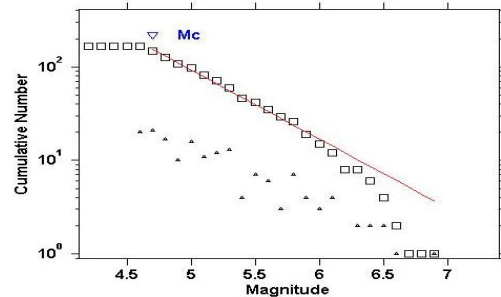
Gambar 8 Potongan Melintang ke-9

Potongan melintang ke-10 disajikan pada Gambar 9, memberikan gambaran titik-titik sumber gempa pada subduksi megathrust maupun benioff.



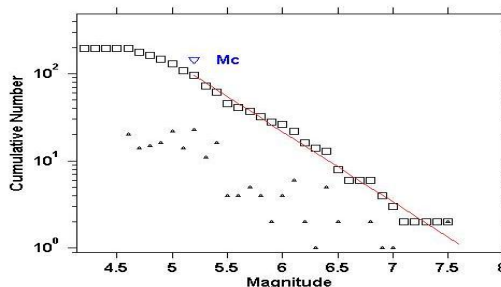
Gambar 8 Potongan Melintang ke-9

Pemodelan 3D gempa didasarkan pada SNI 1726-2019 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung serta Peta Gempa dari Pusat Studi Gempa Nasional 2017. Hal tersebut dimulai dengan mengetahui nilai a dan nilai b untuk setiap subduksinya yang terdapat 3 subduksi yang melewati radius 500 km dari titik pusat penelitian Desa Sukaraharja Kadupondak Cianjur. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan select inside poligon untuk memperoleh M_c , nilai a dan nilai b dari Megathrust Sunda diperoleh b-value 0.737 dan a-value 5.65 sedangkan M_c sebesar 4.7 Gambar 10.



Maximum Likelihood Solution
b-value = 0.737 $\pm$ 0.05, a value = 5.65, a value (annual) = 3.58
Magnitude of Completeness = 4.7

Gambar 10 Hubungan Cumulative Number Kejadian terhadap Magnitude untuk Subduksi Megathrust Sunda



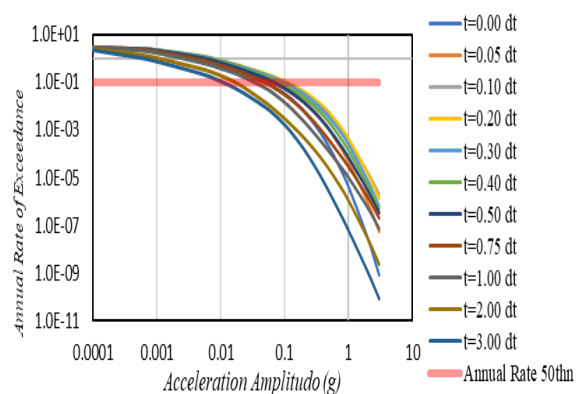
Maximum Likelihood Solution
b-value = 0.805 $\pm$ 0.08, a value = 6.16, a value (annual) = 4.14
Magnitude of Completeness = 5.2

Gambar 11 Hubungan Cumulative Number Kejadian terhadap Magnitude Untuk Subduksi Sunda Benioff Sunda

Benioff Sunda menunjukkan inside poligon untuk memperoleh b-value 0.805 dan a-value 6.16 sedangkan M_c sebesar 5.2. Dengan analisis yang sama maka hubungan cumulative number kejadian terhadap

