

Kesesuaian Distribusi Magnitude Gempa dengan Distribusi Teoritis Gempa dalam Perhitungan Premi Asuransi Gempa Bumi

Nadya Chaerunisa Apriani*, Sutawanir Darwis

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*nadyachaerunisa301@gmail.com, std.darwis@gmail.com

Abstract. Earthquake insurance is insurance that guarantees loss or damage to insured property and/or interests that are directly caused by an earthquake. The purpose of this study was to determine the suitability of the earthquake *magnitude distribution model* with the theoretical distribution using the *goodness of fit method*, as well as to know the calculation steps and the amount of earthquake insurance premiums for 3 regions in West Java. The method used in this research is *goodness of fit* (GOF) based on empirical distribution function with five types of test statistics, and the following method is used *probabilistic seismic hazard analysis* (PSHA). The data used in this study is secondary data in the form of historical data on earthquake events in the 3 research areas for 10 years, 2013-2022. The results of this study are that the model on the distribution of earthquake *magnitudes* is in accordance with the theoretical distribution, namely the exponential distribution, as well as the model for the distribution of earthquake hypocenter distances which is in accordance with the theoretical distribution that has been determined. As well as Obtained the total amount of insurance premiums for Garut Regency is Rp. 206,610, - for a house that has a total tax object of Rp. 14,681,468, - for Tasikmalaya Regency is Rp. 274,630, - for a house that has a total tax object of Rp. 15,121,366, - and for Sukabumi Regency it is Rp. 228,610, - for a house that has a total tax object of Rp. 14,969,526, - the total premium is the amount of money that must be paid by the insured to the insurance company every month.

Keywords: *Earthquake insurance, Goodness of Fit, Probabilistic Seismic Hazard Analysis.*

Abstrak. Asuransi gempa bumi adalah asuransi yang menjamin kerugian atau kerusakan harta benda dan/atau kepentingan yang dipertanggungjawabkan yang secara langsung disebabkan oleh gempa bumi. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui kesesuaian model distribusi *magnitude* gempa dengan distribusi teoritisnya menggunakan metode *goodness of fit*, dan mengetahui langkah perhitungan dan besarnya premi asuransi gempa bumi untuk 3 wilayah di Jawa Barat. Metode yang digunakan yaitu *goodness of fit* (GOF) berdasarkan distribusi fungsi empiris dengan lima jenis statistik uji, dan *probabilistic seismic hazard analysis* (PSHA). Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder berupa data historis kejadian gempa bumi di 3 wilayah penelitian selama 10 tahun yaitu 2013-2022. Hasil dari penelitian ini adalah model pada distribusi *magnitude* gempa sudah sesuai dengan distribusi teoritisnya yaitu distribusi eksponensial, begitu juga untuk model distribusi jarak hiposenter gempa yang sudah sesuai dengan distribusi teoritisnya yang sudah ditentukan. Serta Diperoleh besarnya total premi asuransi untuk Kabupaten Garut adalah sebesar Rp. 206.610,- untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 14.681.468,- untuk Kabupaten Tasikmalaya adalah sebesar Rp. 274.630,- untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 15.121.366,- dan untuk Kabupaten Sukabumi adalah sebesar Rp. 228.610,- untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 14.969.526,- total premi tersebut adalah sejumlah uang yang harus dibayar pihak tertanggung kepada pihak perusahaan asuransi setiap bulannya.

Kata Kunci: *Asuransi Gempa, Goodness Of Fit, Probabilistic Seismic Hazard Analysis.*

A. Pendahuluan

Gempa bumi merupakan bencana alam yang terjadi akibat adanya getaran dan guncangan di bawah permukaan bumi. Getaran tersebut dapat terjadi karena adanya tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif, aktivitas gunung berapi, atau runtuhnya bebatuan. Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang relatif sering terjadi di Indonesia. Karena secara geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Benua Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia (5).

