

Premi Asuransi Gempa Bumi Pulau Lombok Menggunakan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* dan Korelasi MMI-PGA

Ryan Agus Nugraha, Sutawanir Darwis*

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

ryanagusngrha@email.com, std.darwis@gmail.com

Abstract. Indonesia is a seismically active country due to its location at the convergence of three major tectonic plates and the Pacific Ring of Fire. Lombok Island is particularly prone to earthquakes, with a history of events causing significant damage to infrastructure and communities. This study aims to estimate earthquake insurance premiums in Lombok using a Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) approach. Earthquake data were declustered and shown to follow a Poisson distribution. Peak Ground Acceleration (PGA) values from PSHA were converted to Modified Mercalli Intensity (MMI) using Pailoplee's (2012) logarithmic correlation: $\log_{10}(\text{PGA}) = 0,2526 \times \text{MMI} - 3,1006$. The MMI values were applied in a normal-binomial model to estimate seismic hazard, while the Damage Probability Matrix (DPM) was used to calculate the Expected Annual Damage Ratio (EADR). Results showed an EADR of 1.0907% per year, within the premium limits set by the Financial Services Authority (OJK). The estimated Pure Risk Premium (PRP) was IDR 10,907,000 per year for a building insured at IDR 1,000,000,000. After adding a loading factor, the Total Premium (TP) reached IDR 18,178,333.33. This probabilistic approach offers a realistic basis for earthquake insurance pricing and risk management in Lombok.

Keywords: *Earthquake Insurance Premium, PSHA, MMI-PGA Correlation.*

Abstrak. Indonesia merupakan negara dengan aktivitas seismik tinggi karena berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama dan Cincin Api Pasifik. Pulau Lombok dikenal sebagai wilayah aktif secara seismik, dengan catatan sejarah gempa bumi yang berdampak besar terhadap infrastruktur dan kehidupan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi tarif premi asuransi gempa bumi di Pulau Lombok berdasarkan pendekatan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Data gempa dianalisis setelah proses *declustering* dan terbukti mengikuti distribusi Poisson. Nilai percepatan tanah maksimum (PGA) hasil PSHA dikonversi ke intensitas *Modified Mercalli Intensity* (MMI) menggunakan korelasi logaritmik dari Pailoplee (2012): $\log_{10}(\text{PGA}) = 0,2526 \times \text{MMI} - 3,1006$. Nilai MMI yang diperoleh digunakan dalam model normal-binomial untuk menghitung *Seismic Hazard*, dan *Damage Probability Matrix* (DPM) digunakan untuk menentukan *Expected Annual Damage Ratio* (EADR). Hasil analisis menunjukkan EADR sebesar 1,0907% per tahun, masih sesuai batas premi yang ditetapkan Otoritas Jasa Keuangan (OJK). Estimasi *Pure Risk Premium* (PRP) adalah Rp10.907.000 per tahun untuk nilai pertanggungan bangunan sebesar Rp1.000.000.000. Setelah penambahan *loading factor*, diperoleh *Total Premium* (TP) sebesar Rp18.178.333,33. Pendekatan probabilistik ini menunjukkan bahwa PSHA dan korelasi MMI-PGA dapat menjadi dasar realistis dan komprehensif dalam perhitungan premi asuransi gempa, serta mendukung pengelolaan risiko kebencanaan di Pulau Lombok.

Kata Kunci: *Premi Asuransi Gempa, PSHA, Korelasi MMI-PGA.*

A. Pendahuluan

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi. Energi ini umumnya berasal dari akumulasi tekanan akibat pergerakan lempeng-lempeng tektonik yang menyebabkan patahan pada lapisan batuan di kerak bumi. Indonesia terletak pada zona pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, serta berada dalam Cincin Api Pasifik, yaitu jalur aktivitas vulkanik dan seismik paling aktif di dunia. Kondisi ini menyebabkan Indonesia sangat rawan terhadap gempa bumi akibat aktivitas tektonik maupun vulkanik, ditambah dengan keberadaan lebih dari 290 sesar aktif (Sumiati et al., 2019). Pada tahun 2018, Pulau Lombok dan sekitarnya dilanda serangkaian gempa bumi merusak. Rangkaian gempa ini dimulai dengan gempa bermagnitudo 6,4 pada 28 Juli 2018, diikuti oleh gempa bermagnitudo 6,9 pada 19 Agustus 2018. Secara keseluruhan, gempa-gempa ini menyebabkan deformasi permukaan berupa pengangkatan hingga 70 mm serta guncangan dengan intensitas maksimum VII–VIII MMI (Bunaga et al., 2022).

