

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara geografis Indonesia memiliki potensi besar sebagai negara yang sering mengalami gempa bumi. Indonesia merupakan pertemuan antara tiga lempeng besar yaitu Lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Dinamika lempeng tersebut membentuk patahan besar yang aktif dapat menjadi pemicu terjadinya bencana alam seperti gempa bumi (Rahmaningtyas, 2017). Salah satu patahan besar yang terkenal yaitu Patahan Sumatera atau Patahan Semangko yang membentang dari ujung barat sampai ujung timur Pulau Sumatera. Interaksi ketiga lempeng tersebut yang terus menerus berlangsung dapat membentuk patahan baru lainnya.

Gempa bumi adalah fenomena fisis, karena pergerakan lempeng bumi atau karena proses vulkanik. Gempa bumi menyebabkan kerusakan di dalam atau di sekitar tempat terjadinya. (Kapojos dkk., 2015). Provinsi Sumatera Barat berada pada zona subduksi antara lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Zona ini merupakan daerah pertemuan dan pergeseran lempeng tektonik yang aktif, yang menyebabkan provinsi ini memiliki tingkat seismisitas atau kegempaan yang tinggi. Potensi gempa bumi dan tsunami di wilayah ini cukup besar, mengingat seringnya terjadi aktivitas tektonik di sekitar pertemuan lempeng-lempeng tersebut.

Kota Padang merupakan ibukota Provinsi Sumatera Barat, juga terletak di daerah ini. Kota ini menjadi salah satu daerah dengan tingkat ancaman bencana alam yang cukup besar, terutama gempa bumi dan tsunami. Posisi Kota Padang yang

berada di tepi pantai dan dekat dengan zona subduksi membuatnya sangat rentan terhadap dampak gempa dan tsunami. Oleh karena itu, upaya mitigasi bencana dan kesadaran masyarakat terhadap potensi bencana sangat penting untuk mengurangi risiko dan dampak dari kejadian-kejadian alam tersebut (Taruna dan Setiadi, 2020).

Salah satu gempa bumi terbesar di Kota Padang yang menyita perhatian pada saat itu yang terjadi pada 30 September 2009 dengan magnitudo 7,6 SR. Efek kerusakan yang diakibatkan oleh gempa sangat luas dan parah di berbagai sektor banyak bangunan, rumah sekolah, rumah sakit, dan bangunan komersial, mengalami kerusakan berat hingga runtuh total terutama yang tidak dibangun dengan standar tahan gempa, jembatan dan jalan rusak. Dampak lain kerusakan seperti tanah longsor dan likuifaksi memperparah kerusakan di daerah tertentu. Salah satu Upaya memperkecil risiko bahaya gempa bumi dilakukan dengan studi parameter teknik kegempaan (respons tanah setempat) untuk penilaian besaran risiko secara kuantitatif dari bahaya tersebut (Susilanto dkk., 2016)

Dampak lain dari gempa bumi yaitu tingkat kerusakan yang ditimbulkan dari gempa bumi sangat tergantung pada kondisi topografi dan geologi permukaan (Rahmaningtyas, 2017). Oleh karena itu mitigasi untuk meminimalisir dampak dan kerugian akibat gempa bumi, salah satunya yaitu dengan memetakan daerah-daerah dengan potensi efek gempa bumi yang sangat merusak berdasarkan distribusi nilai percepatan tanah maksimum (Pasau dan Tanauma, 2015).