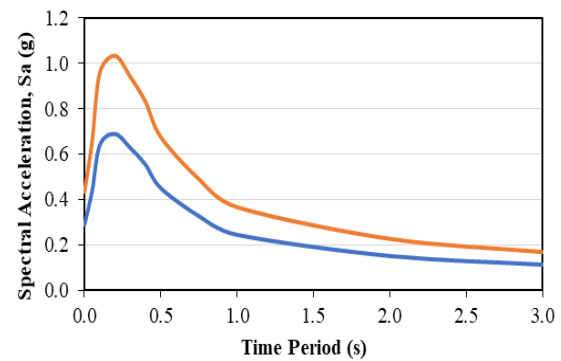
Magnitude untuk Subduksi Megathrust Jawa Barat diperoleh b-value 0.872 dan a-value 6.13 sedangkan Mc sebesar 4.7. Subduksi Benioff Jawa Barat diperoleh b-value 0.758 dan a-value 5.7 sedangkan Mc sebesar 4.6. Hubungan Cumulative Number Kejadian terhadap Magnitude untuk Subduksi Megathrust Jawa Barat diperoleh b-value 0.872 dan a-value 6.13 sedangkan Mc sebesar 4.7. Subduksi Benioff Jawa Barat diperoleh b-value 0.758 dan a-value 5.7 sedangkan Mc sebesar 4.6

Hasil analisis PSHA dilakukan pada titik koordinat longitude 106.9909 dan latitude -7.2271 menggunakan SRModel pada Desa Sukaraharja Kadupandak Cianjur Jawa Barat, diperoleh Seismic Hazard Curve yaitu hubungan antara annual rate of exceedance dan acceleration amplitude. Kurva Seismic Hazard dapat dilakukan dengan beberapa periode spektra (spectral period). Untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun $P = 1 - e^{-\lambda \cdot t}$ dengan $0.02 = 1 - e^{-50\lambda}$ hasil perhitungan terlihat pada annual rate 50th line pada Gambar 12.



Gambar 12 Hubungan annual rate of exceedance dan acceleration amplitude probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun

Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) maka analisis seismic hazard gempa dibatasi pada probabilitas terlampaui 1% dalam 10 tahun umur bangunan atau setara dengan kala ulang (return period) 100 tahun probabilitas terlampaui 1% dalam 100 tahun umur bangunan atau setara dengan kala ulang (return period) 10.000 tahun. Hasil perhitungan respon hazard seragam probabilitas terlampaui 2% dan 2/3x2% dalam 50 tahun. Hasil analisis seismic hazard sumber gempa subduksi dan shallow crustal berupa respon spectral hazard seragam merupakan hasil analisis yang menunjukkan hubungan antara waktu (period) dan spectral acceleration (g). Peak Ground Acceleration (PGA) pada batuan dasar dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun diperoleh 0.4397 g dan setelah dikalikan 2/3 menjadi sebesar 0.2886, seperti pada Gambar 13.



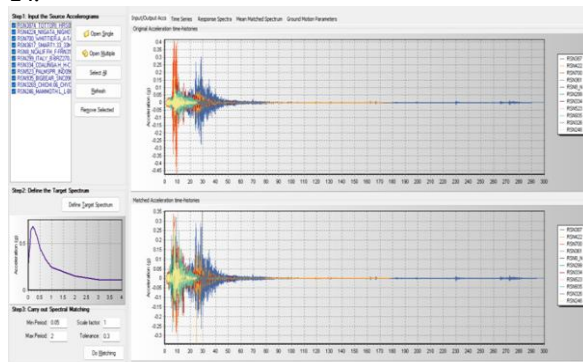
Gambar 13 Respon Spektral Hazard Seragam 2/3*2% dalam 50 tahun

Deagregasi hazard pada berbagai macam sumber hazard gempa dapat mempengaruhi gempa dominant berdasarkan besarnya jarak dominan (R) dan magnitude dominan (M) menggunakan pendekatan probabilistik menggunakan SR Model Makrup (2009) dengan memperhitungkan semua kemungkinan dari tiap sumber gempa memperoleh hasil deagregasi hazard dengan sumber dominan berasal dari Sesar Nyalindung Cibeber dengan jarak dominan (R_{hipo}) 41.3703 km, magnitude dominan sebesar 6.208 Mw, dan Hazard Dominan 55.8684 %.