Posisi Indonesia yang diapit oleh lempeng-lempeng tektonik menjadikan negara ini rawan terhadap berbagai bencana, salah satunya yaitu gempa bumi. Data menunjukkan bahwa Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi di dunia, lebih dari sepuluh kali lipat tingkat kegempaan di Amerika Serikat dan Indonesia berada di urutan nomor 2 setelah Jepang menjadi negara yang paling rawan terjadi bencana alam gempa bumi (1).

Diantara provinsi yang ada di Indonesia, Jawa Barat adalah salah satu provinsi yang rawan akan terjadinya gempa bumi. Kepala pusat Gempa Bumi dan Tsunami Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Daryono mengatakan bahwa Jawa Barat merupakan daerah dengan seismik aktif dan kompleks karena dilintasi oleh 7 ragam sesar yang masih aktif yaitu sesar Cimandiri, sesar Cipamingkis, sesar Lembang, sesar Garsela, sesar Cugenang, sesar Citarik, dan sesar Baribis.

Dinas Komunikasi dan Informatika, Diskominfo Jawa Barat menyampaikan bahwa dalam 10 tahun dari tahun 2012-2021 Jawa Barat mengalami 493 kejadian gempa bumi. Dimana dari seluruh wilayah yang ada di Jawa Barat terdapat 10 wilayah dengan frekuensi kejadian gempa bumi terbanyak yaitu Kabupaten Garut, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Tasikmalaya, Kota Sukabumi, Kabupaten Pangandaran, Kabupaten Bandung, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Bogor, Kabupaten Ciamis, dan Kota Banjar.



Gambar 1. Frekuensi kejadian Gempa di Jawa Barat

Wilayah yang menarik untuk diteliti adalah 3 wilayah dengan frekuensi gempa bumi terbanyak di Jawa Barat, karena dengan banyaknya kejadian gempa bumi maka akan ada kemungkinan terjadinya kerusakan pada bangunan yang diakibatkan oleh gempa tersebut. Gempa bumi merupakan suatu peristiwa bencana alam yang memiliki daya rusak yang tinggi terhadap bangunan yang berada di permukaan, daya rusak tersebut merupakan penyebab tingginya angka kematian dan korban luka akibat bencana gempa bumi.

Asuransi gempa bumi adalah asuransi yang menjamin atas kerugian atau kerusakan harta benda yang dipertanggungjawabkan secara langsung yang disebabkan oleh gempa bumi. Asuransi gempa bumi adalah bentuk asuransi properti yang membayar kepada pemegang polis pada saat terjadi gempa bumi yang menyebabkan kerusakan pada bangunan tempat tinggal. Seperti halnya dalam surat edaran otoritas jasa keuangan, OJK nomor 6 /SEOJK.05/2017 yang berisi tentang penetapan tarif premi atau kontribusi pada lini usaha asuransi harta benda dan asuransi kendaraan bermotor tahun 2017 (Alam & Mutaqin, 2023).

Menurut Deniz (4) bahwa besarnya premi asuransi gempa bumi dapat dihitung berdasarkan frekuensi dan tingkat keparahan gempa bumi. Dimana frekuensi dapat ditunjukkan dengan besarnya rata-rata peluang terjadinya gempa bumi dengan intensitas tertentu, dan tingkat keparahan gempa bumi dapat dilihat dari besarnya nilai peluang kerusakan pada bangunan tempat tinggal yang diakibatkan oleh gempa bumi.

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana kesesuaian model distribusi *magnitude* gempa dengan distribusi teoritisnya menggunakan metode GOF? Serta Bagaimana perhitungan dan besarnya premi asuransi gempa bumi untuk 3 wilayah di Jawa Barat?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kesesuaian model distribusi *magnitude* gempa dengan distribusi teoritisnya menggunakan metode GOF.
2. Mengetahui langkah perhitungan dan besarnya premi asuransi gempa bumi untuk 3 wilayah di Jawa Barat.

B. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini metode pertama yang digunakan adalah *Goodness of Fit* (GOF) yaitu metode yang digunakan untuk mengetahui apakah model pada distribusi data sudah sesuai dengan distribusi teoritisnya. Karena metode GOF ini berdasarkan *Empirical Distribution Function* (EDF) yang memiliki persamaan (3).

$$F_n(x) = \begin{cases} 0 & x < X_{(1)} \\ i/n & X_{(i)} < x < X_{(i+1)}; i = 1, 2, \dots, n-1 \\ 1 & X_{(n)} \leq x \end{cases} \quad (1)$$

Pada metode ini akan diuji secara statistika dengan 5 uji statistik yaitu uji Kolmogorov-Smirnov, Kuiper, Cramer-von Mises, Watson dan Anderson-Darling. Dengan tujuan agar lebih memastikan apakah simpulan yang dihasilkan terima hipotesis nol yang berarti sudah sesuai atau tolak hipotesis nol yang berarti tidak sesuai.

Distribusi teoritis yang digunakan pada penelitian ini adalah distribusi eksponensial:

$$f(m; \beta) = \beta e^{-\beta m^*} \quad (2)$$

dimana $m^* = m - m_0$

Distribusi eksponensial digunakan sebagai distribusi teoritis karena distribusi ini adalah distribusi probabilitas yaitu peluang terjadinya peristiwa atau kejadian dalam waktu tertentu. Dimana sejalan dengan pembahasan dalam skripsi ini adalah perihal probabilitas atau peluang terjadinya gempa bumi dengan *magnitude* tertentu dalam waktu tertentu, serta adanya periode ulang yaitu terulangnya kejadian gempa bumi pada *magnitude* tertentu dengan rentang waktu yang dapat diperhitungkan. Namun didalam pembahasannya, untuk periode ulang tidak dijelaskan secara detail namun dijelaskan secara singkat sesuai apa yang dibutuhkan dalam pembahasan.

Selanjutnya metode yang digunakan adalah *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) yaitu analisis peluang bahaya kegempaan yang digunakan untuk menghitung besarnya rata-rata peluang terjadinya gempa bumi dengan intensitas tertentu yang disebut dengan SHi. Persamaan umum yang digunakan dalam metode PSHA adalah sebagai berikut (2):

$$\lambda(IM > x) = \sum_{i=1}^{n_s} \lambda_m \int_{m_{min}}^{m_{max}} \int_0^{r_{max}} P(IM > x|m, r) fM_i(m) fR_i(r) dr dm \quad (3)$$

Perhitungan selanjutnya untuk premi asuransi gempa bumi adalah dengan memperhitungkan nilai peluang tingkat kerusakan bangunan yang disebabkan oleh terjadinya gempa bumi dengan persamaan sebagai berikut (7):

$$P(DS, I) = \frac{N(DS, I)}{N(I)} \quad (4)$$

Dengan menggunakan langkah perhitungan *Damage Probability Matrices* (DPM) maka nilai dari peluang kerusakan bangunan dapat diperoleh. Dimana DS ditunjukkan untuk status kerusakan bangunan atau Damage State (DS) dengan skala intensitas (I) tertentu.

Bahan penelitian yang digunakan adalah data sekunder berupa data kuantitatif yang diperoleh dengan cara mendownload katalog gempa pada laman web *International Seismological Centre* (ISC) dan melengkapinya dengan data yang diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS). Data tersebut merupakan data historis kejadian gempa bumi pada tahun 2013 – 2022 di wilayah Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya dan Kabupaten Sukabumi.