Percepatan tanah merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan besar kecilnya kerusakan sebagai akibat dari adanya gempa bumi (Edwiza, 2008). Ada 2 jenis percepatan tanah dalam gempa bumi yaitu percepatan tanah sesaat dan

percepatan tanah maksimum. Percepatan sesaat mengacu pada laju perubahan kecepatan suatu objek pada suatu momen tertentu dalam waktu sedangkan Percepatan tanah maksimum atau *peak ground acceleration* (PGA) yaitu nilai terbesar percepatan tanah pada suatu tempat diakibatkan oleh gempa bumi dalam periode waktu tertentu. Estimasi percepatan tanah bisa dilakukan dengan perhitungan secara empiris, dengan beberapa parameter yang digunakan seperti periode dominan tanah ( $s$ ) yang dihitung berdasarkan spektrum rasio horizontal terhadap vertikal (H/V), frekuensi dominan tanah ( $f_0$ ), dicari dengan mencari nilai frekuensi dominannya terlebih dahulu, dan amplitudo ( $A_0$ ). Semakin tinggi nilai PGA yang terjadi di suatu tempat, maka semakin tinggi pula bahaya dan resiko gempa.

Metode geofisika yang digunakan untuk analisis percepatan tanah ini adalah dengan menggunakan metode mikrotremor yang merupakan vibrasi atau suatu getaran tanah yang disebabkan oleh sumber alam yang berperiode panjang ataupun gangguan buatan seperti aktivitas lalu lintas, mesin pabrik dan sebagainya. Teknik yang paling sering digunakan yaitu *horizontal to vertical spectral ratio* (HVSr) karena memiliki kelebihan yang dapat menghilangkan efek sumber dan tidak bergantung terhadap ketersediaan *hard rock site* (Kumar dkk., 2021). Investigasi mikrotremor terbukti efektif untuk mengetahui struktur geologi yang kompleks. Pengamatan mikrotremor juga dapat digunakan untuk menentukan ketebalan dari lapisan sedimen tanah (Syahputri dan Sismanto, 2020). Informasi ini terkait untuk memperkirakan percepatan tanah maksimum yang mungkin terjadi selama gempa, merupakan parameter penting dalam perancangan struktur tahan gempa. Dengan

demikian analisis mikrotremor memungkinkan pemahaman lebih mendalam tentang percepatan tanah, yang berkontribusi signifikan dalam meningkatkan keamanan dan ketahanan bangunan terhadap gempa.

Metode HVSR digunakan untuk memperkirakan nilai frekuensi faktor alam dan penguat lapisan sedimen. Metode HVSR ini menggunakan getaran yang disebabkan oleh harmoni alami tanah, aktivitas alam dengan rasio spektral komponen horizontal sinyal mikrotremor terhadap komponen vertikalnya (Tanjung dkk., 2019). Pada metode HVSR dapat diketahui 2 besaran fisis, yaitu nilai amplifikasi dan frekuensi dominan. Nilai frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga ditetapkan sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di suatu wilayah. Nilai frekuensi dominan dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan suatu wilayah (Iswanto dkk., 2019). Amplifikasi adalah perbesaran gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan (Sitorus dkk., 2017).

Soehaimi (2009) telah melakukan penelitian mikrotremor dan percepatan tanah maksimum Kota Makassar. Dalam penelitian ini peta mikrozonasi kegempaan dibuat berdasarkan karakteristik dinamika tanah hasil penelitian. Hasil penghitungan menunjukkan bahwa bagian barat daya Kecamatan Tamalanrea mempunyai nilai periode dominan yang paling besar. Angka ini menurun secara bertahap ke bagian timur Kota Makassar. Kajian percepatan tanah maksimum (*peak ground acceleration*) memperlihatkan nilai percepatan tanah maksimum tidak berbeda jauh antara satu kecamatan dengan kecamatan yang lain. Percepatan yang nilainya tinggi berada di bagian timur Kota Makassar, yaitu Kecamatan

Biringkanaya, Tamalanrea, dan Manggala dengan nilai percepatan sebesar 58,80, 56,84 dan 55,86 Gal untuk selang waktu 500 tahun. Nilai percepatan tersebut semakin mengecil ke sebelah barat, yang disebabkan oleh zona sumber gempa bumi terdekat dari Kota Makassar, yaitu sesar Walanae yang berada di sebelah timur Kota Makassar.

