

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumatera Utara secara geologi terletak antara $1^{\circ} - 4^{\circ} LU$ dan $98^{\circ} - 100^{\circ} BT$. Sumatera Utara merupakan wilayah di dekat perbatasan antara dua lempeng: Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia. Kedua lempeng ini menunjukkan aktivitas berupa pergerakan yang dapat menyebabkan terjadinya tumbukan antar lempeng. Dengan kata lain tumbukan ini menimbulkan patahan yang menjadi sumber gempa (Penggabean dkk, 2023). Sumatera Utara berada pada zona subduksi letaknya diantara Lempeng Eurasia dan Indo-Australia dan merupakan salah satu zona tektonik aktif di Indonesia, karena memiliki sesar Semangko sehingga daerah ini sering terjadi gempa tektonik (Sarkowi, 2022). Pada daerah Sumatera Utara terdapat patahan aktif lokal, diantaranya yaitu: Toru, Angkola, Renun dan Barumon. Gempa-gempa yang terjadi di Sumatera Utara sering terjadi di berbagai sumber baik dari sesar Sumatera maupun gunung aktif di sekitarnya.

Gempabumi merupakan guncangan yang sangat hebat menjalar ke permukaan bumi yang disebabkan oleh gangguan di dalam litosfer. Gangguan ini terjadi karena dalam lapisan kulit bumi dengan ketebalan 100 km akumulasi energi akibat pergeseran kulit bumi (Wahdini, dkk. 2023). Umumnya gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dilepaskan oleh tekanan yang dilakukan lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan maka semakin membesar dan akhirnya mencapai suatu keadaan dimana tekanan tidak dapat lagi ditahan sehingga terjadi gempabumi, yang energinya menjalar ke berbagai arah.

Gempabumi dapat berdampak kerusakan bagi bangunan. Salah satu faktor yang dapat menentukan besar dan kecilnya kerusakan tersebut adalah percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA). Setiap gempabumi akan menghasilkan satu nilai percepatan tanah pada suatu tempat. PGA adalah aspek yang penting dalam kajian bencana gempa bumi, karena secara umum kerugian akibat dari gempa bumi disebabkan oleh reruntuhan bangunan akibat adanya guncangan yang kuat di permukaan bumi (*strong ground motion*).

Salah satu zona subduksi yang paling aktif di Indonesia terletak di bagian barat Pulau Sumatera. Menurut Pusat Studi Gempa Nasional (2017) Pulau Sumatra merupakan bagian dari Lempeng Eurasia yang berinteraksi secara konvergen dengan lempeng Indo-Australia. Zona pertemuan antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia ini membentuk zona subduksi berbentuk palung yang mengakomodasi pergerakan lempeng Indo-Australia ke arah utara menuju lempeng Eurasia. Proses penunjaman lempeng Indo-Australia kedalam lempeng Eurasia pada daerah Barat Pulau Sumatra mengakibatkan banyak terjadi gempa bumi bermagnitudo cukup besar yaitu antara magnitudo 6 – 9 Mw. Gempa dengan kekuatan besar yang pernah terjadi di zona subduksi Sumatera diantaranya adalah gempa pada tahun 2004 di Aceh dengan 9,2 Mw, gempa di Nias pada tahun 2005 dengan 8,7 Mw, gempa di Bengkulu pada tahun 2007 dengan 8,5 Mw, dan gempa Mentawai pada tahun 2010 dengan 7,8 Mw.

Langkah-langkah mitigasi yang tepat diperlukan untuk meminimalkan dampak bencana gempa bumi. Saat ini para peneliti telah mengembangkan suatu analisis tingkat resiko gempa untuk mengidentifikasi tempat-tempat yang berpotensi terjadinya gempa bumi. PGA juga digunakan untuk mengetahui pembebanan yang dapat terjadi pada suatu tempat akibat gempa dan dapat digunakan dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Berbagai informasi parameter kegempaan diperlukan untuk menentukan secara akurat tingkat bahaya kegempaan di suatu wilayah.

Atenuasi gerakan tanah (*ground motion attenuation*) adalah suatu proses redaman atau penurunan energi gelombang yang terjadi akibat gempa bumi. Atenuasi terjadi karena mekanisme penyerapan, dispersi, dan hamburan gelombang saat merambat melalui tanah dan batuan. Energi gelombang ini akan terlihat pada gerakan tanah yang akan berkurang pada jarak yang semakin jauh dari sumber gempanya (Pawirodikroma, 2012)

Persamaan atenuasi gerakan tanah (*ground motion attenuation equation*) dapat diartikan sebagai suatu persamaan matematis yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya gerakan tanah yang berkurang seiring dengan jarak dari sumber gempa pada saat terjadi gempa bumi berdasarkan kekuatan gempa, jarak dan kondisi tanah pada daerah tersebut. Persamaan ini merupakan model yang

dikembangkan berdasarkan analisis data seismik dari berbagai gempa bumi dan digunakan untuk memprediksi gerakan tanah pada jarak tertentu dari sumber gempa.

