

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan sebuah guncangan yang menjalar ke permukaan bumi yang disebabkan oleh gangguan di dalam kerak bumi. Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya gempa bumi, misalnya akibat akumulasi energi pada patahan di bawah permukaan bumi yang apabila energi itu dilepaskan maka akan menjadi gempa bumi. Selain itu gempa bumi juga dapat terjadi karena adanya aktivitas material radioaktif yang ada di bawah permukaan bumi.

Aktivitas gempa bumi menyebabkan terjadinya fluktuasi aktivitas seismik yang dapat menimbulkan gelombang gravitasi atmosfer dan gelombang infrasonik. Gelombang gravitasi dan gelombang infrasonik ini menjalar hingga ionosfer yang menyebabkan ion-ion yang terdapat di ionosfer mengalami fluktuasi (Muslim dkk., 2014).

Sampai saat ini tidak ada satupun alat yang bisa mendeteksi akan terjadinya gempa bumi. Walaupun begitu ada beberapa tanda-tanda atau gejala-gejala sebelum terjadinya gempa besar, diantaranya adalah *pre-seismic of hidro-geochemical features, radon/helium emissions, telluric currents, geomagnetic field, dan electromagnetic wave transmissions* (Pulinets dan Boyarchuk, 2004).

Perubahan ion-ion yang terjadi pada waktu sebelum dan setelah terjadinya gempa bumi dengan magnitudo yang besar ( $M > 6$ ) dapat menyebabkan anomali di

ionosfer (Liu dkk., 2001). Anomali sebelum gempa bumi yang terjadi di lapisan ionosfer diakibatkan oleh radon yang tersimpan di dalam batuan terlepas ke udara ketika batuan mengalami deformasi (Pulinets, 2004). Radon yang meluruh ke udara kemudian mengionisasi atom sehingga menyebabkan perubahan di lapisan ionosfer. Semakin besar kekuatan gempa maka akan semakin luas daerah yang terkena gangguan berupa anomali yang terjadi di lapisan ionosfer, sehingga anomali yang terjadi dapat diindikasikan sebagai prekursor gempa bumi (Pulinets, 2004)

Prediksi gempa bumi dengan mengamati anomali di ionosfer masih tergolong baru, pertama kali dipergunakan dalam penelitian Good Friday 1964 di Alaska (Pulinets dan Boyarchuk, 2004). Gempa ini memiliki magnitudo  $M_w = 9.2$  dan ionogram-ionogram di sekitar daerah episentrum gempa yang memiliki data ionosfer telah diteliti. Berdasarkan data *isoline*, terlihat perbedaan yang signifikan frekuensi kritis  $f_oF_2$  di ionosfer pada tahun 1964 dan 1965. Pada tahun 1964 terlihat perubahan yang sangat cepat sedangkan tahun 1965 cenderung konstan sehingga hal ini memperkuat adanya korelasi antara gempa bumi terhadap aktivitas di ionosfer.

Penelitian untuk menentukan prekursor gempa dengan menganalisis TEC (*Total Electron Content*) di ionosfer sebelum gempa saat ini telah menjadi perhatian. Ionosfer merupakan medium yang bersifat dispersif, sehingga perbedaan hasil pengukuran frekuensi ganda yang dipancarkan oleh satelit dapat menentukan nilai TEC pada sepanjang jalur sinyal dan satelit menuju receiver (Davies, 1990). Efek ionisasi radioaktif yang terjadi sebelum gempa dapat mempengaruhi densitas TEC di ionosfer.

Penelitian terhadap perubahan TEC sebelum terjadinya gempa kini dikembangkan untuk studi prediksi gempa yang akan datang.

Penentuan nilai TEC telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, antara lain Sardon dkk. (1994) dan Liu dkk. (2001). Sardon dkk. (1994) melakukan perhitungan nilai TEC dengan menggunakan teknik tapis kalman untuk mengestimasi bias turunan instrumen (*differential instrumen bias*) yang dapat mempengaruhi nilai kesalahan TEC untuk setiap stasiun GPS dengan menggunakan data dual-GPS. Dengan menghilangkan bias turunan instrumen maka dapat diperoleh nilai TEC yang akurat.

Puspito dkk. (2003) melakukan penelitian anomali TEC di ionosfer terhadap Gempa Bumi Aceh 2004 dengan menganalisis data observasi GPS dari 6 stasiun GPS frekuensi ganda yang berada dalam jaringan SuGAR (Sumatran GPS Array). Penelitian yang dilakukan dengan mengamati perubahan nilai TEC terhadap hari kejadian gempa bumi. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa terjadi penurunan nilai TEC yang sangat signifikan pada tanggal 7 hingga 9 Desember namun diperkirakan dipengaruhi oleh badai magnetik yang terjadi sejak tanggal 5 Desember, sehingga tidak dapat dikatakan sebagai prekursor gempa. Lima hari sebelum terjadinya gempa bumi terlihat penurunan nilai TEC yang sangat signifikan dan tidak ditandai dengan keberadaan badai magnetik berdasarkan grafik Dst, maka pada tanggal 21 Desember 2004 dikatakan terdapat prekursor gempa bumi yang akan terjadi pada tanggal 26 Desember 2004.