Gempa bumi seperti di Lombok menimbulkan kerusakan fisik, kerugian ekonomi, dan dampak sosial yang signifikan. Oleh karena itu, asuransi gempa bumi menjadi penting untuk melindungi aset serta memberikan perlindungan finansial bagi masyarakat terdampak. Asuransi gempa bumi memberikan jaminan atas kerugian dan kerusakan yang disebabkan oleh bencana gempa (Yulita et al., 2023). Premi asuransi ditentukan berdasarkan frekuensi dan tingkat keparahan gempa, kualitas atau tipe bangunan, nilai pertanggungan, zona risiko, dan tingkat kerusakan bangunan. Tantangan utama dalam perhitungan premi adalah ketidakpastian frekuensi dan intensitas gempa bumi karena sifatnya yang acak dan tidak dapat diprediksi secara deterministik. Gempa bumi cenderung muncul dalam klaster, yang terdiri dari satu gempa utama disertai gempa-gempa kecil. Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan probabilistik seperti *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) yang mempertimbangkan ketidakpastian kejadian dan dampaknya. PSHA juga bermanfaat sebagai dasar untuk perancangan dan evaluasi ketahanan struktur terhadap gempa (Nurfauzan & Darwis, 2024). PSHA mengasumsikan bahwa katalog gempa mengikuti distribusi Poisson setelah dilakukan proses *declustering*, sehingga hanya menyisakan gempa utama (*mainshock*) (Taroni & Akinci, 2020).

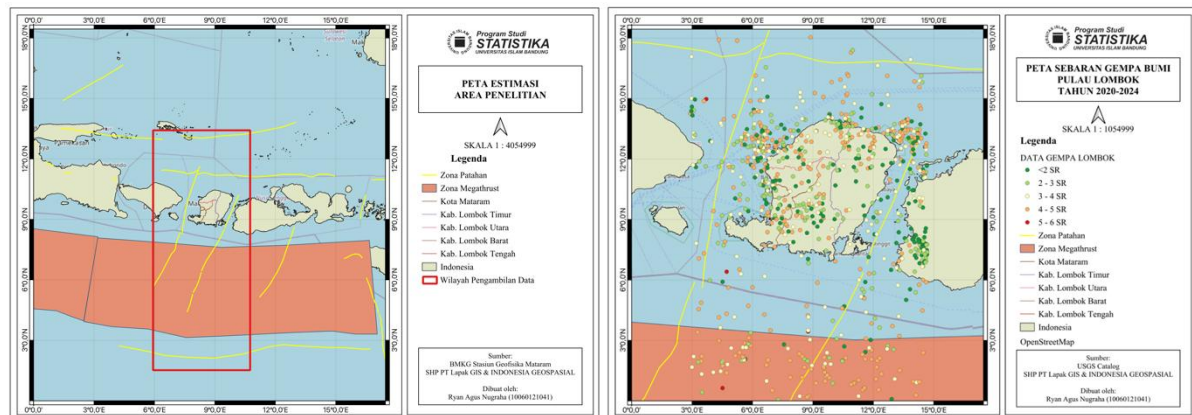
Dalam estimasi risiko dan kerugian akibat gempa, dibutuhkan pendekatan yang menghubungkan output analisis bahaya seismik berupa *Peak Ground Acceleration* (PGA) dengan intensitas guncangan yang dirasakan oleh manusia, yaitu *Modified Mercalli Intensity* (MMI). Korelasi ini penting karena banyak fungsi kerusakan (*damage functions*) berbasis MMI, sementara output PSHA biasanya berupa PGA. Salah satu korelasi empiris dikembangkan oleh Pailoplee (2012) melalui persamaan $\log_{10}(\text{PGA}) = 0,2526 \times \text{MMI} - 3,1006$. Hasil PSHA dan *Damage Probability Matrix* (DPM) kemudian digunakan untuk menghitung *Expected Annual Damage Ratio* (EADR), yang menjadi dasar dalam perhitungan premi asuransi. Penelitian ini menggunakan pendekatan PSHA berbasis data gempa utama yang mengikuti distribusi Poisson serta korelasi Pailoplee (2012) untuk mengestimasi premi asuransi gempa bumi di Pulau Lombok. Pendekatan ini juga mencakup aproksimasi distribusi kontinu untuk skala MMI = I. Tujuan dari analisis ini adalah untuk melakukan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) berdasarkan data gempa utama yang berdistribusi Poisson, serta menerapkan korelasi Pailoplee (2012) antara MMI dan PGA sebagai dasar konversi intensitas untuk perhitungan tarif premi asuransi gempa bumi di Pulau Lombok.

B. Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data kejadian gempa bumi di Pulau Lombok selama periode Januari 2020 hingga Desember 2024 yang berasal dari BMKG Stasiun Geofisika Mataram. Wilayah penelitian ditentukan berdasarkan koordinat geografis dengan rentang lintang -11.577 hingga -7.232 dan bujur 115.642 hingga 116.884. Area ini mencakup kawasan Nusa Tenggara, terutama Pulau Lombok, serta perairan Samudra Hindia di selatan Indonesia.

Tabel 1. Deskripsi Katalog Gempa Pulau Lombok Tahun 2020-2024

<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Tanggal Awal</i>	<i>Tanggal Akhir</i>	<i>Jumlah Data</i>
115.708 sampai 116.807	-11.577 sampai -7.232	2020-01-12 09:59:29	2024-12-22 17:41:55	989

**Gambar 2.** a) Peta Estimasi Area Penelitian b) Peta Sebaran Gempa Bumi Pulau Lombok Tahun 2020-2024

Declustering

Declustering merupakan proses pemisahan data gempa utama (*mainshock*) dari gempa pendahulu (*foreshock*) maupun gempa susulan (*aftershock*) berdasarkan kriteria waktu dan jarak. Algoritma *declustering* bertujuan membagi katalog gempa bumi ke dalam beberapa klaster kejadian yang saling bergantung serta memisahkan kejadian independen dari setiap klaster tersebut (Suryahadikusumah & Darwis, 2024).

Salah satu metode declustering yang umum digunakan adalah *window method*, yaitu metode berbasis batasan waktu (*time window*) dan jarak (*distance window*). Batas jarak (dalam satuan kilometer) dan waktu (dalam satuan hari) dari suatu gempa bermagnitudo *M* dapat ditentukan menggunakan persamaan Gardner & Knopoff (Gardner & Knopoff, 1974) yaitu:

$$d = 10^{0.1238M+0.983} \quad \dots(1)$$

$$t = \begin{cases} 10^{0.032M+2.7389}, & M \geq 6.5 \\ 10^{0.5409M-0.547}, & M < 6.5 \end{cases} \quad \dots(2)$$

Distribusi Poisson

Distribusi geometrik, eksponensial, binomial, dan Poisson beserta pembuktiannya diperkenalkan dalam kerangka bahaya seismik. Distribusi-distribusi ini merupakan alat utama dalam pengolahan data bahaya probabilistik karena dapat menilai probabilitas terlampauinya parameter bahaya dalam periode eksposur tertentu dari suatu sistem struktur (Köpe et al., 2012).

Distribusi Poisson merupakan distribusi probabilitas diskrit yang digunakan untuk memodelkan banyaknya kejadian yang terjadi dalam suatu interval waktu atau ruang tertentu. Distribusi probabilitas dari variabel acak Poisson *X*, yang menyatakan jumlah hasil yang terjadi dalam interval waktu atau wilayah tertentu yang ditandai dengan *t* adalah (Walpole et al., 2012):

$$p(x; \lambda t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, n \quad \dots(3)$$

Korelasi MMI-PGA

Berdasarkan studi Pailoplee (2012), hubungan logaritmik antara PGA dan MMI dirumuskan sebagai berikut (Pailoplee, 2012):

$$\log_{10}(\text{PGA}) = 0,2526\text{MMI} - 3,1006 \quad \dots(4)$$

Rumus ini memungkinkan konversi antara percepatan tanah maksimum (PGA) dan persepsi manusia terhadap guncangan (MMI).