Gempa dominant pada penelitian kali ini dipengaruhi oleh fault Nyalindung Cibeber, sehingga rekaman ground motion tanah pada PEER ditentukan berdasarkan pendekatan jarak dominan (R) dan Magnitude dominan (Mw) untuk memperoleh ground motion tanah sesuai dengan kondisi lokasi penelitian atau dengan pendekatan mikrozonasi. Time History Aktual berdasarkan hasil deagregasi dihasilkan 11 (sebelas) ground motion converged yaitu Tottori, Japan 2000 HRS005 dengan Magnitude sebesar 6.61 Mw, sense mekanism adalah strike slip, jarak (R) sepanjang 42.3 km, dan kecepatan geser (V_{s30}) sebesar 466.28 m/s, Whittier Narrows-01 1987 Tarzana - Cedar Hill dengan Magnitude sebesar M sebesar 5.99 Mw, sense mekanism adalah Reverse Oblique, jarak (R) sepanjang 41.22 km, dan kecepatan geser (V_{s30}) sebesar 257.21 m/s, Mammoth Lakes-06 1980 Benton dengan Magnitude sebesar 5.94 Mw, sense mekanism adalah strike slip, jarak (R) sepanjang 44.21 km, dan kecepatan geser (V_{s30}) sebesar 370.94 m/s, N. Palm Springs 1986 Indio - Coachella Canal dengan Magnitude sebesar 6.06 Mw, sense mekanism adalah Reverse Oblique, jarak (R) sepanjang 41.93 km, dan kecepatan geser (V_{s30}) sebesar 339.02 m/s, Niigata, Japan 2004 NIGH07 dengan Magnitude sebesar 6.63 Mw, sense mekanisme adalah Reverse Oblique, jarak (R) sepanjang 40.95 km, dan kecepatan geser (V_{s30}) sebesar 528.19 m/s, Northern California-01 1941 Ferndale City Hall dengan Magnitude sebesar 6.4 Mw, sense mekanisme adalah strike slip, jarak (R) sepanjang 44.68 km, dan kecepatan geser (V_{s30}) sebesar 219.31 m/s, Taiwan SMART1(33) 1985 SMART1 M02 dengan

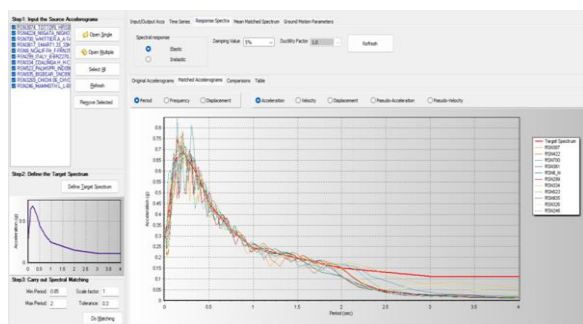
Magnitude sebesar 5.8 Mw, sense mekanisme adalah Normal, jarak (R) sepanjang 41.3 km, dan kecepatan geser (Vs30) sebesar 306.78 m/s, Big Bear-01 1992 Snow Creek dengan Magnitude sebesar 6.46 Mw, sense mekanisme adalah strike slip, jarak (R) sepanjang 38.07 km, dan kecepatan geser (Vs30) sebesar 523.59 m/s, Chi-Chi, Taiwan-06 1999 CHY029 dengan Magnitude sebesar 6.3 Mw, sense mekanisme adalah Reverse, jarak (R) sepanjang 41.36 km, dan kecepatan geser (Vs30) sebesar 544.74 m/s, Coalinga-01 1983 Parkfield - Fault Zone 1 dengan Magnitude sebesar 6.36 Mw, sense mekanisme adalah Reverse, jarak (R) sepanjang 41.99 km, dan kecepatan geser (Vs30) sebesar 178.27 m/s, Irpinia, Italy-02 1980 Brienza dengan Magnitude sebesar 6.2 Mw, sense mekanisme adalah Normal, jarak (R) sepanjang 42.65 km, dan kecepatan geser (Vs30) sebesar 561.04 m/s.

Uniform Hazard Spektrum pada lokasi penelitian didekati menggunakan 11 (sebelas) ground motion converged dan menghasilkan ground motion matching pada batuan dasar, seperti terlihat pada Gambar 14.