Data yang akan digunakan pada masing-masing wilayah terdiri dari waktu kejadian (tanggal, bulan, tahun), titik koordinat garis lintang (*Latitude*), dan titik koordinat garis bujur (*Longitude*) yang digunakan untuk membuat peta sebaran gempa, selanjutnya kedalaman sumber gempa (*Depth*) yang digunakan saat perhitungan jarak hiposenter gempa, dan besarnya gempa (*Magnitude*) yang digunakan untuk perhitungan peluang terjadinya gempa bumi.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kesesuaian Model Distribusi magnitudo Gempa Bumi dengan Distribusi Teoritis

Berikut adalah penelitian mengenai kesesuaian distribusi magnitudo gempa bumi dengan distribusi teoritisnya yaitu distribusi eksponensial. Pada penelitian bagian ini menggunakan lima jenis statistik uji dengan tujuan untuk lebih memastikan kesimpulan yang didapatkan apakah tolak hipotesis nol atau terima hipotesis nol.

Lima statistik uji yang digunakan diantaranya Kolmogorov-Smirnov, Kuiper, Cramer-von Mises, Watson dan Anderson-Darling. Berikut adalah hasil dari perhitungan menggunakan statistik uji:

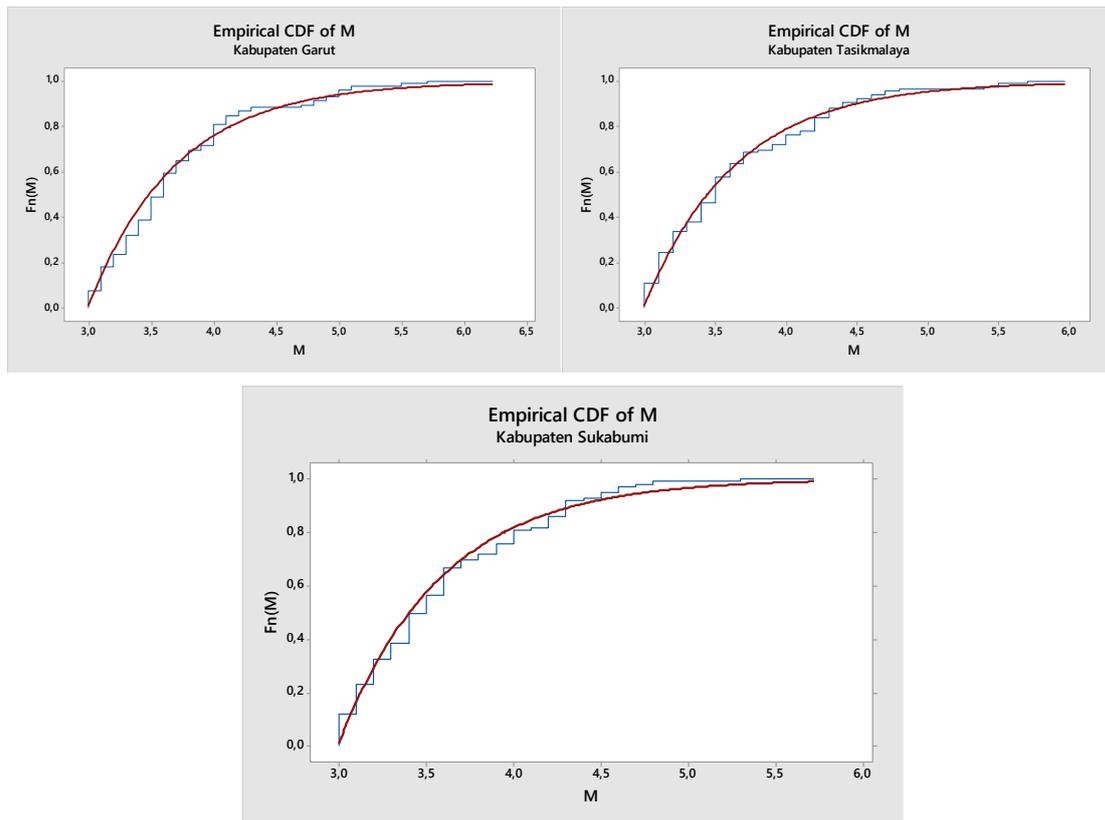
Tabel 1. Kesesuaian Distribusi Magnitude Gempa untuk 3 Wilayah Penelitian