Seismic Hazard Analysis

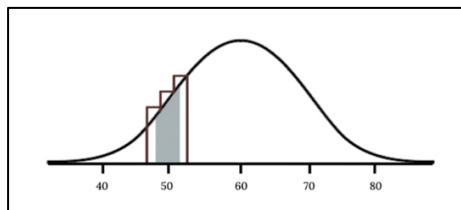
Seismic Hazard Analysis (SHA) terdiri dari dua pendekatan, yaitu deterministik dan probabilistik (Pangaribuan et al., 2020). DSHA menggunakan skenario gempa tetap, sedangkan PSHA mempertimbangkan ketidakpastian lokasi, magnitudo, dan waktu kejadian. Dalam PSHA, tingkat bahaya seismik dinyatakan sebagai probabilitas suatu wilayah mengalami intensitas gempa tertentu, seperti intensitas I pada skala Modified Mercalli Intensity (MMI).

$$SH(I) = P(MMI = I) \quad \dots(5)$$

Aproksimasi Normal-Binomial

Pendekatan aproksimasi normal-binomial digunakan untuk mengonversi data intensitas gempa (MMI) yang bersifat diskret menjadi PGA secara kontinu, sehingga mendukung analisis bahaya seismik berbasis probabilistik secara lebih sederhana dan akurat. Distribusi binomial bersifat diskret sedangkan distribusi normal bersifat kontinu, maka untuk meningkatkan ketepatan aproksimasi digunakan *continuity correction*, yaitu dengan menggeser batas bawah dan atas sebanyak 0,5. Koreksi ini mengubah probabilitas diskret $P(X = k)$.

$$P(X = k) \approx P(k - 0,5 \leq X \leq k + 0,5) \quad \dots(6)$$



Sumber: pressbooks.lib.vt.edu

Gambar 2. *Ilustrasi Continuity Correction*

Gambar diatas merupakan ilustrasi koreksi kontinuitas (*continuity correction*) pada aproksimasi normal terhadap binomial, dengan penyesuaian batas interval sebesar $\pm 0,5$ untuk mendekati probabilitas diskret secara lebih akurat.

Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)

Penelitian ini akan menghitung probabilitas total dalam model *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) dengan mempertimbangkan ketidakpastian ukuran gempa, jarak, dan intensitas guncangan tanah berdasarkan data gempa utama. Perhitungan tersebut dilakukan menggunakan persamaan *Probability of Exceedance* (POE) berikut:

$$(PGA > x) = \sum_{j=1}^{N_M} \sum_{k=1}^{N_R} P(PGA > x | m_j, r_k) P(M_E = m_j) P(R_E = r_k) \quad \dots(7)$$

Dimana ($PGA > x$) merupakan probabilitas kejadian dari pelampauan intensitas gerakan tanah $PGA > x$ dari model PSHA, $P(PGA > x|m_j, r_k)$ merupakan probabilitas bersyarat pelampauan PGA dari magnitudo dan jarak kejadian gempa utama. $P(M_E = m_j)$ merupakan probabilitas magnitudo dan $P(R_E = r_k)$ merupakan probabilitas jarak hiposenter dari gempa utama (Baker et al., 2021).

Premi Asuransi Gempa Bumi

Pada penelitian ini digunakan nilai *Damage Probability Matrix* (DPM) dari kerusakan bangunan seluruh zona di wilayah turki karena keterbatasan data kerusakan bangunan yang ditimbulkan untuk setiap intensitas gempa di wilayah Pulau Lombok. Persentase tarif asuransi dari biaya penggantian kerusakan bangunan dapat dihitung melalui perhitungan *Expected Annual Damage Ratio* (EADR) berikut (Deniz, 2006):

$$EADR_k = \sum_I MDR_k(I) \times SH(I) \quad \dots(8)$$

Total premi asuransi gempa bumi yang harus dibayar nasabah setiap tahun nya dihitung melalui *Total Insurance Premium* (TPk) dengan rumus sebagai berikut:

$$TP_k = \frac{PRP_k}{1 - LF} \quad \dots(9)$$

TP_k adalah premi yang harus dibayarkan oleh pihak tertanggung, nilai LF adalah *load factor* sebesar 0,4 yang ditetapkan oleh Gurpinar dan Yucemen (1980), dan PRP merupakan hasil perkalian EADR dengan nilai pertanggungan bangunan (INSV) yang ditentukan oleh peneliti.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Declustering Katalog Gempa

Dalam penelitian ini, data pada katalog gempa bumi dipisahkan menggunakan metode Gardner & Knopoff dengan bantuan *tools declustering* Zmap pada *software* Matlab. Karena menggunakan data gempa bumi utama (*mainshock*), proses *declustering* diperlukan untuk memisahkan *mainshock* dari *foreshock* dan *aftershock*. Setelah proses *declustering*, sebanyak 529 gempa bumi utama berhasil diidentifikasi dari total 989 kejadian gempa di Pulau Lombok selama periode 2020–2024.

