

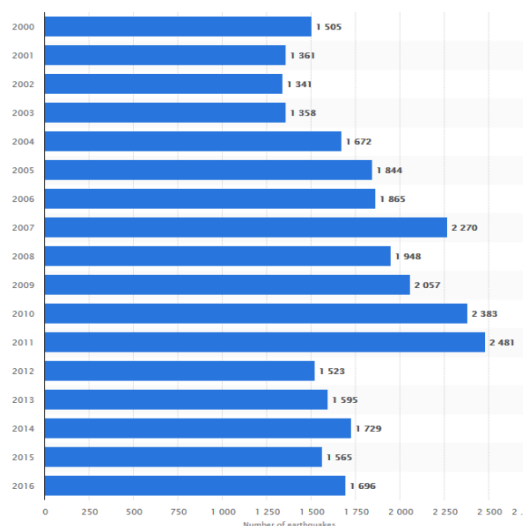
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi adalah bencana yang begitu populer di telinga masyarakat Indonesia akhir-akhir ini. Kepala Pusat Data Informasi dan Humas Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Sutopo Purwo Nugroho mengungkapkan bahwa Indonesia menjadi negara yang acap diguncang gempa. "Dalam setahun rata-rata kejadian gempa di Indonesia mencapai 6.000 kali," kata Sutopo dalam keterangannya, Selasa (23/1/2018). Pada tahun 2018, peristiwa gempa bumi dengan magnitudo yang besar kerap kali terjadi di Indonesia. Peristiwa gempa bumi yang terjadi antara lain gempa bumi Banten dengan kekuatan 6.1 SR, gempa bumi Sulawesi berkekuatan 7.4 SR diikuti dengan tsunami, gempa bumi Lombok yang terjadi dua kali berkekuatan 6.4 SR pada bulan Juli dan 7 SR pada bulan Agustus, gempa bumi Situbondo berkekuatan 6.3 SR, dan gempa bumi Solok berkekuatan 5.3 SR[1]. Indonesia juga pernah mengalami gempa bumi terparah pada abad ke-21, yaitu gempa bumi Aceh yang berkekuatan 9.3 SR pada tahun 2004 yang diikuti dengan tsunami. Gambar 1.1 adalah perkembangan jumlah gempa bumi (M5+) di dunia pada tahun 2000 - 2016.

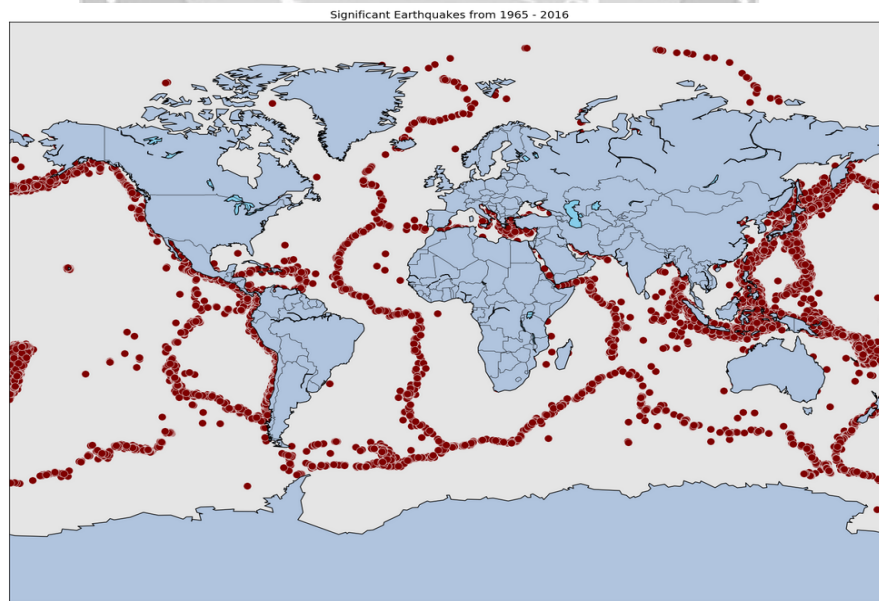
Development of the number of earthquakes (M5+) worldwide from 2000 to 2016



Gambar 1.1 Perkembangan jumlah gempa bumi (M5+) di dunia pada tahun 2000 - 2016.