Hingga saat ini telah banyak penelitian yang menunjukkan perubahan nilai TEC di ionosfer sebelum gempa bumi. Pattisahusiwa dkk. (2014) melakukan penelitian

seismo-ionosfer pada dua gempa besar di Sumatra (Sumatra Selatan M8.5 2007, Lepas Pantai Barat Sumatra Utara M8.6 2012). Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh bahwa kedua gempa ini menunjukkan adanya anomali TEC lokal di sekitar dua wilayah episentrum gempa bumi ini.

Rhoades dkk. (2015) meneliti perubahan nilai TEC di ionosfer terhadap empat buah gempa bumi di New Zealand (Darfield  $M_w$  7.1 2010, Christchurch  $M_w$  6.3 2011, Seddon  $M_w$  6.5 2013 dan Lake Grassmare  $M_w$  6.6 2013). Berdasarkan penelitian ini ditemukan bahwa tiga diantara empat gempa bumi tersebut (Darfield, Seddon, Lake Grassmare) tidak menunjukkan adanya anomali TEC lokal. Hal ini disebabkan oleh efek matahari atau geomagnetik dan tidak terkait dengan kejadian gempa bumi, sehingga data TEC tidak dapat dianggap sebagai prekursor dalam ketiga gempa bumi tersebut. Namun gempa bumi Christchurch menunjukkan adanya anomali lokal yang terjadi tiga hari sebelum terjadinya *mainshock*, sehingga anomali TEC lokal ini dapat diasumsikan sebagai prekursor terjadinya gempa Christchurch. Rhoades dkk. (2015) menambahkan bahwa prekursor gempa yang bersifat temporal ini bisa menjadi informasi yang cukup baik untuk memprediksi gempa bumi meski hanya untuk gempa bumi bermagnitudo besar.

Tinjauan ini menguatkan hipotesis bahwa adanya pengaruh gempa bumi terhadap anomali TEC lokal. Apabila dibandingkan dengan data gempa yang digunakan Rhoades dkk. (2015) maka magnitudo yang digunakan dalam penelitian Pattisahusiwa dkk. (2014) lebih besar, sehingga potensi terjadinya anomali TEC lebih besar. Anomali ini dapat dianggap sebagai prekursor munculnya gempa bumi.

Busur Barat Sumatera merupakan zona subduksi aktif yang telah menghasilkan beberapa zona tektonik pada Pulau Sumatera seperti Sesar Sumatera dan Sesar Mentawai. Beberapa gempa bumi yang bersifat merusak telah terjadi pada dekade terakhir ini, antara lain Gempa Bumi dan Tsunami Aceh 2004, Gempabumi Sumatera Barat 2008, serta Gempa Bumi dan Tsunami Nias 2005. Akibat besarnya potensi gempa bumi di Sumatera penelitian ini penting dilakukan untuk meninjau keberadaan prekursor gempa bumi dengan mengamati perubahan karakter TEC di ionosfer berdasarkan skala magnitudo 5 hingga 9 di Sumatera.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.2.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara anomali TEC dengan kejadian gempa bumi di Sumatera dalam upaya mendapatkan prekursor dari kejadian gempa bumi yang terjadi di Sumatera

### **1.2.2 Manfaat Penelitian**

Pola anomali TEC yang didapatkan diharapkan dijadikan sebagai suatu peringatan dini untuk upaya mitigasi bencana gempa bumi.

## **1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

Ruang lingkup dan batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Stasiun *receiver* GPS yang digunakan adalah stasiun IGS (*International GNSS Service*) dan stasiun SuGar (*Sumatran GPS Arrays*)
2. Teknik yang digunakan untuk mengetahui anomali TEC adalah teknik korelasi

3. Data yang digunakan berada dalam rentang 23 hari sebelum gempa, pada saat terjadi gempa dan 7 hari setelah gempa
4. Gempa yang dianalisis adalah gempa bumi  $M_w$  5.7 Kepulauan Batu, gempa bumi  $M_w$  6.5 Kepulauan Mentawai, gempa bumi  $M_w$  7.4 Simeulue, gempa bumi  $M_w$  8.4 Southern Sumatra, dan gempa bumi  $M_w$  9.1 Aceh.