Tabel 2. Gempa Utama (*Mainshock*) Hasil *Declustering*

No	Tanggal & Waktu	Longitude	Latitude	Kedalaman (Km)	Magnitudo (SR)
1	12/01/20 09.59	115,8326	-9,23065	87	4,3
2	16/01/20 00.20	115,7130	-10,0561	34	4,3
3	20/01/20 09.43	116,3194	-8,60281	87	3,2
4	21/01/20 19.33	116,8348	-8,31965	10	2,7
5	25/01/20 05.17	116,7909	-8,87237	117	4,2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
527	15/12/24 19.56	116,029	-8,32226	13	3,4
528	20/12/24 06.45	116,4546	-8,34714	11	3,5
529	20/12/24 20.17	116,545	-9,44362	34	3,1

Uji Kecocokan Distribusi Poisson

Uji distribusi Poisson diterapkan untuk melihat apakah jumlah kejadian gempa bumi utama (*mainshock*) per bulan selama periode Januari 2020 hingga Desember 2024 mengikuti distribusi Poisson dengan hipotesis sebagai berikut: H_0 : Jumlah kejadian gempa per bulan mengikuti distribusi Poisson dan H_1 : Jumlah kejadian gempa per bulan tidak mengikuti distribusi Poisson.

Sebelum dilakukan uji kecocokan distribusi Poisson, data jumlah kejadian gempa bumi utama direkapitulasi berdasarkan frekuensi kejadian per bulan. Berdasarkan data jumlah kejadian gempa selama 60 bulan, diperoleh rata-rata kejadian per bulan (parameter λ) sebesar 8,82 yang merepresentasikan intensitas rata-rata gempa bulanan selama periode pengamatan. Berdasarkan nilai tersebut, probabilitas terjadinya sejumlah gempa dalam satu bulan dihitung menggunakan distribusi Poisson, lalu dikalikan jumlah bulan pengamatan untuk memperoleh frekuensi teoretis. Untuk memenuhi syarat uji *Chi-Square*, kategori dengan frekuensi teoretis kurang dari lima digabungkan dengan kategori terdekat.

Tabel 3. Frekuensi Observasi dan Teoretis Gabungan

No	Jumlah Gempa per Bulan	Frekuensi Observasi (O_i)	Frekuensi Teoretis (E_i)
1	0-5	10	7,6371
2	6	7	5,8025
3	7	7	7,3084
4	8	9	8,0545
5	9	6	7,8904
6	10	4	6,9567
7	11	1	5,5759
8	12-21	16	10,767
Jumlah		60	59,9

Setelah diperoleh frekuensi observasi dan teoretis, dilakukan uji *Chi-Square* terhadap distribusi Poisson.

Tabel 4. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Poisson

Nilai statistik <i>Chi-Square</i>	Nilai <i>P-Value</i>	Derajat kebebasan
9,1108	0,1674	6

Berdasarkan tabel di atas, nilai *P-Value* sebesar $0,1674 > \alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa tidak ada cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Dengan demikian, jumlah kejadian gempa per bulan pada periode Januari 2020 hingga Desember 2024 dapat dianggap mengikuti distribusi Poisson dengan rata-rata sekitar 8,82 kejadian per bulan.

Transformasi dan Korelasi MMI-PGA

Transformasi antara MMI dan PGA digunakan untuk menghitung probabilitas kumulatif intensitas gempa. Hubungan empiris berdasarkan Paillone (2012) digunakan:

$$\log_{10}PGA = 0,2526 \times MMI - 3,1006$$

Sehingga, persamaan inversnya:

$$MMI = \frac{\log_{10}PGA + 3,1006}{0,2526}$$

Probabilitas kumulatif intensitas MMI dinyatakan:

$$P(MMI \leq y) = P\left(\frac{\log_{10} PGA + 3,1006}{0,2526} \leq y\right)$$

$$P(PGA \leq 10^{0,2526y-3,1006})$$

Dengan rumus ini, nilai PGA untuk setiap tingkat MMI (1–12) dihitung dan digunakan dalam proses perhitungan PSHA.

