

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “MODEL SIMULASI PELUANG KEJADIAN GEMPA BUMI DI PULAU JAWA DENGAN *POISSON HIDDEN MARKOV MODEL* (PHMM) MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari Januari 2019 hingga Mei 2020. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang waji ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak dapat diperoleh dari perkuliahan.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Dela Rosa, S.Si., M.M., M.Sc., Apt., sebagai Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Laurence, M.T, sebagai Direktur Administrasi & Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Kie Van Ivanky Saputra, Ph.D., Ketua Program Studi Matematika Universitas Pelita Harapan.
5. Bapak Ukur Arianto Sembiring, M. Si., selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, nasihat, serta saran-saran kepada saya dalam pengerjaan skripsi.
6. Bapak Ferry Vincenttius Ferdinand, S.Si., S.Inf., M.M., M.Pd., selaku pembimbing pendamping skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, masukan, mengarahkan, dan mendukung saya dalam pengerjaan skripsi.

7. Dosen dan staf di Program Studi Matematika yang telah membagikan pengetahuan mereka kepada penulis selama empat tahun studi.
8. Seluruh staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu berlangsungnya perkuliahan di Universitas Pelita Harapan selama penulis berkuliah.
9. Kedua orang tua, dan adik yang telah berdoa dan memberikan banyak dukungan kepada penulis dari awal sampai akhir perkuliahan.
10. Jones Putra Wiranata, yang telah setia mendengarkan segala keluhan saya, memberikan masukan dan dukungan, serta doa demi kelancaran pembuatan skripsi ini.
11. Laurencia Isabel, Josephine, Desceria Putri Suanta, "DIYAs" yang telah memberikan banyak bantuan, meluangkan waktu, dan memberikan semangat kepada penulis dari awal masa perkuliahan hingga sekarang ini.
12. Teman-teman seperjuangan Matematika 2016, yang telah memberikan dukungan, semangat, dan kekompakkan selama menjalani proses perkuliahan.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung atau tidak langsung dalam penyelesaian skripsi.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 3 Juli 2020

(Andrea)

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoritis	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Teori Peluang	6
2.1.1 Dasar-Dasar Peluang	7
2.1.2 Peluang dari Kejadian	7
2.1.3 Peluang Bersyarat	8
2.1.4 Kejadian Saling Bebas	8
2.2 Peubah Acak Diskret	8
2.3 Distribusi	9
2.3.1 Distribusi Poisson	9
2.3.2 Distribusi Binomial Negatif	10
2.3.3 Distribusi Binomial	12
2.4 Proses Stokastik	13
2.5 <i>Independent Mixture Model</i>	13
2.6 <i>Autocorrelation Function (ACF)</i>	14
2.7 Rantai Markov	15
2.8 <i>Hidden Markov Model (HMM)</i>	16
2.8.1 Distribusi Marginal	16
2.8.2 <i>Likelihood</i> dari HMM	17
2.8.3 Jalur Keadaan HMM	18

2.9	<i>Poisson Hidden Markov Models (PHMM)</i>	23
2.10	<i>Bayesian Posterior Mean Estimates (BPM)</i>	24
2.10.1	Metode Bayesian	24
2.10.2	Distribusi Posterior	25
2.11	<i>Markov Chain Monte Carlo (MCMC)</i>	25
2.12	Analisis PHMM Menggunakan Bayesian	26
2.13	<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	28
2.14	Jenis Gempa Bumi	28
2.15	Pembagian Wilayah Gempa Bumi di Indonesia	29
2.16	Tinjauan Pustaka	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Sumber Data	34
3.2	Tahap Penyaringan Data	34
3.3	Tahap Pemodelan	35
3.3.1	Penentuan Parameter Input	35
3.3.2	Estimasi Parameter Analisis PHMM dengan Bayesian	35
3.3.3	Penentuan Model Terbaik	36
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN		
4.1	Deskripsi Data	37
4.2	Uji Distribusi	38
4.3	Pengecekan Overdispersi Data	39
4.4	Pemodelan Menggunakan <i>Poisson Hidden Markov Model (PHMM)</i>	41
4.5	Algoritma Bayesian dengan Metode Estimasi <i>Mean Absolute Estimate</i>	42
4.5.1	<i>Two-State</i>	42
4.5.2	<i>Three-State</i>	45
4.5.3	<i>Four-State</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

