ANALISA KURVA HAZARD PADA PULAU BALI KABUPATEN BELERANG
DENGAN MENGGUNAKAN BEBERAPA FUNGSI ATENUASI Faccioli (1978),
Ambreseys (1990), Campbell (1993), Donovan (1973)

M Risky Fadillah¹⁾, Melky²⁾, Kevin Reziano Mubarun³⁾ 1),2),3) Program Studi Teknik
Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong

Email : fadillahrhizky@gmail.com

Abstrak

Pulau Bali sebagai tujuan pariwisata internasional telah menjadi sumber pendapatan besar bagi negara dan daerah. Namun sejalan dengan itu, Bali juga memiliki tingkat kerawanan gempa bumi yang cukup besar dikarenakan laju pergerakan lempeng tektonik Indo-Australia yang menyusup ke bawah lempeng tektonik eurasia dengan kecepatan rata-rata 9cm pertahun dan adanya 'penyusupan ke arah selatan di perairan utara Bali, yang merupakan aktivitas Bali. Oleh karena itu Bali dapat disebut daerah yang aktif mengalami fenomena gempa bumi, terbukti dari adanya gempa bumi Buleleng 29 Maret 1862 dan gempa bumi Seririt 14 Juli 1976 yang telah melahirkan 660 korban luka serius dan 3277 orang luka ringan, diikuti oleh gempa-gempa merusak lainnya.

Atas dasar tersebut maka analisis risiko gempa bumi berdasarkan distribusi percepatan tanah di Pulau Bali perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui resiko kegempaan pulau Bali melalui pembuatan persamaan percepatan tanah maksimum dan membandingkan fungsi atenuasi Faccioli (1978), Ambreseys (1990), Campbell (1993), Donovan (1973).

I. Pendahuluan

Pulau Bali sebagai tujuan pariwisata internasional telah menjadi sumber pendapatan besar bagi Negara dan daerah. Saat ini Bali juga merupakan daerah berkembang pesat, baik perkembangan penduduk maupun perkembangan pembangunan sipil seperti gedung-gedung bertingkat, jalan raya, industri, pabrik dan perumahan yang dari tahun ke tahun semakin meningkat. Namun sejalan dengan itu, Bali juga memiliki tingkat kerawanan gempa bumi yang cukup besar. Dikarenakan laju pergerakan lempeng tektonik Indo-Australia yang menyusup ke bawah lempeng tektonik Eurasia dengan kecepatan rata-rata 9cm per tahun. Gerakan ini diimbangi oleh terjadinya penyusupan ke arah selatan di sebelah utara Bali yang merupakan aktivitas Bali. Oleh karena itu Bali disebut sebagai daerah yang aktif

mengalami fenomena gempa bumi, terbukti dari adanya gempa bumi Buleleng 29 Maret 1862, dan gempa bumi Seririt 14 Juli 1976 yang telah melahirkan 559 korban luka serius dan 3200 orang luka ringan, diikuti oleh gempa-gempa merusak lainnya.

BMKG dan USGS (United States Geological Survey) dalam kurung waktu Januari 1911 sampai April 2009 telah mencatat kurang lebih 2800 gempa bumi dengan magnitudo dan

kedalaman yang bervariasi. Atas dasar hal tersebut maka analisis risiko gempabumi berdasarkan distribusi percepatan tanah maksimum di pulau Bali perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui resiko kegempaan pulau Bali melalui pembuatan persamaan percepatan tanah maksimum yang dibandingkan dengan hasil alat, pembuatan peta distribusi episenter, peta distribusi energi, peta distribusi percepatan tanah maksimum serta peta distribusi intensitas gempabumi Mercalli (MMI). Penulis membatasi daerah penelitian yaitu 6°LS-12°LS dan 112°BT-118°BT. Data gempa yang digunakan adalah data parameter gempabumi dan percepatan tanah maksimum dari BMKG Pusat dan Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar dengan magnitudo lebih besar dari 5 SR dengan jarak hiposenter tidak lebih dari 200 km.

a. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh antara jarak terhadap percepatan tanah dengan membandingkan fungsi atenuasi McGuire (1977), Campbell (1981), Idriss (1991) dan Ambraseys (1995).

II. Landasan Teori

A. Parameter Gempabumi

Setiap kejadian gempabumi akan menghasilkan informasi seismik berupa rekaman sinyal berbentuk gelombang yang setelah melalui proses manual atau non manual akan menjadi data bacaan fase (*phase reading data*). Informasi seismik selanjutnya mengalami proses pengumpulan, pengolahan dan analisis sehingga menjadi parameter gempabumi. Parameter gempabumi tersebut meliputi waktu kejadian, episenter, kedalaman, dan kekuatan gempabumi atau magnitude.