Tabel 5. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Poisson

MMI (y)	Perhitungan	Nilai x (PGA)
1	$10^{0,2526(1)-3,1006}$	0,001419
2	$10^{0,2526(2)-3,1006}$	0,002539
3	$10^{0,2526(3)-3,1006}$	0,004542
4	$10^{0,2526(4)-3,1006}$	0,008125
5	$10^{0,2526(5)-3,1006}$	0,014534
6	$10^{0,2526(6)-3,1006}$	0,026002
7	$10^{0,2526(7)-3,1006}$	0,046516
8	$10^{0,2526(8)-3,1006}$	0,083215
9	$10^{0,2526(9)-3,1006}$	0,148868
10	$10^{0,2526(10)-3,1006}$	0,266318
11	$10^{0,2526(11)-3,1006}$	0,476431
12	$10^{0,2526(12)-3,1006}$	0,852315

Hasil Perhitungan PSHA

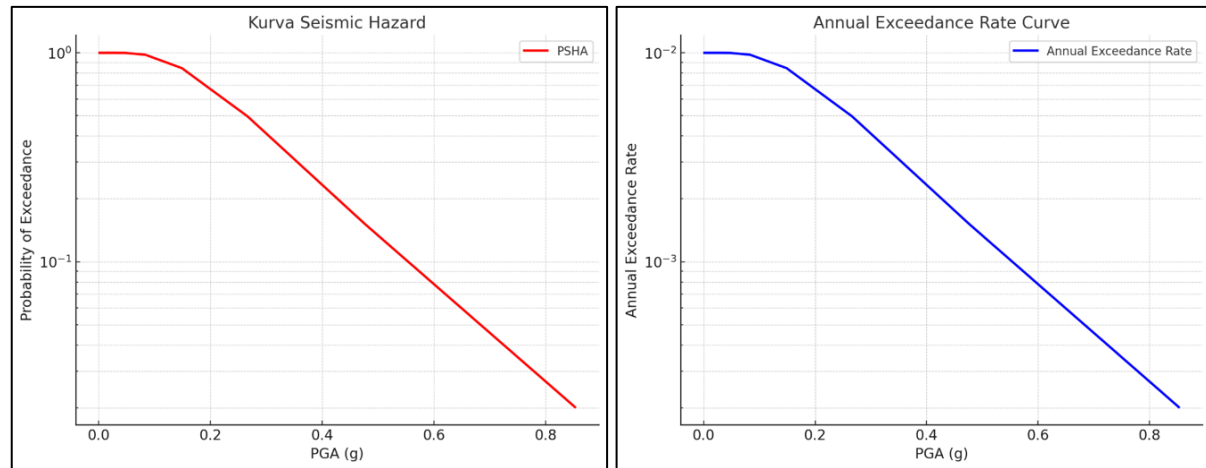
Pada perhitungan PSHA digunakan 1 data gempa utama berdistribusi Poisson dengan magnitudo sebesar 6,2. Gempa ini merupakan gempa utama dengan magnitudo tertinggi dalam katalog setelah dilakukan uji kecocokan distribusi Poisson. Kejadian gempa tersebut terjadi pada lokasi dengan koordinat *longitude* 116,58 dan *latitude* -9,91, serta tercatat oleh akselerograf di Stasiun Mataram (KLNI), yang merupakan stasiun pencatat gempa terdekat dari lokasi pusat gempa. Stasiun KLNI sendiri berada pada posisi *longitude* 116,09 dan *latitude* -8,42, sehingga diperoleh jarak hiposenter gempa utama sebesar 10,1217 km. Diperoleh juga nilai $\ln \overline{PGA}$ untuk data gempa utama tersebut sebesar -1,2427.

