

DAFTAR ISI

| | |
|---|---------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| HALAMAN MOTTO | v |
| PRAKATA | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMBANG | xvii |
| INTISARI | .xviii |
| ABSTRACT | xix |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.3. Tinjauan Pustaka | 4 |
| 1.4. Metodologi Penelitian | 6 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | 7 |
| II DASAR TEORI | 9 |
| 2.1. Probabilitas | 9 |
| 2.2. Variabel Random | 10 |
| 2.2.1. Variabel Random Diskrit | 10 |
| 2.2.2. Variabel Random Kontinu | 11 |
| 2.3. <i>Joint Distribution</i> | 11 |
| 2.3.1. Distribusi Bersama Diskrit | 11 |
| 2.3.2. Distribusi Bersama Kontinu | 12 |
| 2.4. Variabel Random Independen | 13 |
| 2.5. Harga harapan, Variansi dan Kovariansi | 13 |
| 2.5.1. Harga Harapan | 13 |
| 2.5.2. Variansi | 15 |
| 2.5.3. Kovariansi | 16 |
| 2.6. Distribusi Gaussian | 18 |
| 2.7. <i>Maximum Likelihood Estimation</i> | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8. Algoritma <i>Expectation-Maximization (EM-Algorithm)</i> | 22 |
| 2.9. Metode <i>K-Means</i> | 23 |
| 2.10. Pertidaksamaan Jensen (<i>Jensen's Inequality</i>) | 24 |
| 2.11. <i>Lagrange Multiplier</i> | 26 |
| 2.12. Simulasi Monte-Carlo | 27 |
| 2.13. Prediksi Error | 28 |
| 2.14. <i>International Financial Reporting Standards 17</i> | 29 |
| 2.15. <i>Building Blocks Approach</i> dalam Konteks IFRS 17 | 30 |
| 2.16. Nilai Sekarang (<i>Present Value</i>) | 31 |
| III PEMODELAN KLAIM ASURANSI DENGAN GAUSSIAN MIXTURE MODEL DAN IMPLEMENTASINYA DALAM IFRS 17 | 33 |
| 3.1. <i>Finite Mixture Model</i> | 33 |
| 3.2. <i>Gaussian Finite Mixture Model (GMM)</i> | 35 |
| 3.3. Estimasi Parameter <i>Gaussian Mixture Model</i> dengan menggunakan <i>EM Algorithm</i> | 36 |
| 3.4. Kriteria Pemilihan Model Terbaik dan Jumlah Komponen Optimal | 45 |
| 3.4.1. <i>Bayesian Information Criterion (BIC)</i> | 45 |
| 3.4.2. <i>Integrated Complete-data Likelihood Criterion (ICL)</i> | 46 |
| 3.4.3. <i>Likelihood Ratio Test (LRT)</i> | 46 |
| 3.5. Simulasi Monte-Carlo untuk Menghasilkan Sampel Acak Model Multivariat Normal dan GMM | 48 |
| 3.6. Estimasi <i>Best Estimate Liability</i> | 52 |
| 3.7. Estimasi <i>Risk Adjustment</i> Berdasarkan IFRS 17 | 55 |
| 3.7.1. <i>Risk Adjustment</i> Berdasarkan IFRS 17 | 55 |
| 3.7.2. Estimasi <i>Risk Adjustment</i> dengan <i>Value-at-Risk (VaR)</i> | 57 |
| 3.7.3. Estimasi <i>Risk Adjustment</i> dengan <i>Tailed Value at Risk (TVaR)</i> | 57 |
| 3.7.4. Estimasi <i>Risk Adjustment</i> dengan <i>Proportional Hazard Transform (PHT)</i> | 59 |
| 3.7.5. Perbedaan dari Metode Estimasi untuk <i>Risk Adjustment</i> | 61 |
| IV STUDI KASUS | 64 |
| 4.1. Deskripsi Data | 64 |
| 4.2. Data COB : <i>Engineering</i> | 68 |
| 4.2.1. Model Multivariat Normal - COB | 69 |
| 4.2.1.1. Estimasi Parameter dengan MLE | 70 |
| 4.2.1.2. Menghitung Ekspektasi Bersyarat dengan Simulasi Monte-Carlo | 71 |
| 4.2.1.3. Perhitungan <i>Best Estimate Liability</i> | 73 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 4.2.1.4. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Value-at-Risk</i> (VaR) | 75 |