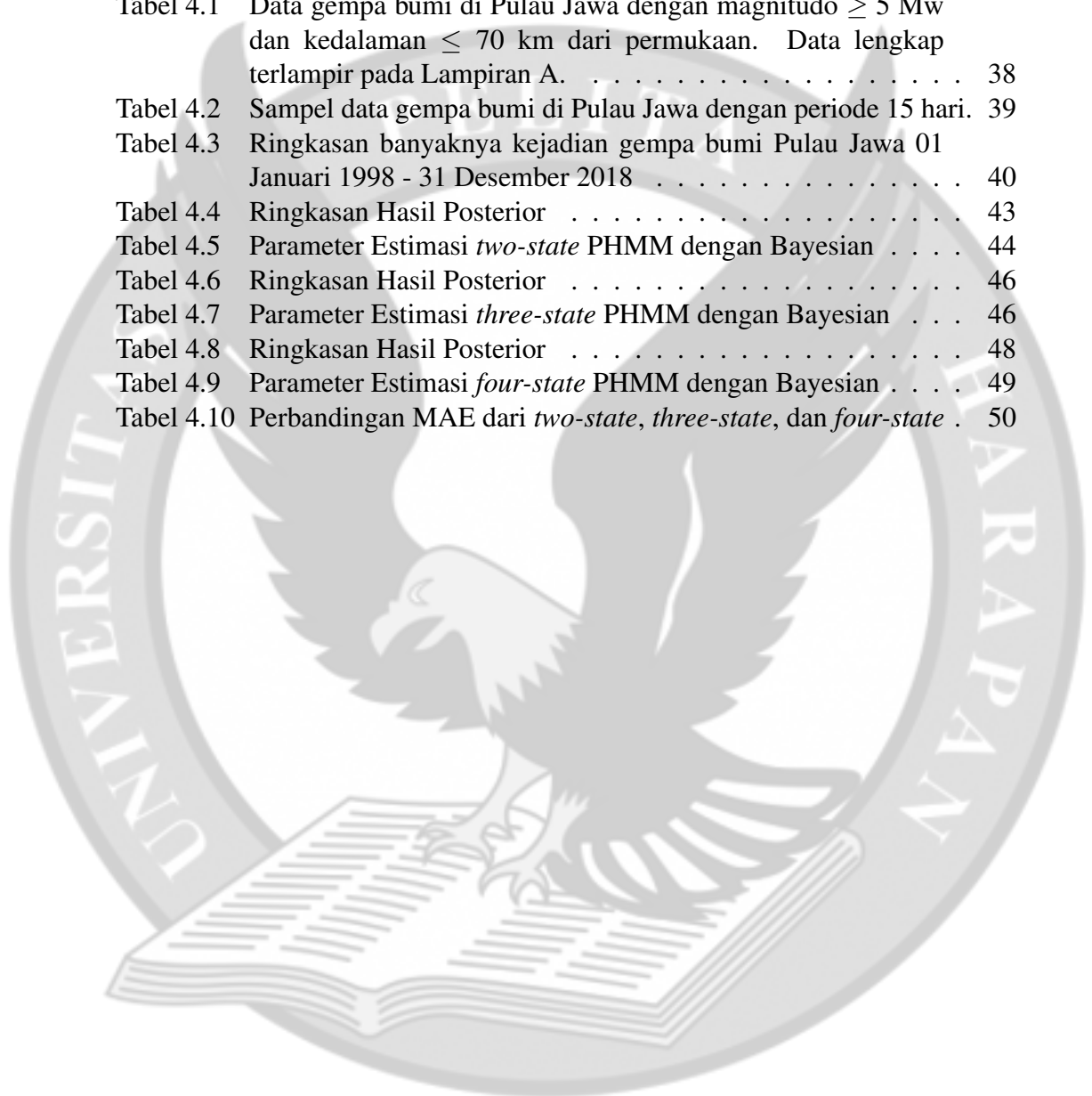
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

