

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kepulauan Nias merupakan salah satu kepulauan terbesar yang terletak di pesisir barat pulau Sumatera. Secara administratif Kepulauan Nias masuk dalam wilayah provinsi Sumatera Utara dengan posisi geografis  $0^{\circ} 12' - 1^{\circ} 32' \text{ LU}$  dan  $97^{\circ} - 98^{\circ} \text{ BT}$ . Secara tektonik, Kepulauan Nias terletak di daerah subduksi 3 lempeng besar yaitu lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke barat, dan lempeng Eurasia (BPS, 2011). Karena berada di daerah subduksi 3 lempeng maka Kepulauan Nias dikenal sebagai kepulauan yang berada di daerah gugusan cincin api. Hal inilah yang menyebabkan Kepulauan Nias memiliki tingkat frekuensi gempa bumi cukup tinggi (Hutauruk, 2013).

Menurut data BMKG (2017) selama tahun 2015 telah terjadi sebanyak 45 kejadian gempa bumi di wilayah Kepulauan Nias, dimana 41 gempa bumi merupakan gempa bumi kecil dan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa Kepulauan Nias merupakan daerah yang rawan terjadinya gempa sehingga dibutuhkan upaya mitigasi gempa bumi (Malau dkk., 2016). Salah satu upaya mitigasi tersebut adalah dengan melakukan prediksi terhadap peristiwa gempa yang akan terjadi. Upaya mitigasi berguna untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh gempa bumi. Menurut Pakpahan dkk., (2014) prediksi gempa bumi dapat dilakukan dengan mengamati kemunculan tanda awal gempa bumi atau dikenal dengan prekursor. Prediksi dilakukan dengan mengamati berbagai parameter seperti

parameter geo-atmosferik, geokimia, geodesi, geofisika dan beberapa parameter lainnya. Salah satu parameter geofisika yang sering diamati adalah emisi gelombang elektromagnetik dari kerak bumi yang berasal dari gempa bumi (Fransiska dk., 2013).

Emisi gelombang elektromagnetik dihasilkan oleh proses seismogenik yaitu proses patahnya formasi batuan di daerah tumbukan lempeng yang mengakibatkan terjadinya gempa bumi. Spektrum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan pada proses ini dimulai dari frekuensi sangat rendah yaitu *Ultra Low Frequency* (ULF) hingga frekuensi tinggi yaitu *Ultra High Frequency* (UHF) (Yumoto dkk., 2007). Dari beberapa spektrum tersebut hanya emisi ULF yang dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi. Hal ini karena ULF hanya sedikit mengalami atenuasi sehingga mampu merambat ke permukaan bumi (Hayakawa dkk., 1999; Kopytenko dkk., 2001; Ahadi dkk., 2013). Pendekteksian anomali emisi ULF biasanya dilakukan dengan menggunakan data geomagnetik pada spektrum frekuensi  $<0,1$  Hz. Pada frekuensi tersebut aktivitas seismogenik sebelum, saat dan setelah gempa dapat diamati (Fraser-Smith dkk., 1990; Hayakawa dkk., 2000).

Emisi ULF dapat dihitung dengan metode *Power Spectrum Density* (PSD) atau metode *Wavelet* dari data geomagnetik. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisis nilai polarisasi ratio komponen  $S_z$ ,  $S_H$ ,  $S_x$ , dan  $S_Y$  dari komponen magnetnya (Yumoto dkk., 2008; Saroso dkk., 2008; Han dkk., 2011; Ahadi dkk., 2015). Anomali emisi ULF dari data geomagnetik dapat ditentukan dengan menghitung nilai PSD untuk setiap komponen horizontal (H) dan vertikal (Z) dari

medan magnet. Nilai ini kemudian digunakan untuk menganalisis spektrum ULF dengan metode *Welch*. Metode PSD dapat mengurangi *noise* pada spektrum sehingga nilai frekuensi yang ditampilkan dalam spektrum lebih akurat (Heinzel dkk., 2002).

Dalam menganalisis emisi ULF sebagai prekursor digunakan indeks DST sebagai validasi untuk memastikan penyebab anomali yang terjadi. Indeks DST digunakan untuk mengamati aktivitas geomagnetik yang terekam pada daerah ekuator ( $0^{\circ}$  LU -  $0^{\circ}$  LS) dan daerah lintang rendah ( $30^{\circ}$  LU -  $30^{\circ}$  LS) (Saroso dkk., 2008; Ahadi dkk., 2013). Untuk menyimpulkan anomali emisi ULF maka harus terlebih dahulu dianalisa aktivitas badai matahari global sehingga diketahui apakah anomali yang terjadi benar-benar merupakan efek dari aktivitas seismogenik (Ibrahim dkk., 2012; Ahadi dkk., 2013; 2014).

