UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Dependensi Risiko Penyakit Diabetes Melitus dan Kardiovaskular pada Program Jaminan Kesehatan Nasional dengan Copula Elliptical dan Archimedean
Ahnafi Syahri Giovanni Feistyano, Danang Teguh Qoyyimi, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**
HALAMAN PERNYATAAN . . . . . **ii**
HALAMAN PERNYATAAN . . . . . **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . . **iv**
PRAKATA . . . . . **v**
DAFTAR ISI . . . . . **vii**
DAFTAR TABEL . . . . . **xi**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xii**
DAFTAR LAMBANG . . . . . **xiii**
INTISARI . . . . . **xv**
ABSTRACT . . . . . **xvi**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang dan Perumusan Masalah 1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian 4
1.3. Tinjauan Pustaka 5
1.4. Metodologi Penelitian 7
1.5. Sistematika Penulisan 10
II DASAR TEORI **12**
2.1. Variabel Acak 12
2.2. Variabel Acak Kontinu 13
2.3. Distribusi Probabilitas Kontinu 17
2.3.1. Distribusi Seragam 18
2.3.2. Distribusi Lognormal 19
2.3.3. Distribusi Weibull 20
2.3.4. Distribusi Gamma 20
2.3.5. Distribusi Burr XII 22
2.3.6. Distribusi Log-Logistic 23
2.4. Variabel Acak Bivariat Kontinu 24
2.4.1. Distribusi Marginal 27
2.4.2. Independensi Variabel Acak 28
2.4.3. Ekspektasi Bersama 28
2.4.4. Kovariansi 30
2.4.5. Variansi Penjumlahan Variabel Acak 31

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Dependensi Risiko Penyakit Diabetes Melitus dan Kardiovaskular pada Program Jaminan Kesehatan Nasional dengan Copula Elliptical dan Archimedean
Ahnafi Syahri Giovanni Feistyano, Danang Teguh Qoyyimi, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.5. Estimasi Maksimum Likelihood 32
2.6. Transformasi ke Skala Seragam 34
2.6.1. *Probability Integral Transform* 34
2.6.2. *Rank* 36
2.6.3. *Pseudo-observations* 37
2.7. Dependensi 38
2.7.1. Independensi dan Dependensi 38
2.7.2. *Concordance* 39
2.7.3. *Kendall's Tau* 40
2.7.4. *Spearman's Rho* 41
2.8. *Copula* 43
2.8.1. Sifat Dasar *Copula* 44
2.8.2. Batas Fréchet–Hoeffding 46
2.8.3. Teorema Sklar 48
2.8.4. *Copula Density* 53
2.8.5. *Tail Dependence* 54
2.9. *Copula* Archimedean 55
2.9.1. *Generator* 55
2.9.2. *Copula* Clayton 63
2.9.3. *Copula* Gumbel–Hougaard 65
2.9.4. *Copula* Frank 66
2.10. *Copula* Elliptical 68
2.10.1. *Copula* Gaussian 69
2.10.2. *Copula* Student-t 71
2.11. Estimasi Parameter *Copula* 76
2.11.1. *Inference Functions for Margins* 77
2.11.2. *Maximum Pseudo-Likelihood* 78
2.12. Uji Hipotesis 79
2.12.1. Daerah Penolakan dan Tingkat Signifikansi 80
2.12.2. Kesalahan Tipe II dan *Power* 81
2.12.3. *P-Value* 81
2.13. *Goodness-of-Fit* 83
2.13.1. *Cramér–von Mises* 84
2.13.2. *Kolmogorov–Smirnov* 85
2.14. Kriteria Pemilihan Model 86
2.14.1. *Akaike Information Criterion* 86

