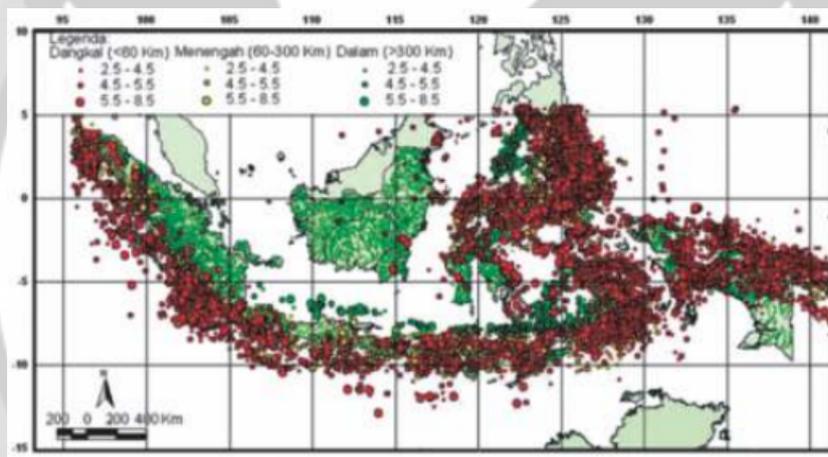


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia tercatat pada statistik USGS dalam kurun waktu tahun 1900-2016, sebagai negara peringkat ketiga tertinggi di dunia dengan angka kematian akibat gempa bumi, yaitu 198.487 korban jiwa. Sehingga kejadian gempa bumi tidak lagi asing di telinga masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia. Gempa bumi adalah peristiwa bergetar atau bergoncangnya bumi karena pergerakan semakin meningkat atau pergeseran lapisan batuan pada kulit bumi secara tiba-tiba akibat dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Gempa bumi tektonik adalah gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas pergerakan lempeng tektonik, sedangkan gempa bumi vulkanik adalah gempa bumi yang terjadi selain aktivitas pergerakan lempeng tektonik, misalnya aktivitas gunung berapi, dan lain-lain [1].



Gambar 1.1 Distribusi gempa bumi Indonesia tahun 1976-2004 berdasarkan kedalaman.

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika[1]

Fowler mengklasifikasikan gempa bumi berdasarkan kedalaman fokus (*hypocentre*) menjadi tiga, yaitu gempa bumi dangkal (< 70 km), gempa bumi menengah (70-300 km), dan gempa bumi dalam (> 300 km). Distribusi gempa bumi Indonesia tahun 1976-2004 dapat dilihat dari Gambar 1.1. Gempa bumi dangkal menimbulkan efek guncangan dan merusak lebih daripada gempa bumi dalam. Hal ini dikarenakan sumber gempa bumi lebih dekat ke permukaan bumi sehingga energi gelombang lebih besar. Sedangkan klasifikasi gempa bumi berdasarkan *moment magnitude* (*M_w*) dibedakan menjadi tujuh, yaitu gempa bumi

sangat besar ($M > 8$ Mw), gempa bumi besar (M 7-8 Mw), gempa bumi merusak (M 5-6 Mw), gempa bumi sedang (M 4-5 Mw), gempa bumi kecil (M 3-4 Mw), gempa bumi mikro (M 1-3 Mw), dan gempa bumi ultra mikro ($M < 1$ Mw) [1].

Tabel 1.1 Data Gempa Bumi Dunia Tahun 1998 – 2018.