| 4.2.1.5. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Tailed Value-at-Risk</i> (TVaR) | 77 |
| 4.2.1.6. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Proportional Hazard Transform</i> (PHT) | 78 |
| 4.2.2. | <i>Gaussian Mixture Model</i> (GMM) - COB | 78 |
| 4.2.2.1. | Pemilihan Jumlah Komponen Optimal pada GMM | 79 |
| 4.2.2.2. | Estimasi Parameter dengan MLE via <i>EM Algorithm</i> | 80 |
| 4.2.2.3. | Menghitung Ekspektasi Bersyarat dengan Simulasi Monte-Carlo | 81 |
| 4.2.2.4. | Perhitungan <i>Best Estimate Liability</i> | 83 |
| 4.2.2.5. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Value-at-Risk</i> (VaR) | 84 |
| 4.2.2.6. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Tailed Value-at-Risk</i> (TVaR) | 86 |
| 4.2.2.7. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Proportional Hazard Transform</i> (PHT) | 87 |
| 4.2.3. | Perbandingan Multivariat Normal dan <i>Gaussian Mixture Model</i> (GMM) | 87 |
| 4.2.3.1. | Ekspektasi Bersyarat | 88 |
| 4.2.3.2. | <i>Best Estimate Liability</i> | 91 |
| 4.2.3.3. | <i>Risk Adjustment</i> dan LIC | 92 |
| 4.3. | Data Produk : <i>Contractor's Plant and Machinery Insurance</i> | 94 |
| 4.3.1. | Model Multivariat Normal | 95 |
| 4.3.1.1. | Estimasi Parameter dengan MLE | 95 |
| 4.3.1.2. | Menghitung Ekspektasi Bersyarat dengan Simulasi Monte-Carlo | 96 |
| 4.3.1.3. | Perhitungan <i>Best Estimate Liability</i> | 98 |
| 4.3.1.4. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Value-at-Risk</i> (VaR) | 101 |
| 4.3.1.5. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Tailed Value-at-Risk</i> (TVaR) | 102 |
| 4.3.1.6. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Proportional Hazard Transform</i> (PHT) | 103 |
| 4.3.2. | <i>Gaussian Mixture Model</i> (GMM) | 104 |
| 4.3.2.1. | Pemilihan Jumlah Komponen Optimal pada GMM | 104 |
| 4.3.2.2. | Estimasi Parameter dengan MLE via <i>EM Algorithm</i> | 105 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.3.2.3. | Menghitung Ekspektasi Bersyarat dengan Simulasi Monte-Carlo | 106 |
| 4.3.2.4. | Perhitungan <i>Best Estimate Liability</i> | 108 |
| 4.3.2.5. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Value-at-Risk</i> (VaR) | 110 |
| 4.3.2.6. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Tailed Value-at-Risk</i> (TVaR) | 111 |
| 4.3.2.7. | Perhitungan <i>Risk Adjustment</i> menggunakan <i>Proportional Hazard Transform</i> (PHT) | 112 |
| 4.3.3. | Perbandingan Multivariat Normal dan <i>Gaussian Mixture Model</i> (GMM) | 112 |
| 4.3.3.1. | Ekspektasi Bersyarat | 113 |
| 4.3.3.2. | <i>Best Estimate Liability</i> | 115 |
| 4.3.3.3. | <i>Risk Adjustment</i> dan LIC | 115 |
| V | PENUTUP | 118 |
| 5.1. | Kesimpulan | 118 |
| 5.2. | Saran | 120 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 121 |
| A | PROGRAM PYTHON | 123 |
| 1.1. | Lampiran <i>Syntax Python</i> Data COB : <i>Engineering</i> | 123 |
| 1.1.1. | <i>Gaussian Mixture Model</i> - COB | 123 |
| 1.1.2. | Model Multivariat Normal - COB | 145 |
| 1.2. | Lampiran <i>Syntax Python</i> Data Produk : <i>Contractor's Plant and Machinery Insurance</i> | 156 |
| 1.2.1. | <i>Gaussian Mixture Model</i> - Produk | 156 |
| 1.2.2. | Model Multivariat Normal - Produk | 169 |