

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Indonesia secara geografis terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik yang bertemu atau bersinggungan satu sama lain sehingga terjadi akumulasi energi. Akibatnya, Indonesia sangat rentan terhadap bencana alam. Kondisi seperti ini membuat Indonesia menjadi wilayah dengan aktivitas seismik tinggi dan tingkat kegempaan yang signifikan. Secara umum, lokasi aktivitas tektonik di Indonesia dapat diperkirakan berada di area perbatasan lempeng-lempeng tersebut. Namun, dampaknya dapat dirasakan hingga jarak tertentu, tergantung pada peluruhan energi dan kondisi geologi setempat (Syafitri dkk., 2020).

Gempa bumi sangat sulit untuk diprediksi mulai dari waktu, tempat serta seberapa besar gempa akan terjadi. Upaya prediksi gempa bumi di Indonesia telah dilakukan oleh BMKG, tepatnya di Pusat Geofisika Potensial. Sejak tahun 2014 BMKG menginisiasi studi pemantauan prekursor gempa bumi menggunakan metode magnet bumi. Sensor *fluxgate* magnetometer pada Stasiun Lampung Selatan (LPS) dan Sukabumi (SKB) dipasang untuk memantau data geomagnetik sebagai prekursor gempa bumi wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda.

Gempa bumi Jawa bagian barat merupakan salah satu gempa bumi dengan intensitas kuat di Pulau Jawa. Tatanan tektonik di Sumatera yang memanjang hingga selatan Jawa dipengaruhi oleh pergerakan lempeng Indo-Australia yang menunjam ke bawah

lempeng Eurasia dalam aktivitas konvergen. Aktivitas ini menyebabkan deformasi di sepanjang zona tumbukan. Akibatnya, wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda menjadi daerah dengan aktivitas seismik yang tinggi. Aktivitas seismik ini yaitu gempa bumi yang terjadi ketika lapisan batuan patah di sepanjang bidang patahan setelah adanya akumulasi tekanan dan regangan. Selain dipicu oleh aktivitas konvergen, gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda juga dipengaruhi oleh keberadaan sesar-sesar lokal, seperti Sesar Ujung Kulon, Sesar Cimandiri, Patahan Pelabuhan Ratu, dan Terusan Sesar Semangko (Suwardi dkk., 2019). Besarnya kerugian dan korban jiwa akibat gempa bumi mendorong para ahli seismologi untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal gempa yang dapat diandalkan.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk mengurangi dampak gempa bumi dengan mengembangkan upaya prediksi jangka pendek melalui pengamatan prekursor gempa. Salah satu fenomena yang berpotensi sebagai prekursor gempa adalah munculnya anomali geomagnetik pada sinyal gelombang ULF sebelum gempa terjadi (Ismaguilov dkk., 2002; Yusdesra dkk., 2018). Anomali ini terbentuk akibat akumulasi tekanan pada batuan di litosfer selama tahap persiapan gempa bumi (Kopytenko dkk., 1990; Yusdesra dkk., 2018).

Peristiwa patahnya formasi batuan di zona tumbukan lempeng menjadi pemicu gempa bumi yang dapat menghasilkan emisi gelombang elektromagnetik. Spektrum gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dalam proses ini mencakup rentang frekuensi yang luas, mulai dari *Ultra Low Frequency* (ULF) hingga

*Ultra High Frequency* (UHF) (Yumoto dkk., 2007; Hamidi dkk., 2018). Di antara berbagai spektrum tersebut, hanya gelombang ULF yang dapat dimanfaatkan sebagai indikator awal gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh rendahnya atenuasi pada frekuensi ULF, sehingga gelombang ini dapat merambat hingga ke permukaan bumi dan terdeteksi oleh sensor geomagnetik (Hayakawa dkk., 2000; Kopytenko dkk., 2001; Ahadi dkk., 2013; M. Hamidi dkk., 2019). Sementara, sinyal dengan frekuensi yang lebih tinggi cenderung teredam oleh medium sebelum mencapai permukaan (Wahyuningsih dkk., 2020).