Saroso dkk., (2008) telah melakukan penelitian tentang anomali geomagnetik sebagai prekursor gempa Aceh 2004 dan gempa Nias 2005. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode PSD, analisis fungsi transfer dan analisis fraktal, untuk melihat anomali ULF pada gempa dengan magnitudo  $>6$  selama tahun 2004-2005. Pada penelitian ini Saroso dkk., menggunakan data geomagnetik stasiun Kototabang sebagai stasiun referensi dan data geomagnetik stasiun Biak sebagai stasiun pembanding. Dari penelitian ini mereka menyimpulkan bahwa terjadi peningkatan variasi  $S_z/S_H$  di stasiun Kototabang beberapa minggu sebelum terjadinya gempa bumi Aceh 2004 dan Nias 2005, dan tidak ada perubahan yang signifikan terhadap variasi geomagnetik pada stasiun Biak. Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Ahadi dkk., (2015) tentang

anomali emisi ULF sebagai prekursor gempa bumi kuat yang terjadi selama 2007-2012 di Pulau Sumatera. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode PSD untuk menganalisis polarisasi rasio komponen  $S_z/S_H$  geomagnetik pada gempa bumi dengan magnitudo  $>6$ . Ahadi dkk., menggunakan data geomagnetik stasiun Kototabang sebagai stasiun referensi, stasiun Davao dan stasiun Darwin sebagai stasiun pembanding. Hasil dari penelitian meraka menunjukkan bahwa anomali emisi ULF terkait prekursor gempa bumi kuat berada pada frekuensi 0,06 Hz. Pada penelitian tersebut, Ahadi dkk., menemukan bahwa *lead time* anomali ULF sebanding dengan magnitudo gempa dan berbanding terbalik dengan jarak hiposenter.

Beberapa penelitian di atas yang telah dilakukan di daerah Sumatera lebih sering dilakukan pada gempa bumi dengan magnitudo  $>6$ . Menurut Armansyah dkk., (2016) peluang kejadian gempa bumi dengan magnitudo  $<5$  lebih sering terjadi dibandingkan dengan magnitudo  $>6$  sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan penelitian dan menemukan karakteristik prekursor yang lebih tepat. Disamping itu, gempa dengan magnitudo  $<5$  menghasilkan emisi ULF yang dapat terdeteksi pada data magnet bumi dengan kedalaman sumber gempa bumi  $<50$  km. Karena hal tersebut kemudian Armansyah dkk., (2016) melakukan penelitian tentang anomali ULF sebagai prekursor gempa bumi yaitu gempa dengan magnitudo 4 yang terjadi di Kabupaten Jayapura. Pada penelitian ini Armansyah dkk., menggunakan data geomagnetik dari stasiun Geofisika Angkasapusa Jayapura sebagai stasiun referensi dan stasiun Liwa sebagai stasiun pembanding. Metode yang digunakan adalah metode power rasio dan *Single*

*Station Transfer Function* (STTF) untuk menemukan anomali dan sumber anomali dari geomagnetik. Hasil penelitian ini mereka memperoleh bahwa terjadi anomali ULF dengan *onset time* anomali muncul 9 hari sebelum terjadinya gempa.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Armansyah dkk., (2016) telah diketahui jika anomali emisi ULF sebagai prekursor gempa bumi untuk gempa dapat dilakukan untuk gempa dengan magnitudo  $<5$ . Sehingga penelitian ini akan dilakukan untuk mengidentifikasi anomali ULF sebagai prekursor di wilayah Kepulauan Nias dengan magnitudo  $<5$  menggunakan metode *Power Spectrum Density* (PSD). Metode ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk memprediksi kejadian gempa bumi yang akan terjadi dimasa mendatang berdasarkan anomali emisi ULF yang terjadi. Penelitian ini menggunakan data geomagnetik yang telah terekam oleh *Magnetic Data Aquisition System-9* (MAGDAS-9) milik BMKG Stasiun Kelas III Gunungsitoli selama satu tahun dari bulan Juli 2016 hingga Juni 2017. Data ini dipilih karena hanya dalam rentang waktu tersebut data terekam lengkap oleh alat.

### **1.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi anomali emisi ULF sebagai prekursor gempa dengan magnitudo  $>3$  yang terjadi di wilayah Kepulauan Nias berdasarkan nilai rasio  $S_z/S_H$  data geomagnetik.

2. Menentukan lamanya waktu anomali (*lead time*), waktu mula anomali (*onset time*), arah anomali (*azimuth*) ULF sebagai prekursor gempa untuk gempa magnitudo  $>3$  yang terjadi di wilayah Kepulauan Nias.

### 1.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keberadaan anomali emisi ULF sebagai tanda akan terjadinya gempa di wilayah Kepulauan Nias.
2. Hasil penelitian diharapkan menjadi acuan bagi pemerintah dan masyarakat untuk menanggulangi terjadinya kerugian yang diakibatkan oleh bencana gempa di wilayah Kepulauan Nias.

### 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, dirumuskan beberapa batasan masalah, meliputi:

1. Data geomagnetik yang digunakan adalah data geomagnetik yang terekam oleh MAGDAS-9 selama 30 bulan sebelum terjadinya gempa. MAGDAS-9 ini milik BMKG Stasiun Geofisika Kelas III Gunung Sitoli, Sumatera Utara.
2. Data gempa yang digunakan adalah data gempa dengan  $M_w >3$  dengan kedalaman  $<60$  km yang terjadi pada bulan September 2016 hingga Juni 2017 di wilayah Kepulauan Nias.
3. Penelitian ini menggunakan metode PSD untuk menganalisis polarisasi rasio komponen  $S_z/S_H$  data geomagnetik yang ada.
4. Frekuensi yang digunakan adalah ULF dengan frekuensi  $<1$  Hz.

5. Toleransi *azimuth* yang digunakan adalah  $22,5^{\circ}$  ke atas dan  $22,5^{\circ}$  ke bawah dari arah *azimuth* yang sebenarnya.
6. Validasi menggunakan indeks DST untuk memastikan penyebab anomali emisi ULF.



1.