Gempa bumi cukup sering melanda Indonesia karena wilayah Indonesia

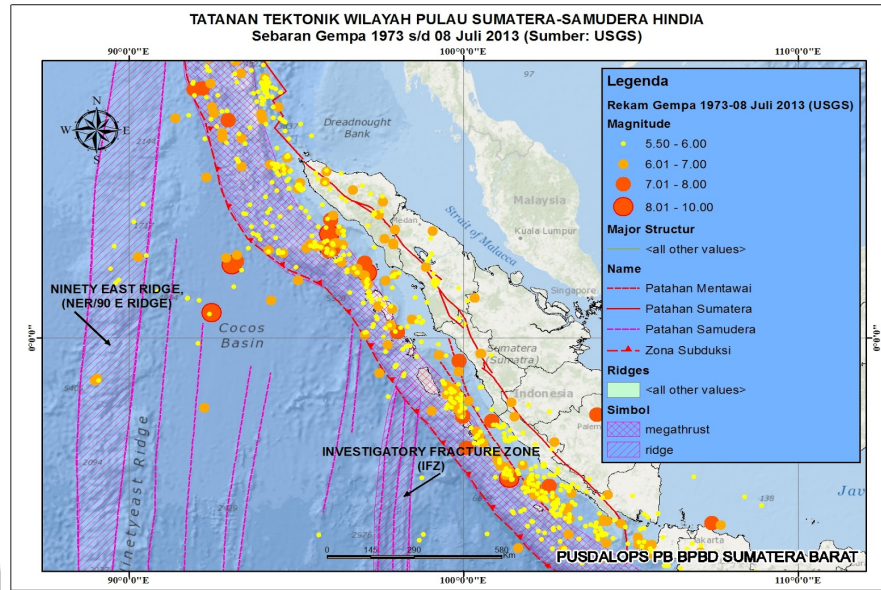
merupakan tempat perbenturan empat lempeng kerak bumi yang biasa disebut sebagai *Pacific Ring of Fire*; Lempeng Eurasia/Asia Tenggara, Lempeng Pasifik, Hindia-Australia, dan Lempeng Filipina sehingga menghasilkan gempa tektonik. Keadaan ini jarang terjadi di muka bumi lainnya karena pada umumnya di permukaan bumi lainnya hanya menyangkut dua buah lempengan saja. Dengan terjadinya pergerakan empat buah lempengan kerak bumi yang berbeda jenis dan arah yang berbeda tersebut, maka Indonesia berada pada posisi kawasan yang sangat rentan akan gempa tektonik, yaitu gempa bumi yang disebabkan oleh pergeseran lempeng plat tektonik [2].



Gambar 1.2 Sebaran gempa bumi pada tahun 1965 - 2016

Dari ilustrasi gambar 1.2, terlihat bahwa mayoritas gempa bumi terjadi di Indonesia. Dari ilustrasi gambar 1.3 juga terlihat bahwa Pulau Sumatera rawan akan gempa bumi. Mengetahui fakta bahwa Indonesia terutama Pulau Sumatera merupakan wilayah yang rawan gempa bumi yang destruktif dan memakan banyak korban jiwa, maka pemodelan matematika untuk memprediksi peluang kejadian gempa bumi sangatlah penting agar masyarakat Indonesia di Pulau Sumatera lebih waspada akan terjadinya peristiwa gempa bumi.

Pemodelan gempa bumi sudah beberapa kali dilakukan, diantaranya dilakukan oleh Zekai Sen (2011) yang menggunakan metode *fuzzy* dan model gempa bumi digunakan untuk penilaian resiko pada area Istanbul. Selanjutnya, Wandong Fu (2012) memodelkan peristiwa gempa bumi dengan menggunakan data gempa bumi ≥ 8 SR yang terjadi di seluruh dunia pada tahun 1896 - 2009



Gambar 1.3 Sebaran gempa bumi Pulau Sumatera pada tahun 1973 - 2013

menggunakan *Empirical Recurrence Rate* (ERRs) berdasarkan ARIMA untuk memprediksi kejadian gempa pada tahun berikutnya.

Peristiwa gempa bumi yang bersifat acak, yaitu tidak teratur dalam ruang dan waktu dan pada periode waktu tertentu didekati oleh distribusi Poisson yang memiliki karakteristik nilai variansi dan rata-rata sama. Namun dalam pengaplikasian distribusi Poisson pada peristiwa gempa bumi ini terjadi overdispersi. Overdispersi diduga terjadi karena adanya pengelompokan data pada distribusi tersebut dan tiap-tiap kelompok memiliki parameter yang berbeda-beda.