	Kab. Garut		Kab. Tasikmalaya		Kab. Sukabumi		Kesimpulan
	Stat Uji	Signifikansi	Stat Uji	Signifikansi	Stat Uji	Signifikansi	
D	0,13	1,09	0,10	1,09	0,09	1,09	Terima H_0
V	0,19	1,66	0,18	1,66	0,18	1,66	Terima H_0
W^2	0,36	0,22	0,27	0,22	0,23	0,22	Tolak H_0
U^2	0,29	0,16	0,26	0,16	0,23	0,16	Tolak H_0
A^2	-62,15	1,32	-68,57	1,32	-72,68	1,32	Terima H_0

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Dari ketiga kabupaten yang diteliti yaitu Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya, dan Kabupaten Sukabumi menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu dua kesimpulan dengan

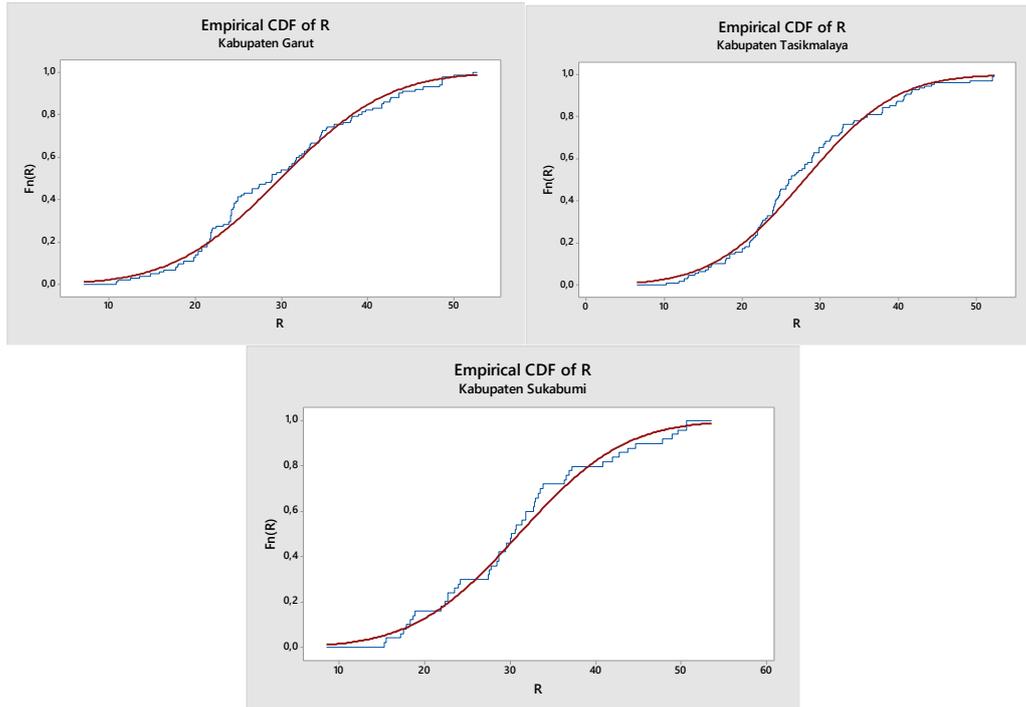
menolak H_0 pada statistik uji Cramer-von Mises dan watson dimana nilai dari statistik uji lebih besar dari nilai signifikansinya, dan tiga kesimpulan dengan menerima H_0 pada statistik uji Kolmogorov-Smirnov, Kuiper, dan Anderson-Darling dimana nilai dari statistik uji lebih kecil dari nilai signifikansinya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol diterima yang artinya dengan menggunakan derajat kepercayaan sebesar 95% dapat dinyatakan bahwa model pada distribusi magnitude gempa sesuai dengan distribusi teoritisnya yaitu distribusi eksponensial, dimana sampel data *magnitude* gempa yang diambil dari Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya, dan Kabupaten Sukabumi berasal dari distribusi eksponensial



Gambar 2. Grafik Kesesuaian Distribusi Magnitude Gempa

Dari ketiga grafik kesesuaian untuk masing-masing wilayah penelitian, dapat dikatakan sebagai bukti bahwa model pada distribusi *magnitude* gempa di masing-masing wilayah penelitian sudah sesuai dengan distribusi teoritisnya yaitu distribusi eksponensial, karena garis tangga berwarna biru yang menunjukkan data empirisnya mengikuti atau berada di sekitar garis kesesuaiannya yang berwarna merah yaitu garis kesesuaian untuk distribusi eksponensial.