B. Gerakan Tanah Kuat

Pada umumnya, pengertian gerakan tanah akibat gempabumi lebih banyak ditujukan pada percepatan tanah, sekaligus menjadi parameter utama. Gerakan tanah dengan makna seperti itu dimaksudkan sebagai terjemahan atas istilah *ground motions*. Istilah tersebut kadang-kadang juga disebut *strong motions* untuk lebih menekankan pada percepatan tanah akibat respons-respons tanah yang lain. Uang dan Bertero (1988) mengatakan bahwa ada tiga problema klasik pada penyediaan bangunan tahan gempa yakni : 1. Penentuan input gempa (*ground motions*); 2. Penentuan kebutuhan kekuatan (*strength demand*); 3. Pemenuhan kekuatan (*provided strength*). Membahas *ground motion parameters* akan berkaitan dengan pemahaman karakter gempa itu sendiri dan hubungannya dengan akibat kerusakan yang ditimbulkannya.

III. Tektonik dan Seismisitas Pulau Bali

Kerawanan gempabumi pulau Bali disebabkan adanya aktivitas dua zona pembangkit gempa, yaitu penyusupan lempeng Indo-Australia dari arah selatan dan patahan naik di utara pulau Bali. Proses penyusupan lempeng ini tidak hanya menimbulkan aktivitas tektonik tetapi juga aktivitas vulkanik dengan keberadaan Gunung Agung. Gempa yang terjadi pada zona subduksi Bali umumnya dipisahkan atas dua kelompok, yaitu gempa megathrust yang merupakan gempa akibat penyusupan dangkal dan gempa Zona *Benioff* yang merupakan gempa akibat penyusupan dalam.

Berdasarkan kedalaman fokusnya, kegempaan di Pulau Bali dan sekitarnya ditandai dengan tiga tipe gempa bumi yakni

gempa dangkal yang kedalamannya kurang dari 60 km, umumnya berhubungan dengan pelepasan energi *stress* batuan yang terjadi di dalam subduksi kerak bumi dan zona patahan aktif. *Gempa menengah* berada pada kedalaman antara 60 hingga 300 km, merupakan gempa yang tidak begitu berbahaya karena hiposenter gempanya cukup dalam dan pengaruhnya ke permukaan tidak begitu besar. *Gempa dalam* di atas 300 km umumnya terjadi pada subduksi lempeng samudra dan kerak tipis benua. Zona ini terdapat di daerah busur kepulauan (tektonik aktif). Distribusi gempa menengah dan dalam di daerah Bali dan sekitarnya tersebar di bagian tengah dan Utara pulau.

IV. Metode dan pembahasan

1. Faccioli, 1978

$$Y = a10^{\sigma}(R + 25)^{-c}$$

Di mana:

$$a = 108,6, \sigma = 0,278, c = 0,803$$

- Rekaman dari situs yang didasari oleh tanah kohesif atau kohesi dengan kecepatan gelombang geser kurang dari sekitar 100 m / s dan / atau hambatan penetrasi standar $N \leq 10$ di bagian paling atas 10 m dengan lapisan material yang jauh lebih kaku baik langsung di bawah atau di kedalaman tidak melebihi beberapa puluh meter.

- Kedalaman focus antara 9 dan 100km
- Akselerogram medan bebas, untuk meminimalkan iteraksi tanah-struktur
- Tidak termasuk rekaman dengan $PGA < 0,4 \text{ m/dtk}$
- 21 rekaman jepang dengan cutoff frekuensi bandpass filter, untuk baseline koreksi, di sesuaikan sehingga memperhitungkan panjang dan tingkat sampling rata-rata dari catatan dan karakteristik respon SMAC-2 4. 4 dari 7 catatan yang tersisa diproses dengan cara yang sama.

Dari cara di atas di dapatkan grafik faccioli, 1978 :

2. Ambraseys, 1990

$$\log y = \alpha + \beta M_w - \log r + b$$

$$r = (d^2 + h^2)^{1/2}$$

Dimana:

$$\alpha = -1,101, \beta = 0,2615, b = -0,00255, h = 7,2$$

- Menggunakan data dan metode Joyner & Boore (1981) tetapi mengevaluasi ulang M_w untuk semua gempa bumi. Menemukan beberapa perubahan besar, mis. Santa Barbara berubah dari $M_w = 5,1$ menjadi $M_w = 5,85$. Menggunakan ML untuk 2 gempa bumi ($ML = 5,2, 6,2$)
- Menemukan efek ketidakpastian dalam M_w menyebabkan kurang dari 10% perubahan σ

- Juga menghitung persamaan menggunakan M_s , bukan M_w
 - Menemukan asumsi $M_s = M_w$ memperkenalkan perubahan arah, terutama untuk guncangan berkekuatan kecil, di sisi yang tidak aman, dan ini dapat menjadi signifikan dalam kasus di mana ada kelebihan gempa bumi kecil di set
- Dari cara di atas didapatkan grafik PGA ambraseys, 1990 :

3. Campbell, 1993

$$\begin{aligned} \ln Y &= -3.15 + 0.683M - \ln(R^2 \\ &+ (0.0586 * e^{(0.683M)})^2)^{0.5} \\ &- (0.015 - 0.000995)R + 0.27F \\ &+ (-0.105 \ln(R))S \end{aligned}$$

Dimana:

$$M = 5, e = 2.72, S = 1, F = 1$$

- Menggunakan $F=1$ mengacu, kemiringan, dan mekanisme thrust-oblique
- Memberikan periraan rata-rata kedalaman minimum ke atas zona rupture seismogenik
- Menggunakan model simulasi stokastik untuk mencari koefisien, karena penggunaan.
- Menggunakan metode regresi non linear berbobot berdasarkan Campbell (1981) untuk mengontrol dominasi dari gempa bumi yang tercatat dengan baik.