Untuk mengatasi overdispersi, peneliti menggunakan model Poisson campuran atau dikenal dengan Poisson *Hidden Markov Models* (PHMMs) untuk membangun model banyaknya peristiwa gempa bumi. Pengaplikasian Poisson *Hidden Markov Models* bertujuan untuk mengidentifikasi pola-pola barisan keadaan tersembunyi (*hidden*) yang mendasari barisan observasi. Selanjutnya, peneliti akan menggunakan *Expectation Maximization Algorithm* untuk mendapatkan estimator dari parameternya dan model terbaik akan digunakan untuk memprediksi peluang terjadinya gempa bumi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan parameter terbaik dari data gempa bumi dengan

Algoritma *Expectation-Maximization*?

2. Bagaimana membangun model untuk memprediksi peluang terjadinya gempa bumi menggunakan Poisson *Hidden Markov Model* (HMM)?
3. Bagaimana prediksi peluang terjadinya gempa bumi di Pulau Sumatera dari model yang terbentuk?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan semula yang direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan informasi, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan pembagian wilayah gempa bumi di Indonesia, peneliti memilih wilayah yang mempunyai potensi tinggi untuk mengalami gempa, yaitu Pulau Sumatera yang berkekuatan ≥ 5 Mw dan berupa gempa dangkal dengan kedalaman ≤ 70 km, dengan lintang -0.589725 dan garis bujur 101.3431058 .
2. Pada penelitian ini, gempa bumi belum dibedakan berdasarkan rangkaian kejadian gempa (gempa *forshock*, gempa *mainshock*, dan gempa *aftershock*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh parameter untuk membangun model terbaik dengan *Expectation Maximization Algorithm*.
2. Memperoleh prediksi peluang kejadian gempa bumi dari model Poisson HMM terbaik yang didapatkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang akan dicapai, maka penelitian ini diharapkan memberi manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis hasil penelitian ini diharapkan dapat:

- Memberikan model Poisson HMM terbaik untuk data gempa bumi di Pulau Sumatera.
- Memberikan hasil prediksi peluang kejadian gempa bumi di Pulau Sumatera.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu langkah

dalam mitigasi bencana bagi masyarakat di Pulau Sumatera.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas penyampaian materi dalam penulisan penelitian ini, maka materi yang disampaikan mengikuti sistematika sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang pemilihan topik beserta studi-studi yang sudah pernah dikembangkan sebelumnya yang dapat menjadi referensi dalam pengembangan model. Pada bab ini juga dijelaskan mengenai tujuan yang ingin dicapai, batasan-batasan masalah yang digunakan, serta metodologi penelitian untuk dapat mencapai hasil yang diinginkan. Selain itu, sistematika penulisan juga diuraikan.

2. BAB II Landasan Teori

Pada bab ini dijelaskan tentang teori-teori dasar yang selanjutnya akan digunakan untuk mengembangkan model yang berguna untuk menjawab tujuan yang ingin dicapai. Teori-teori yang akan dijelaskan adalah teori mengenai peluang, proses Poisson, distribusi Poisson, *independent mixture model*, rantai Markov, *Hidden Markov Model*, *Poisson Hidden Markov Model*, algoritma *Expectation Maximization*, dan AIC.

3. BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dijelaskan langkah demi langkah yang harus dilakukan untuk dapat menjawab tujuan akhir, yaitu model terbaik untuk prediksi gempa bumi. Setiap tahap akan dijelaskan untuk menemukan model terbaik yang dimulai dengan menentukan parameter-parameter terbaik.

4. BAB IV Analisis Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan diberikan penjelasan tentang data yang akan digunakan untuk simulasi. Kemudian, hasil pemilihan model gempa bumi terbaik akan ditunjukkan. Hasil pemilihan model terbaik kemudian dianalisis untuk memprediksi gempa bumi kedepannya.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan ditulis tentang kesimpulan yang didapat dari model terbaik yang didapat, simulasi, dan analisa data yang telah dilakukan, serta memberikan saran yang dapat berguna untuk perbaikan penelitian selanjutnya.