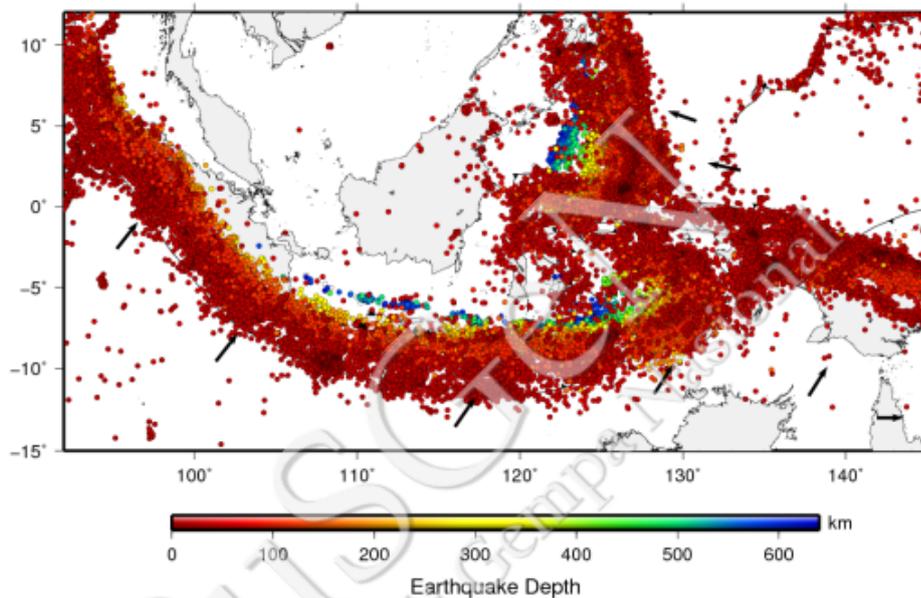
Magnitudo (Mw)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
8+	1	0	1	1	0	1	2	1	2	4	0	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1
7.0 - 7.9	11	18	14	15	13	14	14	10	9	14	12	16	23	19	12	17	11	18	16	6	16
6.0 - 6.9	117	116	146	121	127	140	141	140	142	178	168	144	150	185	108	123	143	127	130	104	117
5.0 - 5.9	979	1.104	1.344	1.224	1.201	1.203	1.515	1.693	1.712	2.074	1.768	1.896	2.209	2.276	1.401	1.453	1.574	1.419	1.550	1.455	1.674
Total	1.108	1.238	1.505	1.361	1.341	1.358	1.672	1.844	1.865	2.270	1.948	2.057	2.383	2.481	1.523	1.595	1.729	1.565	1.696	1.566	1.808

Sumber: USGS[2]

Dari Tabel 1.1 dapat ditunjukkan bahwa gempa bumi dunia pada rentang waktu 1998-2018 terjadi paling tinggi pada tahun 2011 yaitu dengan jumlah 2.481 kejadian gempa bumi dan paling rendah pada tahun 1998 yaitu dengan jumlah 1.108 kejadian gempa bumi. Kejadian gempa bumi yang tercatat paling sering terjadi yaitu dengan kekuatan 5-5,9 Mw [2]. Hal tersebut terjadi dikarenakan Indonesia merupakan wilayah sangat aktif kegempaanannya. Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar yaitu lempeng tektonik Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik, serta satu lempeng tektonik kecil Filipina. Selain itu, pertemuan lempeng Indo-Australia dengan Eurasia di selatan Jawa hampir tegak lurus yang berbeda dengan di wilayah Sumatera yang mempunyai subduksi miring dengan kecepatan 5-6 cm/tahun. Oleh karena selatan Jawa merupakan daerah pertemuan lempeng tektonik, gempa bumi tektonik dangkal sering terjadi [1].

Dari Gambar 1.2 terlihat bahwa Pulau Jawa termasuk dalam kawasan rawan terjadi gempa bumi. Pulau Jawa masuk dalam beberapa wilayah berdasarkan potensi bahaya gempa, yaitu wilayah 2 yang mempunyai potensi rendah mengalami gempa meliputi pantai utara Jawa Timur, wilayah 3 yang mempunyai potensi sedang mengalami gempa meliputi pantai utara Pulau Jawa, dan wilayah 4 yang mempunyai potensi tinggi mengalami gempa meliputi bagian selatan Pulau Jawa. Maka dari itu pemodelan matematika untuk memprediksi peluang kejadian gempa bumi dibutuhkan agar masyarakat Indonesia khususnya di Pulau Jawa lebih waspada akan terjadinya peristiwa gempa bumi [3]. Dalam pengaplikasian distribusi Poisson pada peristiwa gempa bumi terjadi overdispersi. Overdispersi diduga terjadi karena adanya pengelompokan data pada distribusi dan tiap kelompok memiliki parameter yang berbeda-beda. Perluasan dari rantai Markov ialah *Hidden Markov Model* dimana memiliki hasil dari pengamatan yang bergantung pada keadaan proses Markov yang *unobserved*. Dalam mengatasi

