

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi hampir terjadi di seluruh dunia termasuk di Indonesia. Indonesia merupakan negara yang memiliki aktivitas gempa yang tinggi karena terletak pada pertemuan 4 lempeng tektonik yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Filipina (Sunarjo dkk., 2010). Lempeng Eurasia yang bergerak konvergen dengan lempeng Indo-Australia ini membentuk pulau Sumatera. Tumbukan miring lempeng tersebut membentuk zona subduksi di bagian barat pulau Sumatera dengan kecepatan 50-70 mm/tahun dan sejumlah segmen sesar Sumatera. Sesar Sumatera merupakan sesar yang memanjang dari Aceh sampai palung Sunda dengan panjang 1900 km (Prawirodirdjo dkk., 1997). Zona subduksi dan segmen sesar yang terbentuk aktif bergerak, sehingga dapat menimbulkan gempa bumi.

Selama kurun waktu 200 tahun, telah terjadi puluhan gempa besar di zona sesar Sumatera (Natawidjaja dkk., 2007). Sesar Sumatera merupakan sesar *dextral strike slip fault* (sesar mengangan) yang menyebabkan blok kiri bergerak ke utara dan blok kanan bergerak ke selatan dengan kecepatan 2,5-30 mm/tahun (Sieh dan Natawidjaja, 2000). Pergerakan inilah yang menyebabkan pulau Sumatera rawan gempa. Sesar Sumatera terbagi lagi menjadi beberapa segmen sesar, salah satunya segmen Sianok. Sesar segmen Sianok merupakan sesar aktif yang terletak di bagian timur hingga tenggara Kota Padang Panjang. Pada segmen patahan ini, pernah terjadi tiga gempa besar yaitu pada tahun 1926, 1943 dan 2007.

Kota Padang Panjang merupakan wilayah yang memiliki struktur geologi berupa kekar, pelapisan batuan dan sesar lokal yang dikenal sesar Bukit Jarat. Struktur sesar tersebut dicirikan oleh tebing terjal pada bukit bagian selatan Kota Padang Panjang dan kelurusan lembah sungai. Selain itu, dijumpai juga zona hancuran sekitar bukit gamping di Lubuk Simata Kucing. Hal ini menjadikan Kota Padang Panjang rawan gempa bumi, karena geologinya yang dilalui oleh jalur gempa bumi sesar aktif Sumatera yang sewaktu-waktu dapat menimbulkan gempa bumi.

Penelitian prekursor gempa bumi saat ini dapat diamati berdasarkan parameter seismik (V_p/V_s , kesenyapan seismic, *b-value*), medan elektromagnetik, medan gravitasi, perubahan magnet, efek pasang surut, gas radon, suhu, kelembaban. Hasanov (2006) melaporkan adanya perubahan komposisi geokimia fluida di stasiun pengamatan sesimik Azserbaijian yang muncul sebelum gempa Aceh 26 Desember 2004 pada jarak sekitar 6000 km dari episenter gempa. Hasanov juga melaporkan adanya perubahan *hydro-geo-chemical* sebelum terjadi gempa pada kedalaman 100 km dan sumbernya terletak di zona seismik Hindu Kush di jalur Tektonik Alpine-Himalaya. Selanjutnya, perubahan medan gravitasi sebagai prekursor gempa telah mulai diperkenalkan Khalilov pada tahun 2009. Khalilov menemukan fenomena menarik yaitu satu minggu sebelum gempa Taiwan 26 Desember 2006 terjadi penurunan nilai gravitasi, kemudian diikuti kenaikan nilai gravitasi secara drastis.

Gempa bumi terjadi disebabkan oleh sumber gempa subduksi yang diakibatkan oleh pertemuan antar lempeng dan sumber gempa patahan yang diidentifikasi berdasarkan geometri patahan (BATAN, 2016). Sumber gempa tersebut disebabkan karena adanya aktivitas tektonik. Tekanan yang disebabkan oleh aktivitas tektonik akan mempengaruhi batuan yang berada di zona lemah seperti kekar atau rekahan. Ketika energi yang tersimpan dalam batuan mencapai batas kritis, maka terjadi pelepasan energi sehingga rekahan tersebut bergerak. Pergerakan rekahan ini disebut patahan. Patahan menyebabkan perubahan distribusi massa di bawah permukaan bumi serta perubahan ketinggian permukaan tanah. Perubahan ini berkaitan dengan nilai gravitasi yang terukur di permukaan dan dapat diketahui dengan menggunakan metode gravitasi.