Berdasarkan asumsi Baker *et al.* (2021), laju pelampauan magnitudo suatu sumber gempa dengan magnitudo dan jarak tunggal adalah $vE = 0.01 = 1/100$ kali per tahun sehingga hasil perhitungan *Probability of Exceedance* (POE) dan *Annual Rate* dari PSHA disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil PSHA

x	$P(PGA > x m, r)$	$P(M_E = m_j)$	$P(R_E = R_j)$	POE	vE	Annual Rate
0,001419	1	1	1	1	0,01	0,01
0,002539	1	1	1	1	0,01	0,01
0,004542	1	1	1	1	0,01	0,01
0,008125	1	1	1	1	0,01	0,01
0,014534	0,999999921	1	1	0,99999992	0,01	0,009999999
0,026002	0,99998792	1	1	0,99998792	0,01	0,009999879
0,046516	0,999317905	1	1	0,9993179	0,01	0,009993179
0,083215	0,985434776	1	1	0,98543478	0,01	0,009854348
0,148868	0,877241867	1	1	0,87724187	0,01	0,008772419

x	$P(PGA > x m, r)$	$P(M_E = m_j)$	$P(R_E = R_j)$	POE	vE	Annual Rate
0,266318	0,556026946	1	1	0,55602695	0,01	0,005560269
0,476431	0,189564271	1	1	0,18956427	0,01	0,001895643
0,852315	0,028722311	1	1	0,02872231	0,01	0,000287223



Gambar 2. a) Kurva Seismic Hazard Nilai PGA terhadap POE Model PSHA b) Kurva Seismic Hazard Nilai PGA terhadap Annual Rate Model PSHA

Plot PGA terhadap POE yang dihasilkan model PSHA menunjukkan bahwa jika nilai PGA semakin tinggi maka peluang terjadinya kejadian gempa bumi akan semakin rendah dan plot PGA terhadap *annual rate* dari hasil model PSHA menunjukkan bahwa peningkatan nilai PGA diikuti dengan penurunan *annual rate* kejadian gempa bumi.

Perhitungan *Seismic Hazard*

Perhitungan *seismic hazard* dilakukan dengan pendekatan normal-binomial. Pendekatan aproksimasi normal-binomial digunakan untuk mengonversi data intensitas gempa (MMI) yang bersifat diskret menjadi estimasi probabilitas gerakan tanah (PGA) secara kontinu, sehingga mendukung analisis bahaya seismik berbasis probabilistik secara lebih sederhana dan akurat. Berdasarkan pendekatan ini, diperoleh:

$$SH(I) = P(MMI = I) = P(I - 0,5 < MMI < I + 0,5)$$

Dengan $MMI = \frac{\ln PGA + 3,1}{0,2526}$ lalu didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$P(0,2526(I - 0,5) - 3,1 < \ln PGA < 0,2526(I + 0,5) - 3,1)$$

Sehingga:

$$\Phi\left(\frac{0,2526(I + 0,5) - 3,1 - \overline{\ln PGA}}{\sigma_{\ln PGA}}\right) - \Phi\left(\frac{0,2526(I - 0,5) - 3,1 - \overline{\ln PGA}}{\sigma_{\ln PGA}}\right)$$

Dengan nilai $\overline{\ln PGA}$ sebesar -1,2427 dan $\sigma_{\ln PGA}$ sebesar 0,57, maka perhitungan dapat dilakukan dengan memasukkan nilai intensitas MMI (I) ke dalam rumus, yaitu dengan mengganti nilai I secara bertahap dari 1 hingga 12, sehingga:

Tabel 7. Nilai Seismic Hazard

MMI	SH
1	0,0036
2	0,0110
3	0,0281
4	0,0592
5	0,1027
6	0,1469
7	0,1733
8	0,1684
9	0,1349
10	0,0891
11	0,0485
12	0,0218

Premi Asuransi Gempa Bumi

Pada penelitian ini nilai pertanggungan bangunan (INSV) yang digunakan untuk 1 bangunan rumah adalah sebesar Rp1.000.000.000 dimana LF ditetapkan sama dengan 0,4. Hasil perhitungan premi asuransi gempa bumi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 8. Nilai Premi Asuransi

MMI	MDR	SH	EADR(%)	PRP	TP
1	0	0,0036	0,0000		
2	0	0,0110	0,0000		
3	0	0,0281	0,0000		
4	0	0,0592	0,0000	Rp10.907.000,00	Rp18.178.333,33
5	0,25	0,1027	0,0257		
6	7,25	0,1469	1,0650		
Jumlah			1,0907		

