

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Gempa bumi dapat disebabkan oleh interaksi antar lempeng tektonik bumi, yaitu fenomena seperti aktivitas gunung berapi dan runtuh batuan. Besarnya peristiwa seismik yang dipicu oleh aktivitas gunung berapi dan runtuh batuan biasanya berskala kecil. Namun, pergeseran lempeng dapat melepaskan banyak energi dan menyebabkan permukaan bumi berguncang. Letak wilayah Indonesia yang berada di dekat lempeng-lempeng aktif yang saling terkait satu sama lain membuat Indonesia sering terkena kejadian gempa bumi. Indonesia terletak di persimpangan empat lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, Pasifik, dan Mikro Filipina. Akumulasi energi di sekitar pertemuan lempeng tersebut akan mencapai titik kritis dimana lapisan bumi tidak dapat menahannya, dan terjadilah gempa bumi (Endarto & Rahman, 2019).

Gempa bumi terjadi sebagai akibat dari akumulasi *stress* di dekat batas lempeng. Meskipun akumulasi *stress* ada di dekat batas lempeng, akibatnya dapat meluas hingga ratusan kilometer jauhnya akibat limpahan *stress* di kerak bumi, yang mengakibatkan daerah rawan gempa di luar batas lempeng. Pada zona subduksi, ketika lempeng samudera yang memiliki kerapatan massa yang lebih besar bertabrakan dengan lempeng benua, lempeng samudera akan mengalami subduksi. Proses ini dihambat oleh gaya gesekan yang ada di antara lempeng tektonik bumi. Perlambatan yang dihasilkan dari gerakan ini pada akhirnya menimbulkan pengumpulan energi di dalam zona subduksi dan patahan. Tekanan yang berlebihan yang dihasilkan dari tabrakan antara lempeng-lempeng ini menyebabkan tekanan, tarikan, dan pergeseran pada zona-zona ini. Sesar Sumatera terbentuk dari hasil limpahan tekanan tumbukan antara lempeng Indo-Australia dan Eurasia, yang terjadi pada sudut miring terhadap garis batas yang telah ditetapkan. Kemiringan ini menghasilkan Sesar Sumatra, yang ditandai dengan konsentrasi akumulasi *stress* di wilayah ini (Rafie dkk., 2023).

Pulau Sumatera merupakan bagian dari zona tektonik Sunda Barat, yang membentang dari Aceh hingga Lampung dan mencakup Kepulauan Mentawai dan lepas pantai Pulau Sumatera. Tektonik Pulau Sumatera sebagian besar dipengaruhi oleh zona subduksi miring antara Lempeng Samudera Indo-Australia dan Lempeng Benua Eurasia di sebelah barat pulau. Mekanisme subduksi ini menyebabkan gempa bumi baik pada antarmuka subduksi maupun pada bidang *intraplate*. Patahan Sumatera, yang disebabkan oleh subduksi, telah terbentuk di daratan Pulau Sumatera. Sesar ini terdiri dari berbagai segmen lokal, termasuk: Seulimeum, Tripa, Batee, Alas, Renun, Singkel, Toru, Barumon, Angkola, Sianok, Sumani, Suliti, Siulak, Dikit, Ketaun, Musi, Manna, Kumering, Semangko, dan Sunda. Beberapa ahli percaya bahwa sesar Mentawai membentang sejajar dengan Pulau Sumatera dan menghubungkan Kepulauan Mentawai dengan Daratan Sumatra (BMKG, 2021).

Zona subduksi Sumatera di Indonesia menyerap dan melepaskan energi gempa bumi dengan kekuatan ≥ 8 SR, yang dapat menyebabkan tsunami. Wilayah Nias dan Mentawai di bagian barat Sumatera berada tepat di atas zona *Megathrust*, yang merupakan sumber gempa zona subduksi yang memicu tsunami (Khoiridah & Setyonegoro, 2017).

Gempa bumi yang memiliki magnitudo lebih besar dari 7,0 Mw telah terjadi beberapa kali di Kepulauan Nias, mengakibatkan korban jiwa dan kerusakan property. Salah satunya adalah gempa bumi berkekuatan 8,6 Mw yang terjadi sekitar pukul 23.00 WIB pada tanggal 28 Maret 2005. Gempa bumi tersebut menyebabkan kerusakan yang signifikan di berbagai kota, termasuk Kabupaten Singkil di Provinsi Aceh dan Kepulauan Nias. Meskipun pusat gempa berada di dekat Kepulauan Banyak, namun bidang runtuh yang dihasilkan mencakup sebagian besar Kepulauan Nias. Gempa bumi tersebut juga disertai dengan gelombang tsunami, yang menghantam Pulau Simeulue di Aceh dan Pulau Batu di Kepulauan Nias bagian selatan. Gempa bumi tersebut menewaskan sekitar 915 orang dan menghancurkan ribuan rumah dan fasilitas publik. Korban jiwa terbanyak tercatat di Kota Gunungsitoli (Surjo dkk., 2016).