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah dilakukan oleh KA. Yusof dkk., (2019) dan Arianto Saipul Hak (2018) frekuensi 0,02 Hz merupakan frekuensi optimal untuk memprediksi gempa bumi. Sementara itu, Cinantya N. Dewi dkk., (2022) menyatakan bahwa rentang frekuensi optimal berada pada kisaran 0,01-0,03 Hz. Sedangkan menurut I Sokacana dkk., (2019) frekuensi optimal untuk memprediksi gempa adalah 0,06 Hz. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk menentukan frekuensi optimum yang memiliki kecenderungan munculnya anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi. Selain itu, hingga saat ini belum ada penelitian di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda yang berfokus pada penentuan persamaan empiris. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan persamaan empiris guna memprediksi potensi magnitudo gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda dengan menggunakan data geomagnetik periode 2022–2024.

Penelitian ini berfokus pada wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda dengan menggunakan data geomagnetik gelombang ULF yang terekam oleh sensor *fluxgate* magnetometer pada dua stasiun pengamatan yaitu Stasiun Lampung Selatan (LPS) dan Stasiun Sukabumi (SKB) dengan rentang waktu 20 hari sebelum gempa bumi terjadi. Gempa bumi yang digunakan dengan  $M \geq 4,8$  mencakup periode 2022 sampai 2024 dengan menggunakan metode rasio power spektrum Z/H. *Pulsa Continuous* (PC) ini mengacu pada gangguan magnetik yang terjadi secara terus-menerus dan beresilasi dalam medan magnet. Penelitian ini menggunakan frekuensi 0,022 Hz masuk pada rentang frekuensi PC 3 dan 0,012 Hz masuk pada rentang frekuensi PC 4. Hasil dari kedua PC tersebut maka dapat diketahui PC mana yang memiliki kecenderungan munculnya anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda. Hasil dari PC yang memiliki kecenderungan munculnya anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi maka dilakukan perhitungan persamaan empiris untuk memprediksi magnitudo dengan menggunakan parameter prekursor yaitu amplitudo anomali magnetik, magnitudo, dan jarak hiposenter ke stasiun pengamatan dan diharapkan dapat menghasilkan informasi pendukung sebagai salah satu tanda awal terjadinya gempa bumi.

## **B. Batasan Masalah**

Penelitian ini menetapkan beberapa batasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Data yang diambil dari pengamatan di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda
2. Data gempa merupakan data sekunder yang bersumber dari katalog gempa bumi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dengan kriteria  $M \geq 4,8$  mencakup periode 2022-2024
3. Data geomagnetik diambil 20 hari sebelum terjadinya gempa
4. Stasiun yang digunakan yaitu Stasiun Lampung Selatan (LPS) dan Stasiun Sukabumi (SKB)
5. Gempa dengan kekuatan magnitudo kurang dari  $M 5,0$  dianalisis menggunakan stasiun yang berjarak maksimum 100 km dari hiposenter.
6. Gempa dengan kekuatan magnitudo lebih dari  $M 5,0$  dianalisis menggunakan stasiun dengan jarak maksimum 200 km dari hiposenter.
7. Metode yang digunakan adalah metode rasio power spektrum  $Z/H$

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, berikut adalah rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimanakah anomali sinyal gelombang ULF sebelum terjadinya gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda?

2. Bagaimanakah kecenderungan anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi yang terjadi pada kedua PC?
3. Bagaimanakah persamaan empiris yang dapat digunakan dalam memprediksi magnitudo gempa bumi?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Mengetahui anomali gelombang ULF sebelum terjadinya gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda
2. Mengetahui kecenderungan anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi yang terjadi pada kedua PC
3. Mengetahui persamaan empiris yang dapat digunakan dalam memprediksi magnitudo gempa bumi

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis, dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
  - a. Menambah pengetahuan dalam bidang geofisika dan seismologi terkait dengan penggunaan data geomagnetik untuk mengidentifikasi prekursor gempa bumi.
  - b. Merumuskan persamaan empiris untuk memprediksi potensi magnitudo gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda

## 2. Manfaat Praktis

- a. Membantu para peneliti dalam mengidentifikasi frekuensi gelombang ULF yang lebih efektif sebagai indikator awal terjadinya gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda.
- b. Mempermudah identifikasi wilayah berisiko tinggi berdasarkan prediksi magnitudo gempa, sehingga langkah mitigasi dapat dilakukan lebih tepat sasaran.