Metode gravitasi merupakan salah satu metode geofisika yang dapat mendeteksi variasi nilai percepatan gravitasi di bawah permukaan. Variasi percepatan gravitasi tersebut disebabkan adanya perbedaan medan gravitasi akibat variasi densitas batuan pada kerak bumi (Lowrie, 2006). Salah satu kelebihan metode gravitasi adalah mampu mendeteksi keberadaan struktur geologi di bawah permukaan meskipun tidak terdapat indikasi adanya struktur geologi di permukaan. Adanya patahan akan tetap mempengaruhi variasi nilai densitas batuan, terlepas dari ada atau tidaknya penampakan patahan tersebut di permukaan. Keberadaan patahan dapat diindikasikan dengan adanya kemenerusan kontras nilai anomali percepatan gravitasi.

Metode gravitasi untuk *monitoring* dikenal dengan metode *time-lapse microgravity*, metode ini dapat diamati adanya perubahan rapat massa dan bentuk

sumber bawah permukaan sebagai fungsi x , y , z dan t . Hal ini mengindikasikan anomali *time-lapse microgravity* merupakan anomali gravitasi antar waktu. Anomali gravitasi ini menggambarkan variasi medan gravitasi sehingga diketahui struktur geologi bawah permukaan. Beberapa penelitian sudah lama menggunakan anomali gravitasi untuk mendeteksi pergerakan sesar. Yoshida dkk. (1999) melaporkan adanya perubahan gravitasi sebesar $30 \mu\text{gal}$ sebelum dan setelah gempa “swarm” tahun 1997 di Izu Peninsula, Jepang. Gempa ini diakibatkan oleh aktivitas sesar Kita-Izu. Selanjutnya Liang dkk. (2016) melaporkan adanya perubahan gravitasi sebesar $0,1 \mu\text{gal}$ sebelum gempa bumi Menyuan, China. Gradien perubahan gravitasi positif-negatif muncul di sepanjang Patahan Lenglongling yang terletak di Menyuan. Lalu gempa bumi Menyuan dengan magnitudo 6,4 ini terjadi didekat persimpangan perubahan gravitasi positif-negatif tersebut.

Pengukuran percepatan gravitasi yang cukup bagus adalah pengukuran dengan satelit karena pengambilan data gravitasi dapat dilakukan dengan mudah, *real* dan menjangkau wilayah topografi yang sulit bahkan mustahil dilakukan pengukuran langsung. Sriyanto dkk. (2017) melakukan pemanfaatan data satelit GRACE (*Gravity Recovery And Climate Experiment*) untuk mengidentifikasi perubahan anomali gravitasi akibat gempa Papua 28 Juli 2015 magnitudo 7,0. Hasil menunjukkan adanya perubahan gravitasi signifikan pada hari ke-13 sebelum gempa dengan nilai minimum sebesar $-0,0029 \text{ mgal}$ dan maksimum $0,0029 \text{ mgal}$. Perubahan ini disebabkan oleh gempa Papua yang dapat diidentifikasi selama kurun waktu 15 hari sebelum gempa. Lalu Pratama dkk. (2018) mengidentifikasi perubahan anomali gravitasi akibat gempa bumi Tasikmalaya 2 September 2009

magnitudo 7,0 menggunakan satelit GRACE. Hasil menunjukkan bahwa adanya polarisasi di sekitar episenter gempa bumi yang bernilai positif. Lalu terjadi penurunan nilai gravitasi pada 15 hari sebelum gempa sebesar 0,000375956 mgal dan pada 1 hari sebelum gempa terjadi penurunan sebesar 0,000067422 mgal.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan adanya korelasi perubahan gravitasi sebelum terjadinya gempa bumi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai analisis SBA sebelum gempa Padang Panjang 6 Maret 2007 berdasarkan data gravitasi satelit GRACE menggunakan metode *time-lapse microgravity*. Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui adanya pertanda gempa dari perubahan anomali gravitasi, lalu mengetahui perubahan gravitasi sebelum kejadian gempa yang dapat menghasilkan hipotesis, model dan metode baru dalam penelitian prekursor gempa bumi.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik perubahan gravitasi, mengetahui korelasi antara perubahan gravitasi dengan kejadian gempa dan mengetahui tren grafik perubahan gravitasi sebelum gempa Padang Panjang 6 Maret 2007. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan hipotesis, model dan metode baru dalam penelitian mitigasi bencana alam yang dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi, sehingga dapat meminimalisir resiko akibat gempa bumi, khususnya di wilayah Kota Padang Panjang.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah

Penelitian dilakukan menggunakan metode *time-lapse microgravity*. Data anomali gravitasi diperoleh dari satelit GRACE dari tanggal 25 Januari-15 April 2007 pada batas koordinat $0,3^{\circ}$ - $0,6^{\circ}$ LS dan $100,3^{\circ}$ - $100,6^{\circ}$ BT. Data gempa Padang Panjang 6 Maret 2007 diperoleh dari website USGS. Asumsi bahwa adanya anomali sebelum terjadinya gempa yang bervariasi dari beberapa hari hingga jam sebelum hingga setelah terjadinya gempa bumi.