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Dependensi Risiko Penyakit Diabetes Melitus dan Kardiovaskular pada Program Jaminan Kesehatan Nasional dengan Copula Elliptical dan Archimedean
Ahnafi Syahri Giovanni Feistyano, Danang Teguh Qoyyimi, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.14.2. *Bayesian Information Criterion* 87
2.15. Kovariansi Berdasarkan *Copula* 88
2.15.1. Penurunan Kovariansi melalui Fungsi Kepadatan *Copula* . . 89
2.16. Risiko Agregat 90
2.16.1. Variansi 91
2.16.2. Simulasi Monte Carlo untuk Risiko Agregat 93
2.16.3. *Value-at-Risk* 95
2.16.4. *Conditional Tail Expectation* 98
III PEMODELAN DEPENDENSI RISIKO DENGAN *COPULA* ELLIPTICAL DAN ARCHIMEDEAN 101
3.1. Kerangka Pemodelan dan Pembentukan Variabel Klaim 101
3.1.1. Pembentukan Besar Klaim pada Tingkat Peserta 102
3.1.2. Domain Analisis 102
3.2. Pemodelan Distribusi Marginal Besar Klaim 103
3.3. Transformasi Observasi ke Skala Seragam 106
3.3.1. Transformasi Parametrik dengan PIT 106
3.3.2. Transformasi Semiparametrik Berbasis *Rank* 106
3.4. Identifikasi Dependensi Empiris 107
3.5. Estimasi, Evaluasi, dan Pemilihan Model *Copula* 109
3.5.1. Pendekatan Parametrik dengan IFM 110
3.5.2. Pendekatan Semiparametrik dengan MPL 110
3.6. Evaluasi dan Pemilihan Model *Copula* 111
3.6.1. *Goodness-of-Fit* 111
3.6.2. Penentuan Model *Copula* Terpilih 112
3.7. Perbandingan Risiko Agregat dengan Dependensi dan Asumsi Independen 113
3.7.1. Variansi 113
3.7.2. *Value-at-Risk* 114
3.7.3. *Conditional Tail Expectation* 115
3.7.4. Evaluasi Ketidakpastian Hasil Simulasi 116
IV STUDI KASUS 117
4.1. Deskripsi Data dan Pembentukan Sampel Analisis 117
4.1.1. Prapemrosesan dan Alokasi Biaya Kunjungan 120
4.1.2. Pembentukan Besar Klaim dan Sampel Analisis 123
4.1.3. Statistik Deskriptif 126
4.2. Pemodelan Distribusi Marginal Besar Klaim 128

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Dependensi Risiko Penyakit Diabetes Melitus dan Kardiovaskular pada Program Jaminan Kesehatan Nasional dengan Copula Elliptical dan Archimedean
Ahnafi Syahri Giovanni Feistyano, Danang Teguh Qoyyimi, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2.1. Distribusi Marginal Besar Klaim Penyakit Kardiovaskular . 129
4.2.2. Distribusi Marginal Besar Klaim Diabetes Melitus 131
4.3. Transformasi ke Skala Seragam 133
4.3.1. Transformasi Parametrik dengan PIT 133
4.3.2. Transformasi Semiparametrik dengan Rank 135
4.4. Analisis Dependensi Empiris 137
4.5. Estimasi, Evaluasi, dan Pemilihan Model *Copula* 138
4.5.1. Pendekatan Parametrik dengan IFM 139
4.5.2. Pendekatan Semiparametrik dengan MPL 141
4.5.3. Model *Copula* Terpilih 143
4.6. Perbandingan Risiko dengan Dependensi dan Asumsi Independen . 146
4.6.1. Variansi Klaim Agregat 147
4.6.2. *Value-at-Risk* 148
4.6.3. *Conditional Tail Expectation* 150
4.6.4. Evaluasi Ketidakpastian Hasil Simulasi 151
4.6.5. Implikasi Aktuaria terhadap Pengelolaan Risiko Klaim pada Program JKN 153
V PENUTUP 156
5.1. Kesimpulan 156
5.2. Saran 158
DAFTAR PUSTAKA 160
A KODE PROGRAM R 164