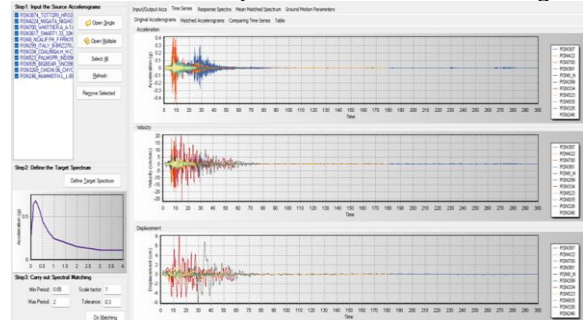
Gambar 14 Matched Acceleration Ground Motion

Gambar 14 menunjukkan hasil matched hubungan acceleration dan period pada bedrock sedangkan pada Gambar 15 menunjukkan Acceleration, Velocity and Displacement versus Time at Bedrock, berdasarkan ground motion converged, yang terdekat adalah Irpinia, Italy-02 1980 Brienza dengan magnitude sebesar 6.2 Mw, dengan mekanisme adalah normal pada jarak (R) sepanjang 42.65 km, dan kecepatan geser (Vs30) sebesar 561.04 m/s.



Gambar 15 Hasil Matched Hubungan Acceleration dan Period pada Bedrock

Hasil seismomatch menunjukkan hasil maximum acceleration pada bedrock sebesar 0.74741 g.



Gambar 16 Acceleration, Velocity and Displacement versus Time at Bedrock

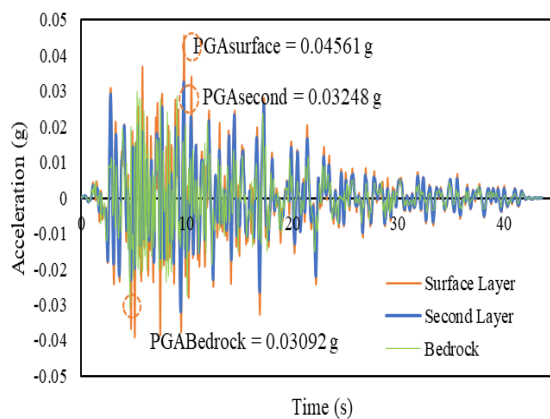
Site response analysis didasarkan pada data pengeboran tanah hasil pengujian Standart Penetration Test (SPT) pada lokasi penelitian. Site response analysis dilakukan dengan merambatkan hasil ground motion dari batuan dasar ke permukaan tanah yang dipengaruhi oleh sifat – sifat pada setiap lapisan tanah. Nilai NSPT yang diperoleh dikonversikan menjadi kecepatan gelombang geser tanah (Vs) berdasarkan perhitungan Ohta dan Goto (2001), Imai dan Tonouchi (2002) serta Sykora dan Stokoe (1983), pada Persamaan 1, 2 dan 3.

$$V_s = 85.3 N^{0.341} \text{ (Ohta dan Goto)} \quad (1)$$

$$V_s = 96.9 N^{0.314} \text{ (Imai dan Tonouchi)} \quad (2)$$

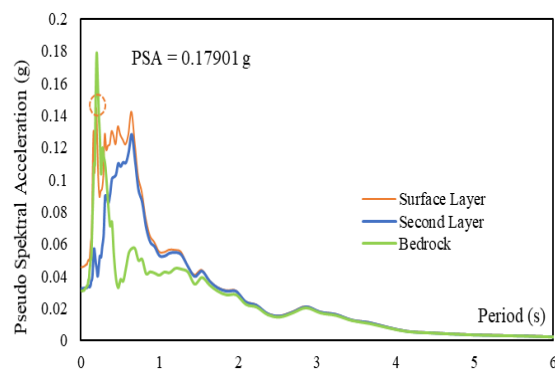
$$V_s = 101 N^{0.29} \text{ (Sykora dan Stokoe)} \quad (3)$$

Ground motion dirambatkan dari tanah dasar pada kedalaman 40-meter hingga ke permukaan tanah dengan metode nonlinear and equivalent linear seismic site response of 1-d soil columns yang didasarkan pada data N-SPT. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan hasil dari deagregasi hazard terhadap ground motion converged yang terdekat yaitu Irpinia, Italy 1980. Adapun hasil yang diperoleh pada lapisan tanah permukaan memiliki percepatan maksimal sebesar 0.04561 g, sedangkan pada lapisan kedua percepatan maksimal sebesar 0.03248 g dan bedrock percepatan maksimal sebesar 0.03092 g, Gambar 17.



