

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi yang terjadi di Indonesia sekitar 50% bersumber dari zona subduksi (Harjono, 2017). Zona subduksi di Indonesia terbagi menjadi enam belas segmentasi *megathrust* yang aktif dan berpotensi menghasilkan gempa bumi dengan magnitudo besar (PuSGeN, 2017). Salah satu segmen yang menjadi pembahasan hangat akhir-akhir ini adalah segmen *megathrust* Mentawai Siberut yang disebut tinggal menunggu waktu akan mengalami gempa dengan magnitudo besar (BMKG, 2024). Kepala pusat gempa bumi dan tsunami BMKG, Daryono menyatakan bahwa potensi gempa bumi pada zona *megathrust* Mentawai Siberut harus diwaspadai karena zona tersebut telah mengalami kekosongan gempa bumi besar (*seismic gap*) selama ratusan tahun yang dapat melepaskan energi signifikan kapan saja (BMKG, 2024). Potensi gempa bumi zona subduksi segmen Mentawai berdasarkan Pusat Studi Gempa Nasional Indonesia tahun 2017 dapat mencapai hingga magnitudo 8,9 M_w (PuSGeN, 2017).

Gempa bumi dengan magnitudo besar tidak hanya menyebabkan kerugian material tetapi juga korban jiwa (Santoso dkk., 2018). Salah satu gempa bumi zona segmen Mentawai Pagai pada 25 Oktober 2010 dengan magnitudo 7,2 M_w mengakibatkan kerugian berkisar 6,8 miliar dengan 428 korban jiwa, 74 orang hilang, 498 orang luka-luka dan 517 bangunan rusak berat serta 204 rumah rusak ringan (Damayanti dkk., 2020). Kerugian materi dan korban jiwa yang besar disebabkan karena gempa bumi terjadi secara tiba-tiba tidak dapat dicegah dan dihindari serta sulit diprediksi (Sunarjo dkk., 2012). Wilayah yang rawan terhadap gempa bumi perlu dilakukan penilaian risiko gempa yaitu salah satunya dengan menghitung tingkat pergerakan tanah di sekitar lokasi sumber gempa bumi (Santoso dkk., 2018). Percepatan tanah maksimum atau *peak ground acceleration* (PGA) menjadi salah satu parameter penting dari pergerakan tanah yang sering digunakan pada studi tingkat kerusakan tanah di permukaan bumi akibat guncangan gempa bumi (Rini, 2018).

Potensi risiko akibat guncangan gempa bumi di suatu wilayah akan semakin tinggi jika parameter guncangan tanah PGA juga besar (Eka Ratte dkk., 2024).

PGA nilainya dapat diperoleh langsung dengan pengukuran menggunakan instrumen akselerograf, namun peralatan ini sulit digunakan untuk cakupan wilayah yang luas (Zera dkk., 2021). Nilai PGA selain itu juga dapat diestimasi menggunakan berbagai model empiris dinyatakan dalam bentuk persamaan yang disebut dengan persamaan atenuasi atau *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE) yang dikembangkan di berbagai negara berdasarkan rekaman PGA dari akselerograf (Leviana dkk., 2017). GMPE diaplikasikan untuk memperkirakan nilai PGA pada wilayah yang kekurangan atau tidak terdapat sensor akselerograf dan juga digunakan dalam pembuatan peta analisis bahaya gempa secara probabilistik atau *probabilistic seismic hazard analysis* (PSHA) serta menjadi data pendukung dalam pembangunan bangunan tahan gempa (Pandadaran dkk., 2020). GMPE dikembangkan secara empiris melalui regresi terhadap data pengukuran PGA yang ada dari akselerograf (Taruna dan Setiadi, 2020). Douglas merangkum GMPE yang dikembangkan sejak tahun 1964 hingga 2023 bahwa terdapat 505 GMPE empiris yang digunakan untuk mengestimasi atau memprediksi PGA pada berbagai wilayah di dunia (Douglas, 2024). GMPE tersebut sebagian besar dikembangkan dari wilayah luar Indonesia sehingga GMPE spesifik yang sesuai dengan karakteristik sumber gempa bumi di wilayah Indonesia masih terbatas (PuSGeN, 2017).

Studi terkait PGA di Indonesia masih mengandalkan persamaan GMPE yang dikembangkan dari wilayah lain di dunia yang memiliki kondisi geologi dan tektonik yang sama dengan Indonesia (PuSGeN, 2017). Pujiastuti dkk. (2018) menggunakan model persamaan GMPE Mc.Guire dari California Selatan, Fukushima Tanaka dari Jepang dan Esteva serta Donovan dari Amerika Serikat untuk memperkirakan nilai PGA di Kota Padang berdasarkan sumber gempa bumi segmen Mentawai. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa prediksi nilai PGA masing-masing model persamaan GMPE memiliki persentase kesalahan rata-rata yaitu Mc.Guire 396%, Fukushima Tanaka 51%, Esteva 74% dan Donovan 861%. Penelitian serupa juga

dilakukan oleh Saputri dan Pujiastuti (2020) untuk Pulau Lombok dengan diperoleh hasil bahwa masing-masing model persamaan GMPE memiliki persentase kesalahan rata-rata lebih dari 100% dalam memprediksi PGA. Dengan demikian prediksi nilai PGA menggunakan persamaan GMPE yang dikembangkan dari wilayah dengan kondisi tektonik yang sama, belum sepenuhnya tepat digunakan pada wilayah berbeda. Oleh sebab itu, GMPE spesifik diperlukan untuk wilayah di Indonesia agar PGA dapat diperkirakan dengan lebih akurat. GMPE yang lebih akurat akan menghasilkan perkiraan kerusakan yang lebih baik akibat guncangan gempa bumi pada suatu wilayah studi (Taruna dkk., 2016).