overdispersi yang ada, penulis menggunakan model *Poisson Hidden Markov Model* (PHMM) untuk membuat model terjadinya peristiwa gempa bumi yang bertujuan untuk mengidentifikasi pola-pola barisan keadaan tersembunyi (*hidden*) yang mendasari barisan observasi. Selanjutnya, akan digunakan Algoritma *Bayesian Posterior Mean Estimates* untuk mendapatkan estimator dari parameter dan juga model yang akan digunakan untuk memprediksi peluang terjadi gempa bumi.



Gambar 1.2 Gempa di Indonesia hasil relokasi hingga 2016.

Sumber: Katalog PuSGen[3]

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah beberapa poin berikut ini.

1. Bagaimana menunjukkan bahwa data gempa bumi yang digunakan dapat dipakai dengan Algoritma *Bayesian Posterior Mean Estimates*?
2. Bagaimana *Poisson Hidden Markov Model* (PHMM) untuk membangun model prediksi peluang terjadinya gempa bumi?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan semula, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan pembagian wilayah gempa bumi di Indonesia, penulis memilih wilayah yang mempunyai potensi untuk mengalami gempa, yaitu Pulau Jawa yang masuk dalam kategori merusak berkekuatan ≥ 5 Mw dan berupa gempa dangkal dengan kedalaman ≤ 70 km.
2. Pada penelitian ini, gempa bumi belum dibedakan berdasarkan rangkaian kejadian gempa (gempa *forshock*, gempa *mainshock*, dan gempa *aftershock*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian skripsi ini adalah beberapa poin berikut ini.

1. Membuktikan data gempa bumi Pulau Jawa dapat menggunakan Algoritma *Bayesian Posterior Mean Estimates*.
2. Memperoleh model terbaik peluang kejadian gempa bumi dari model *Poisson Hidden Markov Model* (PHMM) yang didapatkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian skripsi ini akan dibagi menjadi dua bagian berikut ini.

1.5.1 Manfaat Teoritis

Memberikan model *Poisson Hidden Markov Model* (PHMM) untuk data gempa bumi di Pulau Jawa.

1.5.2 Manfaat Praktis

Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu langkah dalam mitigasi bencana bagi masyarakat di Pulau Jawa.

1.6 Sistematika Penulisan

1. BAB I: Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik beserta studi-studi yang sudah pernah dikembangkan sebelumnya yang dapat menjadi referensi dalam pengembangan model, dan juga akan dijelaskan mengenai tujuan yang ingin dicapai, batasan-batasan masalah yang digunakan, serta metodologi penelitian untuk mencapai hasil yang diinginkan. Selain itu, sistematika penulisan juga diuraikan.
2. BAB II: Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori dasar yang selanjutnya akan digunakan untuk mengembangkan model yang berguna untuk menjawab tujuan yang akan 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 *Bayesian Posterior Mean Estimates*, *Markov Chain Monte Carlo*, dan *Mean Absolute Error*.

3. BAB III: Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mendapat jawaban tujuan akhir, yaitu model gempa bumi. Setiap tahap akan dijelaskan untuk menemukan model yang dimulai dengan menentukan parameter-parameter.
4. BAB VI: Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data yang akan digunakan untuk simulasi. Kemudian, hasil model gempa bumi akan ditampilkan.
5. BAB V: Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan yang didapat dari model terbaik, simulasi, dan analisa data yang telah dilakukan, serta memberikan saran yang dapat berguna untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