Persamaan atenuasi gerakan tanah dapat berbeda-beda untuk setiap jenis gempa dan karakteristik geologi suatu wilayah. Penentuan parameter atenuasi gerakan tanah harus disesuaikan berdasarkan kondisi geologi seismologi, percepatan gerakan tanah maksimum, dan frekuensi gempa. Para peneliti menggunakan berbagai teknik dan pendekatan matematis untuk mengembangkan persamaan atenuasi berdasarkan data seismik yang dikumpulkan dari gempa gempa sebelumnya (Timbuleng, 2020).

Persamaan atenuasi gerakan tanah dapat digunakan untuk menginterpretasikan dan memberikan pemahaman tentang bagaimana intensitas gelombang gempa menurun saat merambat melalui medium terutama melalui kerak bumi. Banyak parameter yang mempengaruhi suatu fungsi atenuasi gerakan tanah, namun pengaruh jarak terhadap sumber gempa akan tetap menjadi parameter utama. Dengan menggunakan persamaan atenuasi gerakan tanah, para ahli dapat memprediksi intensitas gerakan tanah pada berbagai jarak dari sumber gempa, yang membantu dalam perencanaan dan perancangan struktur yang kuat dan aman. Selain itu, persamaan ini juga berperan penting dalam pemahaman seismologi dan pengembangan model geologi yang lebih baik untuk menghadapi potensi bahaya gempa bumi (Fitriana, 2021).

Terdapat ratusan pendekatan empiris di seluruh dunia dengan berbagai jenis sumber gempa (Douglas, 2011). Banyak studi kasus yang telah dilakukan untuk menentukan formula empiris percepatan tanah di suatu daerah, diantaranya yaitu Amiroh (2023) *Analisis Peak Ground Acceleration Wilayah Sumatera Utara Menggunakan Metode Mc. Guirre R.K dan Metode Campbell*, Esteva (1970) untuk wilayah Amerika Barat, Mcguire (1977) untuk wilayah Amerika Barat, Fukushima Tanaka (1995) untuk wilayah Jepang, Costa (1998) untuk wilayah Italia, dan Tromans & Bommer (2002) untuk wilayah Eropa (Douglass, 2004).

Hingga saat ini, ketersediaan jaringan *accelerograph* di Indonesia masih terbatas dan belum efektif penggunaannya dibandingkan dengan negara lain. Sehingga digunakan formula empiris untuk menghitung pengukuran PGA dengan

rumusan Zhao dkk, (2006) pada wilayah Sumatera Utara karena penyesuaian kasus gempa bumi dengan memperhitungkan karakteristik sumber gempa bumi, kondisi geologi dan geotektoniknya (Angraeni dkk, 2023). Penggunaan formula rumusan ini ditentukan berdasarkan parameter jarak hiposentrum dan magnitudo gempa bumi. Sehingga nilai yang dihasilkan dari formula empiris pada penelitian ini memiliki kesamaan dari data yang dihasilkan oleh *Accelerograph* di wilayah Sumatera Utara dengan ketetapan nilai dari rumusan Zhao dkk, (2006) karena berasal dari gempa subduksi. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi dan gambaran secara umum untuk persebaran nilai dari percepatan tanah maksimum PGA di wilayah Sumatera Utara Ketika terjadi suatu gempa bumi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana formula empiris percepatan tanah maksimum (PGA) untuk wilayah Sumatera Utara yang sesuai dengan data dari *accelerograph* berdasarkan parameter jarak (*distance*) dan magnitudo?
2. Bagaimana hubungan antara parameter jarak (*distance*) dan magnitudo dengan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) untuk wilayah Sumatera Utara?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dibutuhkan adanya batasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi jelas, adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Penentuan formula empiris didasarkan pada data PGA observasi yang terpasang di Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Pusat Jakarta tahun 2017-2023.
2. Formula empiris percepatan tanah maksimum didekati menggunakan formula empiris Zhao dkk, (2006).
3. Formula empiris didasarkan pada nilai PGA, magnitudo dan jarak hiposenter yang akan dicari menggunakan analisis regresi.
4. Penentuan magnitudo gempa bumi 5 – 6 Mw.
5. Pengolahan perhitungan data menggunakan *Microsoft Excel*.

6. Pengolahan perhitungan data menggunakan *Visual Code Studio*.
7. Pemetaan wilayah Sumatera Utara menggunakan *Arcgis 10.8*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian penentuan formula empiris percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Utara dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui formula empiris percepatan tanah maksimum (PGA) untuk wilayah Sumatera Utara yang sesuai dengan data dari *accelerograph* berdasarkan parameter jarak (*distance*) dan magnitudo.
2. Untuk mengetahui hubungan antara parameter jarak (*distance*) dan magnitudo dengan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) untuk wilayah Sumatera Utara.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian penentuan formula empiris percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Utara diantaranya adalah:

1. Memberikan informasi mengenai nilai percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Utara.
2. Dapat menjadi referensi mitigasi bencana di wilayah Sumatera Utara oleh pemerintah daerah dan masyarakat.
3. Dapat menjadi referensi awal bagi peneliti, dosen, dan mahasiswa yang akan melakukan dan mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.
4. Sebagai referensi untuk menentukan parameter *ground motion equation prediction* dalam analisis formula empiris yang relevan.