Jumlah kejadian gempa bumi di Pulau Nias mengalami penurunan setelah kejadian gempa bumi besar tersebut. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Dwi & Madlazim, 2022), hal tersebut terjadi karena perubahan aktivitas seismik. Aktivitas

seismik di suatu wilayah dapat berubah dalam jangka waktu tertentu. Beberapa wilayah dapat mengalami periode ketenangan setelah gempa besar, di mana aktivitas gempa menurun secara signifikan. Gempa bumi terjadi akibat pelepasan energi yang disebabkan oleh pergeseran lempeng tektonik. Jika terjadi gempa besar di suatu wilayah, tekanan dan *stress* di zona tersebut dapat berkurang setelah terjadinya gempa tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh (Jihad dkk., 2021) di Pulau Sumatera dengan membuat beberapa irisan vertikal dan mengidentifikasi sudut subduksi berdasarkan persamaan polinomial orde 2. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa zona dengan jumlah gempa yang lebih sedikit di sepanjang subduksi di Aceh Barat yang diinterpretasikan sebagai zona celah seismik. Zona ini diperkirakan mengakumulasi energi yang dapat dilepaskan dalam bentuk gempa bumi besar. Penelitian terkait pola kegempaan pada zona subduksi juga dilakukan oleh (Amanati dkk., 2014) dengan hasil analisa zona subduksi diskontinu terdapat di Jawa Barat terjadi pada kedalaman 10-300 km dengan jarak sekitar 10-220 km dari *trench*.

Penelitian yang menggunakan metode segmen irisan vertikal juga diteliti oleh (Supendi dkk., 2022) di daerah Sumatera Selatan. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa pola distribusi kedalaman gempa pada irisan vertikal mengandung graben di bagian barat dan horst di bagian timur, yang mengindikasikan bahwa daerah tersebut sedang mengalami deformasi transtensional. Sudyanto dan Hidayat (2023) menggunakan metode tomografi seismik untuk memodelkan objek dalam bentuk gambar berdasarkan waktu tiba gelombang seismik. Temuan mereka menunjukkan bahwa *Mohorovicic discontinuity* menciptakan zona transisi antara kerak bumi dan mantel bumi bagian atas. Penelitian mengenai prediksi periode ulang gempa bumi Tapanuli Tengah dengan menggunakan pendekatan weibull dan eksponensial dilakukan oleh (Ompusunggu & Juliani, 2015). Pendekatan Weibull menghasilkan persentase probabilitas terjadinya gempa sebesar 74,9%, sedangkan metode Eksponensial menghasilkan 69,5%.

Daerah penelitian terletak di wilayah Pulau Nias, dimana data hiposenter yang didokumentasikan dalam katalog dihitung ulang dengan menggunakan metode segmen irisan vertikal, yang berguna untuk menjelaskan pola subduksi dan sudut subduksi untuk masing-masing segmen irisan vertikal di zona subduksi Pulau Nias.

Penentuan pola dan sudut subduksi yang tepat akan memperoleh informasi spasial yang berkaitan dengan lokasi gempa, yang kemudian dapat dianalisa untuk memastikan posisi tektonik dan seismik di daerah tersebut, terutama dari perspektif geologi dan seismologi (Amanati dkk., 2014).

Analisis pola subduksi dapat memberikan informasi mengenai sudut penunjaman lempeng subduksi dan pola subduksi pada setiap segmen irisan vertikal. Metode segmen irisan vertikal digunakan untuk membagi daerah penelitian menjadi beberapa segmen irisan vertikal dan menghitung sudut penunjaman lempeng subduksi pada setiap segmen. Penelitian-penelitian di berbagai daerah di Indonesia, seperti daerah selatan Jawa Barat dan Banten, Jawa Timur, serta zona subduksi bagian barat Jawa, telah menggunakan metode ini untuk menganalisis pola subduksi dan sudut penunjaman lempeng subduksi. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi area mana saja yang cukup berisiko terhadap bencana gempa bumi dan menghasilkan strategi mitigasi bencana. Maka, penting untuk dilakukan penelitian terkait **“Analisis Pola Subduksi Wilayah Pulau Nias Menggunakan Metode Segmen Irisan Vertikal”**.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang ada dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Pola subduksi yang dihasilkan di wilayah Pulau Nias.
2. Besar sudut penunjaman lempeng di wilayah Pulau Nias pada setiap segmen irisan vertikal.
3. Pengaruh kedalaman gempa bumi terhadap pola subduksi yang dihasilkan.

1.3. Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup penelitian ini yaitu identifikasi pola subduksi dan potensi risiko gempa bumi di wilayah Pulau Nias.

1.4. Batasan Masalah

1. Wilayah penelitian gempa bumi berada di wilayah Pulau Nias dengan koordinat $0.53^{\circ} - 1.80^{\circ}$ LU dan $96.50^{\circ} - 98.00^{\circ}$ BT.

2. Data gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gempa dengan kekuatan $M \geq 5$ Mw, dengan kedalaman $10 \leq h \leq 100$ km.
3. Data gempa bumi yang dijadikan sumber data diambil dari tahun 2005 – 2023.
4. Data yang digunakan adalah data gempa bumi di Pulau Nias. Data diambil dari data katalog *International Seismological Centre (ISC)* dan diolah menggunakan ArcGIS 10.6.1.
5. Metode yang digunakan yaitu Segmen Irisan Vertikal.

1.5. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola subduksi di wilayah Pulau Nias?
2. Berapa besar sudut subduksi di wilayah Pulau Nias pada setiap segmen irisan vertikal?

1.6. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pola subduksi di wilayah Pulau Nias.
2. Mendapatkan besar sudut penunjaman pada zona subduksi untuk setiap segmen irisan vertikal.

1.7. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui pola subduksi yang ada di wilayah Pulau Nias. Penelitian ini juga berguna untuk mengetahui tingkat kerawanan gempa, dan sebagai bahan informasi untuk masyarakat guna menambah pengetahuan awal mengenai pola subduksi menggunakan metode segmen irisan vertikal.