Penelitian mengenai analisis percepatan tanah maksimum kota tegal menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) dilakukan oleh (Tanjung et al., 2021). Mikrozonasi dilakukan dengan menganalisis nilai dari PGA (*Peak Ground Acceleration*) data mikrotremor di 37 titik di Kota Tegal. Metode yang digunakan untuk mengolah data adalah metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) sehingga didapatkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan amplifikasi ( $A_0$ ) pada daerah penelitian. Metode Kanai digunakan untuk menganalisis nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) dan didapatkan nilai PGA di Kota Tegal mulai dari 5,88 – 27,59 Gal. Hal ini menyatakan bahwa tingkat risiko gempa bumi di Kota Tegal adalah sangat kecil hingga tingkat risiko kecil.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2017) mengenai pemetaan percepatan getaran tanah maksimum dan intensitas gempa bumi di kawasan Sungai Oyo Yogyakarta. Dilakukan dengan mengambil data mikrotremor pada 25 titik pengamatan di kawasan jalur sesar Sungai Oyo yang melintasi dua kabupaten, pengukuran mikrotremor di setiap titik penelitian dilakukan selama  $\pm 30$  menit dengan sampling frekuensi 100 Hz. Data mikrotremor diolah menggunakan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) untuk mendapatkan kurva H/V yang menghasilkan nilai frekuensi predominan  $f_0$  di setiap titik pengamatan sebagai

parameter untuk menghitung PGA menggunakan metode Kanai (1966) dan intensitas gempabumi menggunakan metode Wald (1999). Hasil penelitian menyatakan bahwa nilai PGA berkisar antara 84,74 – 363,1 cm/s<sup>2</sup> dengan intensitas gempabumi berada pada skala VI, VII, dan VIII MMI. Mikrozonasi PGA dengan nilai relatif lebih tinggi berada di formasi Nglanggran (Kecamatan Imogiri bagian timur dan Kecamatan Dlingo bagian barat) dan formasi Sambipitu (Kecamatan Playen bagian barat).

Telah dilakukan penelitian tentang pemetaan percepatan tanah maksimum dan intensitas gempa kota padang menggunakan rumusan fukusima-tanaka oleh (Gustiana et al., 2018). Pemetaan dilakukan dengan memisahkan kejadian gempa sebelum dan sesudah gempa besar 30 September 2009. Nilai PGA sebelum gempa 30 September 2009 berkisar dari 48,27-94,2 Gal dengan PGA terendah terdapat di Kecamatan Bungus Teluk dan PGA tertinggi di Kecamatan Koto Tangah. Nilai PGA sesudah gempa 30 September 2009 berkisar dari 76,10-96,58 Gal dengan PGA terendah terdapat pada sebagian Kecamatan Bungus Teluk, sedangkan PGA tertinggi terdapat di Kecamatan Koto Tangah, Padang Utara, dan sebagian Kecamatan Padang Barat. Intensitas gempa sebelum gempa 30 September 2009 berskala VI MMI pada Kecamatan Bungus Teluk, Padang Selatan dan sebagian Padang Barat, Lubuk Begalung, dan Lubuk Kilangan, selain kecamatan tersebut berskala VII MMI. Intensitas gempa sesudah gempa 30 September 2009 berskala VII MMI pada semua kecamatan di Kota Padang. Hal ini menunjukkan terjadinya perluasan daerah dengan intensitas VII MMI di Kota Padang setelah gempa 30 September 2009.

Penelitian tentang analisis nilai frekuensi natural dan amplifikasi Desa Olak Alen Blitar menggunakan metode mikrotremor HVSR. Parameter penting yang dihasilkan dari metode HVSR adalah frekuensi natural dan amplifikasi. Kedua parameter ini dapat digunakan untuk karakterisasi geologi setempat karena parameter ini berkaitan erat dengan parameter fisik bawah permukaan. Hasil yang diperoleh nilai frekuensi natural Desa Olak Alen antara 1,70 – 10,39 Hz. Sementara itu nilai amplifikasi berkisar antara 1,3 – 6,2. Kemudian berdasarkan persebaran nilainya dapat dilihat bahwa hubungan antara nilai frekuensi natural dan amplifikasi adalah saling independen atau tidak berkaitan. Hal ini dikarenakan dalam nilai amplifikasi pengaruh ketebalan lapisan sedimen tidak memberikan efek yang signifikan (Sitorus dkk., 2017).

