UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemetaan Resiliensi Wilayah terhadap Risiko Gempa Bumi di Indonesia Berdasarkan Model Hybrid Extreme
Value Theory dan Copula**
Thalya Ayunda Salsabela, Prof. Dr. Drs. Gunardi., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**
HALAMAN PENGESAHAN . . . . . **ii**
HALAMAN PERNYATAAN . . . . . **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . . **iv**
HALAMAN MOTTO . . . . . **v**
PRAKATA . . . . . **vi**
DAFTAR ISI . . . . . **ix**
DAFTAR TABEL . . . . . **xiii**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xiv**
DAFTAR LAMBANG . . . . . **xv**
INTISARI . . . . . **xvi**
ABSTRACT . . . . . **xvii**
I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Perumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 6
1.6 Tinjauan Pustaka 7
1.7 Metode Penelitian 11
1.8 Sistematika Penulisan 12
II DASAR TEORI **14**
2.1 Konsep Dasar Seismologi 15
2.1.1 Gempa Bumi 15
2.1.2 Hukum Gutenberg–Richter 17
2.2 Konsep Pendukung 19
2.2.1 Peubah Acak 19
2.2.2 Distribusi 20
2.2.3 Konvergensi dalam Distribusi 22
2.2.4 Fungsi Kuantil 23
2.2.5 *Domain of Attraction* 23
2.3 *Extreme Value Theory* 24
2.3.1 Teorema Fisher–Tippett–Gnedenko 25

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pemetaan Resiliensi Wilayah terhadap Risiko Gempa Bumi di Indonesia Berdasarkan Model Hybrid Extreme Value Theory dan Copula
Thalya Ayunda Salsabela, Prof. Dr. Drs. Gunardi., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4 Metode Ekstraksi Nilai Ekstrem 27
2.4.1 Metode *Block Maxima* 28
2.4.2 Metode *Peaks Over Thresholds* 32
2.5 *Return Level* 34
2.6 Estimasi Parameter 35
2.6.1 *Probability Weighted Moments* (PWM) 35
2.6.2 *L-Moments* 36
2.6.3 Hubungan PWM dan *L-Moments* 38
2.7 Uji Kesesuaian Distribusi 39
2.8 Teori Copula 41
2.8.1 Definisi Copula 41
2.8.2 Teorema Sklar 43
2.8.3 Densitas Copula 44
2.8.4 Batas Fréchet–Hoeffding 45
2.8.5 Famili Copula Archimedean 47
2.8.6 Famili Copula Eliptis 49
2.8.7 Ukuran Dependensi Nonparametrik 50
2.8.8 Koefisien *Tail Dependence* 53
2.8.9 Estimasi Parameter Copula 54
2.8.10 Kriteria Seleksi Model 55
2.9 Metode Simulasi 56
2.9.1 Simulasi Monte Carlo 56
2.9.2 Metode *Bootstrap* 57
2.10 Indeks Resiliensi Bencana 58
2.11 Keterkaitan Kajian Teori dengan Bab III 59
III MODEL *HYBRID EXTREME VALUE THEORY*-COPULA UNTUK PEMETAAN RESILIENSI WILAYAH 62
3.1 Data dan Variabel Penelitian 62
3.2 Asumsi Dasar Model *Hybrid Extreme Value Theory*-Copula 63
3.3 Model *Extreme Value Theory* 65
3.3.1 Justifikasi Pemilihan Metode EVT 65
3.3.2 Derivasi Hubungan *L-Moments* dengan Parameter GEV . . 67
3.3.3 Estimasi Parameter Tiap Provinsi 69
3.3.4 Uji Kesesuaian Distribusi Tiap Provinsi 69
3.3.5 *Return Level* 50-Tahunan 70
3.4 Model Copula 71

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pemetaan Resiliensi Wilayah terhadap Risiko Gempa Bumi di Indonesia Berdasarkan Model Hybrid Extreme Value Theory dan Copula
Thalya Ayunda Salsabela, Prof. Dr. Drs. Gunardi., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4.1 Transformasi ke Skala Seragam . . . 71
3.4.2 Estimasi Parameter Empat Famili Copula . . . 71
3.4.3 Seleksi Model Copula Terbaik . . . 72
3.5 Konstruksi Model Indeks Resiliensi Wilayah . . . 72
3.5.1 Probabilitas Eksedensi Bersama (*Joint Exceedance Probability*) . . . 73
3.5.2 Definisi Indeks Resiliensi . . . 74
3.6 Prosedur Validasi Model . . . 77
3.6.1 Validasi Simulasi Monte Carlo . . . 77
3.6.2 Interval Kepercayaan *Bootstrap* . . . 77
3.7 Diagram Alir Penelitian . . . 78
IV HASIL DAN PEMBAHASAN . . . 80
4.1 Statistik Deskriptif . . . 80
4.1.1 Gempa Bumi . . . 80
4.1.2 Indeks Risiko Bencana Indonesia . . . 86
4.2 Pemodelan *Extreme Value Theory* . . . 88
4.2.1 Ekstraksi *Block Maxima* Tahunan . . . 88
4.2.2 Estimasi Parameter *Generalized Extreme Value* . . . 91
4.2.3 Verifikasi Klasifikasi *Domain of Attraction* . . . 96
4.2.4 Pengujian Kesesuaian Distribusi *Generalized Extreme Value* 97
4.2.5 Perhitungan *Return Level* 50 Tahun . . . 103
4.3 Pemodelan Copula . . . 106
4.3.1 Estimasi Parameter Copula . . . 106
4.3.2 Seleksi Model Copula . . . 110
4.3.3 Verifikasi Nilai τ Teoritis dengan τ Empiris . . . 111
4.4 Perhitungan Indeks Resiliensi Wilayah . . . 113
4.4.1 Perhitungan Nilai Indeks Resiliensi Per Provinsi . . . 113
4.4.2 Verifikasi Numerik Batas Fréchet–Hoeffding . . . 117
4.5 Hasil Validasi Indeks Resiliensi . . . 118
4.5.1 Validasi Simulasi Monte Carlo . . . 118
4.5.2 Interval Kepercayaan *Bootstrap* . . . 120
4.6 Interpretasi Indeks Resiliensi Wilayah . . . 122
4.7 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu . . . 125
V KESIMPULAN . . . 127
5.1 Kesimpulan . . . 127
5.2 Saran . . . 132

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemetaan Resiliensi Wilayah terhadap Risiko Gempa Bumi di Indonesia Berdasarkan Model Hybrid Extreme Value Theory dan Copula
Thalya Ayunda Salsabela, Prof. Dr. Drs. Gunardi., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA 134
A Kode Program 140
B Pembuktian Matematis 159
2.1 Bukti Lema Konvergensi Tipe (Khinchin) 159
2.2 Bukti Teorema Fisher-Tippett-Gnedenko 161
2.3 Bukti Teorema Pickands-Balkema-de Haan 165