

ABSTRACT

EARTHQUAKE INSURANCE MODEL USING SPATIO-TEMPORAL POINT PROCESS APPROACH

by
HASIH PRATIWI
07/259657/SPA/149

Indonesia which is located at the confluence of three tectonic plates causes earthquakes occur almost every year in Indonesia. Physical losses caused by earthquakes are death or casualties and damage to buildings and areas. Therefore, efforts to reduce the risk of earthquake are very necessary. Risk is the probability of occurrence of a dangerous event or natural disaster. Risk can also be defined as a condition of uncertainty, which in the event of an unexpected situation can cause a loss. Relating to risk or loss generated by earthquake it is of course does not get out of insurance world. Insurance as non-bank financial institution can give guarantee or protection as done by banking sector.

This research discusses an insurance model of earthquake using a spatio-temporal point process approach. A spatio-temporal point process can be expressed by conditional intensity function $\lambda(t, x, y)$ which represents the expected number of events at time t and location (x, y) , if given observations up to time t . In general, $\lambda(t, x, y)$ does not only depend on t, x, y , but also the time and location of the previous events. The purposes of this study are (1) to construct a procedure to identify mainshocks, (2) to develop a spatio-temporal point process model corresponding to earthquake events, (3) to construct an earthquake risk map in Java Island, and (4) to construct an earthquake insurance model in Java Island.

We use earthquakes data from U.S. Geological Survey which consists of time of occurrence, longitude, latitude, magnitude, depth, and catalogue source. The time span of this research is from January 1st, 1973, to December 31st, 2010. The time of occurrence data is in year-month-day-minute-second format so we have to convert it in day and then we construct an algorithm to identify mainshocks in an earthquake sequence. This algorithm is based on location and occurrence time of earthquakes, and is applied for magnitude greater or equal to 5 with shallow depth. This algorithm can be represented as a branching process with the distribution of the number of aftershocks triggered by a mainshock, ζ , as a power of ζ . By considering time and space clustering effects we use an extension of epidemic type aftershock sequence model represented with its conditional intensity function. If the conditional intensity function has at least third derivatives with respect to its parameters then the estimator is consistent, asymptotically normal distributed and efficient. Zonation map of earthquake generated in this research is different from the zonation map SNI 2010 issued by Indonesian Ministry of Public Works. The difference lies on the distribution of earthquake zone, especially in regencies and cities with high risk. Based on the spatio-temporal point process, the existing method for calculating earthquake premium rate is modified to obtain the more detail result. The premium rates for high and medium intensities obtained from this research are significantly greater than the premium rates issued by PT Reasuransi Maipark Indonesia. Availability and completeness of data extremely establish the accuracy of the calculation of earthquake insurance premium rate in each regency or city. This method is a new alternative way in calculating earthquake insurance premium in Indonesia.

Keywords: point process, mainshock, spatio-temporal point process, intensity function, epidemic type aftershock sequence model, damage probability matrix.

INTISARI

MODEL ASURANSI GEMPA MENGGUNAKAN PENDEKATAN PROSES TITIK SPATIO-TEMPORAL

HASIH PRATIWI
07/259657/SPA/149

Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik menyebabkan gempa bumi terjadi hampir setiap tahun di Indonesia. Kerugian fisik yang disebabkan oleh gempa bumi adalah kematian atau korban jiwa dan kerusakan bangunan dan daerah. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi risiko gempa yang sangat diperlukan. Risiko adalah probabilitas terjadinya peristiwa yang berbahaya atau bencana alam. Risiko juga dapat didefinisikan sebagai kondisi ketidakpastian, yang dalam hal situasi yang tak terduga dapat menyebabkan kerugian. Berkaitan risiko atau kerugian yang dihasilkan oleh gempa tentunya tidak dapat lepas dari asuransi. Asuransi sebagai lembaga keuangan non-bank dapat memberikan jaminan atau perlindungan sebagaimana dilakukan oleh sektor perbankan.

Penelitian ini membahas model asuransi gempa menggunakan pendekatan proses titik spatio-temporal. Proses titik spatio-temporal dapat dinyatakan dengan fungsi intensitas bersyarat $\lambda(t, x, y)$ yang merupakan nilai harapan dari banyaknya kejadian pada waktu t dan lokasi (x, y) , jika diberikan pengamatan sampai waktu t . Secara umum, $\lambda(t, x, y)$ tidak hanya tergantung pada t , x , dan y tetapi juga waktu dan lokasi peristiwa sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menentukan prosedur untuk mengidentifikasi mainshocks, (2) mengembangkan model proses titik spatio-temporal yang sesuai dengan gempa, (3) mengkonstruksi peta risiko gempa di Pulau Jawa, dan (4) menentukan model asuransi gempa bumi di Pulau Jawa.

Penelitian ini menggunakan data gempa dari U.S. Geological Survey yang terdiri dari waktu kejadian, bujur, lintang, magnitude, kedalaman, dan katalog. Data yang diambil mulai dari tanggal 1 Januari 1973 sampai dengan 31 Desember 2010. Karena waktu kejadian gempa dalam format tahun-bulan-hari-menit-detik maka harus diubah dalam satuan hari, dan kemudian disusun sebuah algoritma untuk mengidentifikasi gempa utama dalam suatu barisan data gempa. Algoritma ini didasarkan pada lokasi dan waktu terjadinya gempa bumi, dan diterapkan untuk magnitude lebih besar atau sama dengan 5 dengan kedalaman dangkal. Algoritma ini dapat direpresentasikan sebagai proses percabangan dengan distribusi banyaknya gempa susulan yang dipicu oleh gempa utama, ζ , merupakan pangkat dari ζ . Dengan mempertimbangkan efek pengelompokan ruang dan waktu, digunakan suatu model yang merupakan pengembangan dari model barisan gempa susulan jenis epidemik. Model ini diwakili dengan fungsi intensitas bersyarat. Jika fungsi intensitas bersyarat memiliki sedikitnya turunan ketiga terhadap parameter-parameternya maka estimatornya bersifat konsisten, berdistribusi normal asimtotik, dan efisien. Peta zona gempa yang dihasilkan dalam penelitian ini berbeda dengan peta zona gempa SNI 2010 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Indonesia. Perbedaannya terletak pada distribusi zona gempa, khususnya di beberapa kabupaten dan kota dengan risiko gempa yang tinggi. Berdasarkan proses titik spatio-temporal, metode perhitungan tarif premi asuransi gempa yang sudah ada dimodifikasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Tarif premi untuk kabupaten/kota dengan intensitas tinggi dan intensitas sedang yang diperoleh dari penelitian ini secara signifikan lebih besar daripada



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Earthquake Insurance Model Using Spatio-Temporal Point Process Approach

HASIH PRATIWI, Prof. Drs. Subanar, Ph.D.; Drs. Danardono, MPH, Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

tarif premi yang dikeluarkan oleh PT Reasuransi Maipark Indonesia. Ketersediaan dan kelengkapan data sangat menentukan akurasi perhitungan premi asuransi di masing-masing kabupaten atau kota. Metode ini merupakan cara alternatif baru yang digunakan untuk menghitung premi asuransi gempa bumi di Indonesia.

Kata-kata kunci: proses titik, gempa utama, proses titik spatio-temporal, fungsi intensitas, model barisan gempa susulan jenis epidemik, matriks probabilitas kerusakan.