Penelitian yang dilakukan di desa Jati Mulyo, yang terletak di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur, terdapat banyak tanah gambut sehingga rentan terhadap penurunan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kerentanan tanah dan distribusi nilai parameter mikrotremor di desa Jati Mulyo, dengan pengukuran dilakukan menggunakan seismograf MAE A6000S di 36 titik yang tersebar di seluruh desa. Analisis data mikrotremor dilakukan dengan metode HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) menggunakan perangkat lunak Geopsy, menghasilkan nilai parameter frekuensi alami ( $f_0$ ) dan amplifikasi ( $A_0$ ) yang digunakan untuk menghitung indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ). Temuan penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi alami di area studi berkisar antara 0,57 Hz hingga 9,12 Hz, sedangkan nilai faktor amplifikasi berkisar antara 1,87 hingga 7,54, dan nilai indeks kerentanan seismik

berkisar antara 0,80 hingga 33,44. Berdasarkan hasil penelitian, tiga zona kerentanan seismik diidentifikasi di area studi: zona rendah, sedang, dan tinggi, dengan zona tinggi mendominasi sebagian besar area penelitian. Kerentanan seismik yang tinggi di area penelitian dikaitkan dengan endapan aluvial yang ditutupi oleh tanah gambut, menimbulkan risiko tinggi penurunan tanah dan potensi kerusakan akibat gempa bumi (Risa dkk., 2023).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh percepatan tanah yang dikaitkan dengan dampak gempa bumi di Kota Padang.
- Bagaimana menentukan nilai frekuensi dan amplifikasi yang diamati sesuai dengan data ukur dari metode mikrotremor
- Bagaimana menentukan Percepatan Tanah berdasarkan hasil pengukuran mikrotremor di wilayah Kota Padang

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi nilai percepatan tanah yang berkaitan dengan bencana alam gempa bumi dengan menggunakan metode mikrotremor serta memetakan percepatan tanah maksimum dan intensitas seismik di Kota Padang.

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai zonasi daerah rawan bencana gempa bumi berdasarkan nilai percepatan tanah yang diidentifikasi dari hasil pengukuran mikrotremor. Hasil ini diharapkan dapat

memberikan masukan untuk upaya meminimalisir dampak dari gempa bumi di Kota Padang.

#### **1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

Adapun ruang lingkup dan batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Batasan penelitian ini difokuskan untuk menentukan nilai frekuensi, amplifikasi, kerentanan, dan percepatan tanah Maksimum
2. Penelitian ini difokuskan pada rekaman data mikrotremor dengan durasi 45-60 menit.
3. Pengambilan data dilakukan pada 11 kecamatan tersebar di Kota Padang sebanyak 33 titik akuisi data dengan jarak 1-5 km antar titik akuisi data.
4. Hasil penelitian ini mencakup nilai percepatan tanah maksimum menggunakan data mikrotremor, frekuensi, amplifikasi, indeks kerentanan tanah serta peta kontur untuk masing-masing nilai tersebut. Percepatan tanah maksimum diukur untuk menentukan potensi kerusakan gempa di daerah setempat. Frekuensi tanah membantu mengidentifikasi resonansi lokal dapat mempengaruhi dampak gempa. Amplifikasi tanah digunakan menilai peningkatan getaran tanah akibat struktur geologi setempat. Selain itu, peta kontur yang dihasilkan memberikan visualisasi distribusi spasial dari ketiga parameter tersebut, sehingga memudahkan menganalisis dan merencanakan mitigasi risiko seismik.