Selanjutnya untuk kesesuaian model pada distribusi jarak hiposenter gempa dari ketiga wilayah yang diteliti hanya dapat dibuktikan dengan visualisasinya saja yaitu berupa grafik kesesuaian EDF, karena model persamaan yang digunakan tidak sama seperti distribusi *magnitude* gempa yang menggunakan distribusi eksponensial sebagai distribusi teoritisnya. Sehingga untuk mengetahui kesesuaian model pada distribusi jarak hiposenter gempa menggunakan grafik kesesuaian EDF dengan garis kesesuaian untuk distribusi normal, karena distribusi normal adalah distribusi yang dianggap penting karena alasan dapat menghindari terjadinya bias atau penilaiannya yang condong pada satu kategori saja, sehingga distribusi normal dianggap cocok untuk digunakan pada kesesuaian ini (Kaharuddin, 2018).



Gambar 3. Grafik Kesesuaian Distribusi Jarak Hiposenter Gempa

Dari ketiga wilayah yang diteliti pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa untuk model distribusi jarak hiposenter gempa di sesuaikan dengan distribusi normal sebagai distribusi teoritisnya. Terlihat pada dumbu datar berisikan data jarak hiposenter gempa untuk masing-masing wilayah penelitian yaitu Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya, dan Kabupaten Sukabumi. sedangkan pada sumbu tegak berisikan nilai probability atau peluang dari *empirical* CDF dari jarak hiposenter gempa. grafik diatas dapat diketahui bahwa model untuk distribusi jarak hiposenter gempa dari masing-masin kabupaten pada wilayah penelitian dapat dikatakan sudah sesuai karena garis tangga berwarna biru yang menunjukkan data empirisnya yang cukup mengikuti dan berada di sekitar garis kesesuaiannya yang berwarna merah yaitu garis kesesuaian untuk distribusi normal.

Perhitungan Premi Asuransi Gempa Bumi

Tabel 2. Kesesuaian Distribusi Magnitude Gempa untuk 3 Wilayah Penelitian

Lokasi	EADR (%)	PRP (1000)	TP (1000)
Kab. Garut	12,31	123,75	206,61
Kab. Tasikmalaya	15,88	164,49	274,63
Kab. Sukabumi	13,35	136,93	228,61

Tabel diatas berisikan hasil perhitungan untuk besarnya premi asuransi gempa bumi, dimana pada kolom pertama adalah lokasi penelitian yaitu Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya, dan Kabupaten Sukabumi. Selanjutnya pada kolom kedua adalah EADR yaitu besarnya rasio kerusakan yang diharapkan setiap tahunnya, rasio kerusakan yang diharapkan untuk Kabupaten Garut setiap tahunnya adalah sebesar 12,31%. rasio kerusakan yang diharapkan untuk Kabupaten Tasikmalaya setiap tahunnya adalah sebesar 15,88%. Dan rasio kerusakan yang diharapkan untuk Kabupaten Sukabumi setiap tahunnya adalah sebesar 13,35%.

Pada kolom ketiga berisi hasil dari perhitungan PRP yaitu premi resiko murni, dan kolom keempat berisikan hasil dari total premi yang harus dibayarkan oleh pihak tertanggung.