Dari cara di atas di dapatkan grafik PGA Campbell, 1993 sbb:

4. Donovan, 1973

$$Y = 1080 * e^{0.5} * M(R + 25)^{-1.32}$$

Dimana :

$$e = 2.72$$

- Catatan dari San Fernando (9/2/1971) gempa bumi dan 53% catatan dengan PGA kurang dari 0.5 m/dtk^2
- Menganggap bagian-bagian data dan menemukan ketergantungan besarnya meningkat dengan bertambahnya jarak dari sumber dan akselerasi yang lebih kecil meningkatkan ketergantungan besarnya. Jadi besarnya dan jarak tidak dapat dianggap sebagai variabel independen.

Dari cara di atas di dapatkan grafik PGA Donovan, 1973 sbb:

A. Peta Distribusi Episenter:

B. Peta Distribusi Energi Total Gempabumi :

C. Peta Distribusi Percepatan Tanah :

D. Peta Distribusi Intensitas Gempabumi Mercalli (MMI) :

Peta distribusi episenter menunjukkan bahwa hiposenter gempa dangkal hingga menengah berada pada wilayah selatan Bali akibat pertemuan zona subduksi lempeng dan memanjang hingga wilayah utara Bali ditambah pemicu lainnya berupa patahan naik belakang busur (*back arc thrust*), sedangkan hiposenter gempa dalam didominasi pada wilayah utara Bali akibat zona subduksi lempeng yang sudah menjam sangat curam ke dalam lapisan bumi. Asumsi ini dipertegas oleh penelitian McCaffrey and Nabelek (1987), gempa dangkal akibat proses subduksi umumnya terjadi di selatan Bali pada palung Jawa yang berjarak antara 150 km sampai dengan 200 km dari pantai selatan Pulau Bali. Secara umum hiposenter bertambah dalam ke arah utara akibat proses subduksi hingga kedalaman 600 km. Gempa dibawah Pulau Bali umumnya terdapat pada kedalaman 100 km sampai dengan 200 km. Walaupun begitu, gempa dangkal juga terdapat di Pulau Bali sendiri dan Cekungan Bali yang terletak di Utara Pulau Bali yang

terjadi sebagai akibat adanya patahan Busur Belakang Flores.

Peta distribusi energi total gempabumi menunjukkan bahwa wilayah utara (kab. Buleleng) dan timur (kab. Karangasem) merupakan lokasi pelepasan energi gempabumi terbesar. Akumulasi energi total rata-rata pada Pulau Bali adalah 1017,4 erg dimana energi total paling besar bernilai 1022,2 erg di wilayah kabupaten Buleleng pada koordinat 114,75 BT–115 BT. Distribusi energi ini diduga kuat akibat dari kolaborasi sumber gempa patahan naik belakang busur dan zona subduksi. Peta distribusi percepatan tanah dan peta distribusi intensitas juga menunjukkan bahwa wilayah utara dan timur Bali merupakan daerah paling ‘lemah’ saat terjadi gempa yang dapat dipicu oleh faktor-faktor seperti karakter tanah setempat, atenuasi, jarak wilayah ke sumber gempa, dan zona potensi pelepasan energi. Daerah dengan tingkat resiko kecil hingga sedang meliputi wilayah hampir sebagian besar daratan Bali yakni wilayah tengah hingga selatan meliputi Singaraja, Jembrana, Tabanan, Bangli, Gianyar, Badung, Klungkung, dan Denpasar.

V. Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis peta distribusi energi, percepatan tanah dan fungsi atenuasi dapat diketahui bahwa daerah Bali paling berisiko besar terhadap

dampak gempabumi adalah wilayah utara di kabupaten Buleleng dan wilayah timur di kabupaten Karangasem.

2. Kerawanan gempabumi pulau Bali disebabkan adanya aktivitas dua zona pembangkit gempa, yaitu penyusupan lempeng Indo-Australia dari arah selatan dan patahan naik di utara pulau Bali.

VI. Daftar pustaka

yohannachristiani.blogspot.com/2012/06/fungsi-atenuasi.html
<https://es.scribd.com/document/329470215/ATENUASI-docx>
<https://www.bmkg.go.id/artikel/?id=h1j94750907miqxr1855>
<http://geospasial.bnpb.go.id/2010/03/20/peta-indeks-rawan-bencana-provinsi-bali/>
Saputro, I. T. (2018, June 6). ANALISIS PERBANDINGAN KURVA HAZARD PADA KOTA BANDA ACEH DENGAN SUMBER GEMPA SESAR SEULIMEUM DAN MENGGUNAKAN BEBERAPA FUNGSI ATENUASI.
<https://doi.org/10.31227/osf.io/uvp2y>