

INTISARI

PROBABILITAS *RUIN* MODEL RISIKO WAKTU KONTINU DUA JENIS KLAIM DENGAN COPULA FGM DAN SOLUSI NUMERIK BERDASARKAN *EXTREME LEARNING MACHINE*

Oleh

SANDY SALOMO SARUAN

23/526223/PPA/06640

Teori ruin merupakan cabang fundamental ilmu aktuaria yang berfokus pada analisis matematis dari solvabilitas perusahaan asuransi. Studi ini secara spesifik mengkuantifikasi probabilitas bahwa proses surplus perusahaan akan mencapai nilai negatif, yang dikenal sebagai peristiwa *ruin*. Dalam tesis ini dikaji model risiko waktu kontinu dengan dua jenis klaim yang memasukkan struktur dependensi antara besar klaim dan waktu antar klaim melalui copula Farlie–Gumbel–Morgenstern (FGM), dimulai dengan konstruksi persamaan Lundberg dan penentuan akar-akar non-negatifnya. Selanjutnya, penulis menurunkan persamaan integro-differential untuk fungsi Gerber–Shiu dan memperoleh transformasi Laplace dari probabilitas *ruin*, serta menurunkan ekspresi eksplisit probabilitas *ruin* pada kasus ketika besar klaim berdistribusi eksponensial untuk menyelidiki pengaruh parameter dependensi dan karakteristik distribusi. Dilakukan serangkaian eksperimen numerik dengan variasi parameter copula FGM yang menunjukkan bahwa probabilitas *ruin* menurun seiring peningkatan surplus awal dan dipengaruhi oleh kekuatan dependensi. Lebih jauh, sebuah arsitektur *radial basis function neural network* (RBFNN) yang dibangun berdasarkan persamaan *integro-differential* dan diimplementasikan dengan algoritma *extreme learning machine* (ELM) digunakan untuk aproksimasi solusi numerik, di mana hasil-hasil numerik tersebut dibandingkan dengan solusi analitik untuk kasus eksponensial. Pada penerapan ke data klaim asuransi kendaraan, estimasi parameter menunjukkan bahwa besar klaim mengikuti distribusi gamma sehingga solusi analitik tidak tersedia, namun implementasi RBFNN–ELM memberikan aproksimasi probabilitas *ruin* yang konsisten dengan rasio *ruin* dari simulasi Monte-Carlo proses surplus.

ABSTRACT

RUIN PROBABILITY OF CONTINUOUS-TIME RISK MODEL TWO TYPES OF CLAIMS WITH FGM COPULA AND NUMERICAL SOLUTION BASED ON EXTREME LEARNING MACHINE

By

SANDY SALOMO SARUAN

23/526223/PPA/06640

Ruin theory is a fundamental branch of actuarial science that focuses on the mathematical analysis of an insurer's solvency. It specifically quantifies the probability that an insurer's surplus process will fall below zero, an event known as ruin. This thesis investigates a continuous-time risk model with two types of claims, incorporating dependence between claim sizes and inter-claim times through the Farlie–Gumbel–Morgenstern (FGM) copula, starting with the construction of a generalized Lundberg equation and the determination of its non-negative roots. Subsequently, the integro-differential equation for the Gerber–Shiu function is derived, and the Laplace transform of the ruin probability is obtained, along with an explicit expression for the ruin probability in the case of exponentially distributed claim sizes, in order to examine the effects of dependence parameters and distributional characteristics. A series of numerical experiments with varying FGM copula parameters show that the ruin probability decreases with increasing initial surplus and is influenced by the strength of dependence. Furthermore, a radial basis function neural network (RBFNN), constructed based on the integro-differential equation and implemented using the extreme learning machine (ELM) algorithm, is employed to approximate numerical solutions, with the numerical results compared against analytical solutions in the exponential case. For the application to motor insurance claim data, parameter estimation indicates that claim sizes follow a gamma distribution, for which no analytical solution is available. Nevertheless, the RBFNN–ELM implementation provides ruin probability approximations consistent with the ruin ratios obtained from surplus process Monte-Carlo simulations.