Besarnya hasil dari total premi dapat diinterpretasikan seperti, besarnya premi asuransi untuk Kabupaten Garut adalah sebesar Rp. 206.610,- yang harus dibayar oleh nasabah sebagai pihak bertanggung kepada pihak asuransi setiap bulannya untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 14.681.468,- selanjutnya besarnya premi asuransi untuk Kabupaten Tasikmalaya adalah sebesar Rp. 274.630,- yang harus dibayar oleh nasabah sebagai pihak bertanggung kepada pihak asuransi setiap bulannya untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 15.121.366,- dan besarnya premi asuransi untuk Kabupaten Sukabumi adalah sebesar Rp. 228.610,- yang harus dibayar oleh nasabah sebagai pihak bertanggung kepada pihak asuransi setiap bulannya untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 14.969.526,-.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Model distribusi *magnitude* gempa pada 3 lokasi penelitian yaitu Kabupaten Garut, Kabupaten Tasikmalaya, dan Kabupaten Sukabumi sudah sesuai dengan distribusi teoritisnya, dimana hasil dari data empirisnya berasal dari distribusi eksponensial. Begitupun dengan model distribusi jarak hiposenter pada 3 lokasi penelitian yang sudah sesuai.
2. Diperoleh besarnya total premi asuransi untuk Kabupaten Garut adalah sebesar Rp. 206.610,- yang harus dibayar oleh nasabah sebagai pihak bertanggung kepada pihak asuransi setiap bulannya untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 14.681.468,- besarnya total premi asuransi untuk Kabupaten Tasikmalaya adalah sebesar Rp. 274.630,- yang harus dibayar oleh nasabah sebagai pihak bertanggung kepada pihak asuransi setiap bulannya untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 15.121.366,- dan besarnya total premi asuransi untuk Kabupaten Sukabumi adalah sebesar Rp. 228.610,- yang harus dibayar oleh nasabah sebagai pihak bertanggung kepada pihak asuransi setiap bulannya untuk rumah yang memiliki jumlah dari objek pajaknya sebesar Rp. 14.969.526,-.

Acknowledge

Terima kasih kepada Prof. Dr. Sutawanir Darwis, pembimbing selama penyusunan tugas akhir. Artikel jurnal ini ditulis oleh Nadya Chaerunisa Apriani Program Studi Statistika berdasarkan hasil penelitian Kesesuaian Distribusi Magnitude Gempa dengan Distribusi Teoritis Gempa dalam Perhitungan Premi Asuransi Gempa Bumi.

Daftar Pustaka

- [1] Afryan, S. (2017). *Implementasi kebijakan peraturan bupati bandung nomor 53 tahun 2010 tentang rincian tugas, fungsi dan tata kerja badan penanggulangan bencana daerah kabupaten bandung dalam manajemen bencana*. universitas islam negeri sunan gunung djati bandung
- [2] Baker, J. W. (2013). *Introduction to probabilistic seismic hazard analysis*. England: cambridge university press.
- [3] D'Agostino, R. B. (1986). *Goodness of fit techniques*. New York: Marcel Dekker.
- [4] Deniz, A. (2006). *Estimation of earthquake insurance premium rates based on stochastic methods*. Ankara: middle east technical university
- [5] Meilano, I. (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa indonesia tahun 2017*. Bandung: pusat penelitian dan pengembangan perumahan dan pemukiman badan penelitian dan pengembangan kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat.
- [6] Taylor, H. M. (1998). *An introduction to stochastic modeling*. San Diego: Academic Press.

- [7] Whitman, R. V. (1973). *Damage probability matrices for prototype buildings*. Cambridge: massachusetts institute of technology.
- [8] Yucemen, M. S. (2005). *Probabilistic assessment of earthquake insurance rates for turkey*. *natural hazards*, 291-313
- [9] Alam, M. R. N., & Mutaqin, A. K. (2023). Pemodelan Distribusi Poisson-Sujatha pada Data Frekuensi Klaim Asuransi Kendaraan Bermotor di Indonesia. *Jurnal Riset Statistika*, 71–78. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i1.1944>