Gambar 17 Acceleration Site Response Analysis pada setiap layer

Pseudo Spectral Acceleration (g) merupakan nilai akselerasi maksimum pada suatu struktur dengan periode tertentu yang dihitung berdasarkan spektrum respons. Hal ini berbeda dengan akselerasi spektral yang mengacu pada akselerasi maksimum pada berbagai frekuensi tanpa memperhitungkan efek amplifikasi struktur. Pada lapisan permukaan Pseudo Spectral Acceleration (PSA) maksimal sebesar 0.14491 g, sedangkan lapisan kedua PSA sebesar 0.12821 g serta pada bedrock PSA maksimal sebesar 0.17901 g, Gambar 18.



Gambar 18 Pseudo Spektral Acceleration pada setiap layer

Pseudo Spektral Acceleration yang diperoleh pada setiap lapisan dapat digunakan sebagai analisis lanjutan terhadap potensi likuefasi sebagaimana Ilya Sianko dkk (2025) melakukan penelitian probabilistic likuefaksi pada Marmara region dengan memperoleh nilai LPI dan LS. Dengan mengintegrasikan Analisis terhadap Seismik Hazard Probabilistik (PSHA). Hae Yeon Ji (2025) pada *Generating Input Ground Motions for Seismic Risk Assessment Using Recorded Ground Motions from the Moderate Magnitude Earthquake* memperkuat bahwa simplified PSHA dapat digunakan untuk menghasilkan spektrum untuk penilaian risiko seismik.

4. KESIMPULAN

Analisa probabilistic seismic hazard yang dilakukan dapat mengetahui seberapa besar potensi gempa yang kemungkinan akan terjadi pada suatu wilayah. Analisis ini didasarkan pada sejarah kegempaan memperhitungkan jarak dan magnitude. Dari hasil analisis diperoleh uniform hazard spektra (UHS) pada Peak Ground Acceleration (PGA) di batuan dasar dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun sebesar 0.4397 g dan jika dibandingkan terhadap Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia 2017 berkisar antara 0.4 – 0.5 g. Probabilistik seismic hazard analysis menunjukkan gempa dominan berasal dari Sesar Nyalindung Cibeber dengan jarak dominan (R_{hipo}) 41.3703 km, magnitude dominan sebesar 6.208 Mw, dan Hazard Dominan 55.8684 %. Dari sumber gempa dominan maka diperoleh Time History artificial yang paling mendekati dari sebelas time history convergen yaitu Irpinia, Italy-02 1980 Brienza dengan magnitude sebesar 6.2 Mw. Dari analisis yang dilakukan dihasilkan ground motion matching hasil di wilayah penelitian dengan percepatan maksimum pada bed rock sebesar 0.03092 g hingga mencapai sebesar 0.04561 g pada lapisan tanah permukaan. Hasil percepatan maksimum ini menunjukkan adanya amplifikasi nilai dari bedrock sampai ke permukaan tanah. Amplifikasi yang terjadi pada lapisan tanah dapat menjadi trigger terjadinya pergerakan tanah yang lebih besar yang berupa pergerakan lateral hingga kelongsoran. Kebaruan ini berkaitan percepatan maksimum perlu ditentukan secara mikrozonasi berdasarkan data tanah di wilayah yang ditinjau sehingga akan menghasilkan hasil yang lebih akurat yang akan digunakan untuk perhitungan struktur lanjutan atau perhitungan dibidang geoteknik.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menghaturkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia atas pendanaan yang bersumber dari Hibah Penelitian Jurusan Teknik Sipil (HPIJTS) pada tahun 2024. Penelitian ini merupakan bagian dari roadmap penelitian dengan judul “Mikrozonasi Wilayah Rawan Bencana Tanah Longsor Berdasarkan Data Stabilitas Lereng Di Cianjur, Jawa Barat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Muhari. 2024. Banjir dan Tanah Longsor di Kabupaten Cianjur, Tiga Orang Meninggal Dunia. <https://bnpb.go.id/index.php/berita/update-banjir-dan-tanah-longsor-di-kabupaten-cianjur-tiga-orang-meninggal-dunia>.