Penelitian terkait GMPE spesifik untuk wilayah di Indonesia belum banyak dilakukan dan masih terbatas (Faradilla dan Putra, 2023; Octhav dkk., 2017; Santoso dkk., 2018). Taruna dkk. (2016) menentukan GMPE spesifik untuk wilayah Jawa Timur dengan memodifikasi koefisien model GMPE Kanno (Jepang) menggunakan metode regresi linier berganda dan Santoso dkk. (2018) juga melakukan penelitian serupa untuk zona subduksi Busur Sunda dari model GMPE Fukushima Tanaka (Jepang). Hasil dari kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa model GMPE hasil regresi linier berganda dapat mengestimasi nilai PGA lebih mendekati data observasi akselerograf dan memiliki residual serta standar deviasi yang lebih rendah dibandingkan model dasar GMPE Kanno dan Fukushima Tanaka yang dikembangkan dari Jepang. Penelitian Pandadaran dkk. (2020) juga menunjukkan hasil bahwa model GMPE Zhao (Jepang) yang dimodifikasi dengan regresi lebih akurat mengestimasi nilai PGA untuk wilayah Sumatera Barat dan penelitian Rohman dkk. (2022) menunjukkan hasil yang serupa untuk wilayah Yogyakarta dengan memodifikasi koefisien model GMPE Costa yang dikembangkan di Italia. Penggunaan GMPE yang telah dimodifikasi terbukti dapat meningkatkan kinerja model dan lebih sesuai serta lebih tepat digunakan berdasarkan kondisi yang sebenarnya pada suatu lokasi pengamatan (Van dkk., 2015). Oleh sebab itu pada penelitian ini juga akan dilakukan modifikasi terhadap suatu GMPE agar estimasi nilai PGA dapat diperoleh lebih tepat sesuai dengan kondisi wilayah penelitian.

Penelitian ini memodifikasi koefisien persamaan GMPE Ashadi dan Kaka (2018) melalui analisis regresi berganda dalam bentuk linier menggunakan data rekaman PGA dari akselerograf yang ada di Provinsi Sumatera Barat berdasarkan parameter gempa bumi yang bersumber dari zona subduksi segmen Mentawai. GMPE Ashadi dan Kaka (2018) sebagai model dasar pada penelitian ini merupakan GMPE yang dikembangkan berdasarkan gempa bumi zona subduksi di Pulau Jawa. Model dasar yang diregresi pada penelitian-penelitian sebelumnya sebagian besar pada wilayah Indonesia masih mengacu pada persamaan GMPE yang dikembangkan di luar Indonesia, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan karakteristik kegempaan lokal.

GMPE spesifik digunakan untuk mengestimasi nilai PGA berdasarkan sumber gempa zona subduksi Mentawai di wilayah Provinsi Sumatera Barat memiliki keistimewaan dan sangat penting untuk dilakukan. GMPE spesifik diterapkan untuk wilayah Sumatera Barat berdasarkan sumber gempa zona subduksi Mentawai masih terbatas. Letak pesisir Sumatera Barat yang berhadapan langsung dengan zona subduksi segmen Mentawai menyebabkan wilayah ini tidak lepas dari ancaman terhadap potensi gempa bumi besar dan merusak (Imani dan Wiraseptya, 2022). Seluruh kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat berdasarkan Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) tahun 2023 termasuk dalam resiko kelas tinggi terhadap bencana gempa bumi. Oleh sebab itu, penentuan GMPE spesifik di wilayah ini penting dilakukan untuk mengestimasi nilai PGA sebagai bagian dari upaya mitigasi risiko bencana gempa bumi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan koefisien persamaan atenuasi atau *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE) yang spesifik digunakan berdasarkan sumber gempa bumi zona subduksi Mentawai untuk wilayah Provinsi Sumatera Barat menggunakan analisis regresi linier berganda..

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memperoleh persamaan atenuasi atau GMPE yang spesifik terhadap karakteristik sumber gempa zona subduksi Mentawai untuk Provinsi Sumatera Barat sehingga memberikan informasi mengenai nilai percepatan tanah maksimum yang lebih tepat dan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya dan relevan dibandingkan dengan persamaan GMPE lainnya yang sudah umum digunakan sebelumnya serta dapat memberikan kontribusi bagi upaya mitigasi bencana gempa bumi bagi pemerintahan daerah dan masyarakat untuk wilayah Provinsi Sumatera Barat.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penentuan koefisien persamaan atenuasi atau GMPE berdasarkan sumber gempa zona subduksi Mentawai ($0,5^{\circ}$ - 4° LS dan 97° - 101° BT) untuk wilayah Provinsi Sumatera Barat.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa nilai percepatan tanah maksimum rekaman akselerograf (satuan gals) yang ada di Sumatera Barat dan parameter gempa bumi dengan magnitudo $\geq 4,8 M_w$ dan kedalaman ≤ 100 km pada periode Januari 2019 hingga Desember 2023 berdasarkan sumber gempa subduksi Mentawai.
3. Koefisien GMPE yang dimodifikasi dengan menggunakan analisis regresi linier berganda adalah persamaan GMPE Ashadi dan Kaka (2018).
4. Variabel yang dianalisis regresi berupa variabel dependen (data rekaman PGA akselerograf) dan variabel independen (data parameter gempa bumi berupa magnitudo, jarak hiposenter dan kedalaman).
5. Persamaan GMPE hasil regresi dilakukan validasi dan evaluasi dengan tujuan untuk menilai kinerja model GMPE dalam memprediksi nilai percepatan tanah maksimum.