

INTISARI

Analisis *Hazard* Gempa Bumi untuk Perencanaan Pembiayaan Bencana: Pendekatan Distribusi Komposit Pareto di Zona Subduksi Jawa.

Oleh

Harindra Litsyachnaztyasia Berlian

21/473602/PA/20406

Peningkatan frekuensi dan dampak bencana alam telah mendorong kebutuhan mendesak akan sistem pembiayaan risiko yang andal, terutama di sektor asuransi dan reasuransi. Dalam konteks ini, pengembangan model bahaya gempa bumi menjadi sangat penting guna mendukung penetapan harga risiko, alokasi modal, dan mitigasi kerugian ekonomi. Namun, pendekatan distribusi tunggal seperti model *Gutenberg–Richter* atau *Generalized Pareto Distribution* (GPD) memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan keseluruhan spektrum magnitudo, khususnya untuk kejadian non-ekstrem yang tetap berdampak secara aktuarial. Penelitian ini mengusulkan pendekatan distribusi komposit Pareto, yang menggabungkan dua distribusi berbeda untuk menangkap perilaku data baik pada bagian utama (*body*) maupun ekor (*tail*), sehingga memberikan representasi statistik yang lebih menyeluruh. Pemodelan dilakukan secara tersegmentasi pada zona *megathrust* selatan Jawa, mencakup segmen Selat Sunda, Jawa Barat–Tengah, dan Jawa Timur. Delapan kombinasi distribusi komposit Pareto diuji, serta dua pendekatan tambahan—Gutenberg–Richter–GPD dan Kernel–GPD—digunakan sebagai pembandingan. Parameter model diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation*, kemudian dievaluasi dengan uji statistik dan kriteria informasi AIC dan BIC. Simulasi katalog gempa sintetis dilakukan melalui metode Monte Carlo dengan validasi menggunakan nilai b dari relasi Gutenberg–Richter. Hasil menunjukkan bahwa setiap segmen memiliki model terbaik yang berbeda, dan sebagian besar model menghasilkan nilai b yang tidak sepenuhnya konsisten dengan data historis. Selain itu, kebutuhan akan nilai *magnitude of completeness* masih muncul dalam simulasi, menunjukkan kemiripan pola dengan data observasi. Model distribusi komposit Pareto berhasil menangkap sifat ekor panjang dari data magnitudo dan memberikan pendekatan statistik yang lebih adaptif untuk menyusun katalog sintetis gempa. Pendekatan ini tidak hanya mengatasi keterbatasan model statis, tetapi juga menjembatani prinsip seismologi dan pendekatan statistik dalam pemodelan risiko kebencanaan berbasis aktuarial.

ABSTRACT

Assessing Earthquake Hazards for Disaster Financing Strategies: Applying Composite Pareto Distribution in the Java Subduction Zone

By

Harindra Litsyachnaztyasia Berlian

21/473602/PA/20406

The increasing frequency and severity of natural disasters have intensified the demand for reliable disaster risk financing systems, particularly in the insurance and reinsurance sectors. In this context, the development of accurate earthquake hazard models is crucial to support risk pricing, capital allocation, and economic loss mitigation. However, single-distribution approaches such as the Gutenberg–Richter model or the Generalized Pareto Distribution (GPD) are limited in capturing the full spectrum of earthquake magnitudes, especially for non-extreme events that still hold actuarial significance. This study proposes a Composite Pareto Distribution approach, which combines two different distributions to represent both the body and tail behavior of magnitude data, thus offering a more comprehensive statistical framework. The modeling is conducted by segmenting the southern Java megathrust zone into three segments, the Sunda Strait, Central–West Java, and East Java. Eight combinations of Composite Pareto Distributions are evaluated, along with two additional approaches—Gutenberg–Richter–GPD and Kernel–GPD—for comparison. Parameters are estimated using the Maximum Likelihood Estimation method and assessed using statistical goodness-of-fit tests and information criteria (AIC and BIC). Synthetic earthquake catalogs are simulated via Monte Carlo methods and validated through b -value analysis from the Gutenberg–Richter relationship. Results show that each segment has a different best-fitting model, and most models produce b -values that are not entirely consistent with historical data. Moreover, the magnitude of completeness remains evident in simulations, reflecting similarities with observational patterns. The Composite Pareto model successfully captures the heavy-tailed nature of earthquake magnitude data and offers a statistically adaptive approach for synthetic catalog generation. This framework addresses the limitations of static models and bridges seismological principles with statistical modeling for actuarial applications in catastrophe risk assessment.