Berdasarkan tabel diatas diperoleh bahwa rasio kerusakan tahunan (EADR) adalah 1,0907% per tahun, sehingga besar premi murni (PRP) dari nilai pertanggungan bangunan (INSV) senilai Rp1.000.000.000,00 adalah sebesar Rp10.907.000,00 per tahun dan besar total premi (TP) asuransi yang harus dibayarkan oleh nasabah sebagai pihak tertanggung kepada pihak asuransi adalah sebesar Rp18.178.333,33 per tahun.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini berhasil memenuhi tujuannya. Melalui pendekatan PSHA terhadap gempa utama di Lombok yang mengikuti distribusi Poisson, diperoleh estimasi PGA yang kemudian dikonversi ke MMI menggunakan korelasi Pailoplee (2012). Dengan pendekatan normal-binomial dan *Damage Probability Matrix*, diperoleh *Expected Annual Damage Ratio* (EADR) sebesar 1,0907% per tahun. Nilai ini menghasilkan estimasi *Pure Risk Premium* (PRP) sebesar Rp10.907.000,00 dan *Total Premium* (TP) sebesar Rp18.178.333,33 per tahun dari nilai pertanggungan Rp1.000.000.000,00. Hasil ini masih sesuai dengan batas premi yang ditetapkan OJK.

Daftar Pustaka

- Baker, J., Bradley, B., & Stafford, P. (2021). *Seismic Hazard and Risk Analysis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108425056>
- Bunaga, I. G. K. S., Rosid, M. S., & Anggono, T. (2022). Existence of Faults that Cause Earthquakes on Lombok Island: A Critical Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(6), 2827–2832. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i6.2346>
- Deniz, A. (2006). *Estimation of Earthquake Insurance Premium Rates Based on Stochastic Methods*. Middle East Technical University.
- Gardner, J. K., & Knopoff, L. (1974). Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? *Bulletin of the Seismological Society of America*, 64(5), 1363–1367. <https://doi.org/10.1785/BSSA0640051363>
- Köpe, F., Onofrei, C., & Olteanu, P. (2012). *Statistical Distributions For Probabilistic Seismic Hazard Analysis*.
- Nurfauzan, A. F., & Darwis, S. (2024). Clustering Probabilistic Seismic Hazard Analysis Temporal Epidemic-Type Aftershock Sequence untuk Premi Asuransi. *Jurnal Riset Statistika*, 41–48. <https://doi.org/10.29313/jrs.v4i1.3864>
- Pailoplee, S. (2012). Relationship Between Modified Mercalli Intensity and Peak Ground Acceleration in Myanmar. *Natural Science*, 04(08), 624–630. <https://doi.org/10.4236/ns.2012.428082>
- Pangaribuan, M. A., Rasimeng, S., Karyanto, K., & Rudianto, R. (2020). Analisis Pendugaan Bahaya Kegempaan di Batuan Dasar untuk Wilayah Lampung Menggunakan Metode PSHA. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 5(3), 174–184. <https://doi.org/10.23960/jge.v5i3.32>
- Sumiati, I., Rahmani, U., & Supian, S. (2019). Application of the Nonhomogeneous Poisson Process for Counting Earthquakes. *World Scientific News*.
- Suryahadikusumah, R. F., & Darwis, S. (2024). Penentuan Premi Asuransi Gempa Berdasarkan Declustering Katalog Jawa Barat. *Jurnal Riset Statistika*, 127–136. <https://doi.org/10.29313/jrs.v4i2.5029>
- Taroni, M., & Akinci, A. (2020). Good practices in PSHA: declustering, b-value estimation, foreshocks and aftershocks inclusion; a case study in Italy. *Geophysical Journal International*, 224(2), 1174–1187. <https://doi.org/10.1093/gji/ggaa462>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists* (9th ed).
- Yulita, T., Lubis, C. T., & Hidayat, A. S. E. (2023). Penentuan Premi Murni di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu dengan Memperhitungkan Peluang Kejadian Gempa Bumi dan Rasio Kerusakan Bangunan. *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, 5(2), 147–158. <https://doi.org/10.30598/variancevol5iss2page147-158>