		halaman
Gambar 1.1	Distribusi gempa bumi Indonesia tahun 1976-2004 berdasarkan kedalaman dangkal, menengah, dan dalam . . .	1
Gambar 1.2	Gempa di Indonesia hasil relokasi hingga 2016 dari Katalog PuSGeN, 2016	3
Gambar 2.1	Grafik Dasar HMM	16
Gambar 2.2	Grafik HMM	17
Gambar 2.3	Peluang Ghea belajar jika Rabu jendela terbuka dan Kamis jendela tertutup	19
Gambar 2.4	Peluang Ghea belajar jika Rabu jendela tertutup dan Kamis jendela terbuka	19
Gambar 2.5	Peluang Ghea belajar jika Rabu jendela terbuka dan Kamis jendela terbuka	20
Gambar 2.6	Peluang Ghea belajar jika Rabu jendela tertutup dan Kamis jendela tertutup	20
Gambar 2.7	Jalur keadaan HMM tidak diketahui	22
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian Model Gempa Bumi	33
Gambar 4.1	Peta sebaran gempa bumi di Pulau Jawa dengan magnitudo ≥ 5 Mw tahun 1998 - 2018	37
Gambar 4.2	fitting dengan distribusi menggunakan program Easyfit . . .	38
Gambar 4.3	Grafik <i>fitting</i> dengan distribusi Poisson	39
Gambar 4.4	Gempa bumi Pulau Jawa dengan periode waktu 15 hari. . .	41
Gambar 4.5	<i>Trace plot</i> untuk parameter estimasi <i>two-state</i> PHMM dengan Bayesian	43
Gambar 4.6	<i>Trace plot</i> untuk parameter estimasi <i>three-state</i> PHMM dengan Bayesian	45
Gambar 4.7	<i>Trace plot</i> untuk parameter estimasi <i>four-state</i> PHMM dengan Bayesian	47

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1.1 Data Gempa Bumi Dunia Tahun 1998 – 2018.	2
Tabel 2.1 Daftar Pustaka Skripsi.	32
Tabel 3.1 Data gempa bumi di Pulau Jawa.	34
Tabel 3.2 Data gempa bumi di Pulau Jawa dengan magnitudo ≥ 5 Mw dan kedalaman ≤ 70 km.	34
Tabel 4.1 Data gempa bumi di Pulau Jawa dengan magnitudo ≥ 5 Mw dan kedalaman ≤ 70 km dari permukaan. Data lengkap terlampir pada Lampiran A.	38
Tabel 4.2 Sampel data gempa bumi di Pulau Jawa dengan periode 15 hari.	39
Tabel 4.3 Ringkasan banyaknya kejadian gempa bumi Pulau Jawa 01 Januari 1998 - 31 Desember 2018	40
Tabel 4.4 Ringkasan Hasil Posterior	43
Tabel 4.5 Parameter Estimasi <i>two-state</i> PHMM dengan Bayesian	44
Tabel 4.6 Ringkasan Hasil Posterior	46
Tabel 4.7 Parameter Estimasi <i>three-state</i> PHMM dengan Bayesian	46
Tabel 4.8 Ringkasan Hasil Posterior	48
Tabel 4.9 Parameter Estimasi <i>four-state</i> PHMM dengan Bayesian	49
Tabel 4.10 Perbandingan MAE dari <i>two-state</i> , <i>three-state</i> , dan <i>four-state</i>	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Gempa Bumi di Pulau Jawa (Sumber USGS)	A-1
Lampiran B	Tabel Periode Waktu 15 Hari	B-1
Lampiran C	<i>Coding</i> Gibbs Sampler dengan menggunakan Bayesian	C-1