- [2] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2023. *Peta Bahaya Gempabumi Cianjur dengan Sumber Gempa Patahan Cugenang*. Berita Utama 08 Januari 2023. <https://www.bmkg.go.id/berita/utama>
- [3] Hanindya Artati, Widodo Pawirodikromo, and Lalu Makrup, 2023, Deterministic Seismic Hazard Analysis to Determine Liquefaction Potential Due to Earthquake, *Civil Engineering Journal*, Vol. 9, No. 05, May, 2023, pp. 1203-1216.
- [4] Hanindya Artati, Widodo Pawirodikromo, Paulus Rahardjo, And Lalu Makrup. 2023, Effect of Fines Content On Liquefaction Resistance During Steady-State Conditions, *International Journal of Geomate*, Sept. 2023, Vol. 25, Issue 109, Pp.18-28 ISSN: 2186-2982, Japan, <https://doi.org/10.21660/2023.109.3481>.
- [5] Hutabarat, L.E., Simajuntak, P., Tambunan, E., & Purnomo, C.C. 2024. Geotechnical Review of Building Damage and Landslide After Cianjur Earthquake 2022. *Riau Journal of Empowerment*, 7(2), 111-124. <https://doi.org/10.31258/raje.7.2.111-124>
- [6] Makrup L.L., 2009., Pengembangan Peta Deagregasi Hazard untuk Indonesia melalui Pembuatan Software dengan Pemodelan Sumber Gempa Tiga Dimensi, *Penelitian Disertasi*, Institut Teknologi Bandung.
- [7] Muntafi, Y. and Nojima, N. 2021, Seismic Properties and Fractal Dimension of Subduction Zone in Java And Its Vicinity Using Data From 1906 To 2020. *Geomate Journal*, 21(85), 71–83. Retrieved From <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/66>
- [8] Nick Alexander, Masyhur Irsyam, Muhammad Asrurifak, Hendriyawan, dan Lutfi Faizal. 2025. Fully Automated Ground Motion Selection Platform Considering Multiple Seismic Source Contributions for Seismic Evaluation of Existing Buildings in Indonesia, *Journal of Engineering and Technological Sciences*, Vol. 57, No. 3, 2025, page: 343-356. DOI: 10.5614/j.eng.technol.sci.2025.57.3.5
- [9] Pawirodikromo, W., 2022, Ground Motion, Site Amplification and Building Damage at Near Source of the 2006 Yogyakarta Earthquake. *Geotechnical and Geological Engineering Journal* (Q1), 40: 5781-5798. doi.org/10.1007/s10706-022-02249-9.
- [10] SNI 1726-2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [11] Yunalia Muntaf and Nojima 2021. The Spatio-temporal Tectonic Condition and Microzonation Map of Malang Region after the 2021 M6.1 Malang Earthquake for Disaster Risk Mitigation. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science* 93. IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/933/1/012031.
- [12] K. Menaka, G.R. Dodagoudar 2025. Seismic microzonation of Chennai City using fuzzy-probabilistic hazard and response analyses. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 198 <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2025.109636>
- [13] J.A. Pelaez, M. Hamdache, J. Galindo-Zaldívar, J. Henares, J. Delgado 2025. Landslide susceptibility assessment in the Rif-Tell orogenic belt region (NW Africa) from a PGA, PGV and AI probabilistic seismic hazard analysis. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2025.109395>
- [14] Ilya Sianko, Zuhail Ozdemir, Iman Hajirasouliha, Kypros Pilakoutas 2025. A Probabilistic Liquefaction Hazard Analysis: Case Studies from the Marmara Region. *Geotech Geol Eng* 43:103 <https://doi.org/10.1007/s10706-024-03042-6>
- [15] Hae Yeon Ji and Jung Han Kim. 2025. Generating Input Ground Motions for Seismic Risk Assessment Using Recorded Ground Motions from the Moderate Magnitude Earthquake. *Applied Sciences*. Appl. Sci. 2025, 15, 640. <https://doi.org/10.3390/app15020640>
- [16] Chang Liu dan Dagang Lu. 2024. Aftershock probabilistic seismic hazard analysis based on enhanced Bayesian network considering frequency information. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* published by Wiley Periodicals LLC on behalf of Editor DOI: 10.1111/mice.13169