

**PEMETAAN BAHAYA KEGEMPAAN WILAYAH LAMPUNG
MENGUNAKAN METODE *PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD*
ANALYSIS (PSHA)**

Anisa Dila Indriyani^[1], Dr. Tedi Yudistira, S.Si, M.Si^[2], Ruhul Firdaus, S.T, M.T.^[1], dan Bambang Sunardi, S.Si, M.T.^[3]

¹*Jurusan Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera*

²*Jurusan Teknik Geofisika, Institut Teknologi Bandung*

³*Puslitbang, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Kemayoran, Jakarta Pusat*

Email: anisadilaindriyani7@gmail.com

ABSTRAK

Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan tingkat bahaya kegempaan relatif tinggi. Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak bencana gempa adalah dengan membuat peta bahaya (*hazard*) gempa yang tercermin dalam peta percepatan tanah. Penelitian kali ini bertujuan untuk memetakan bahaya kegempaan di wilayah Lampung yang tercermin dalam nilai percepatan tanah maksimum (PGA) dan spektra percepatan di permukaan dengan keberadaan sumber gempa baru berdasarkan pendekatan probabilistik (PSHA). Tahapan penelitian meliputi studi literatur, identifikasi dan pemodelan sumber gempa (*megathrust, fault, dan background*), karakterisasi sumber gempa, penentuan fungsi atenuasi, *logic tree*, serta analisis *hazard* gempa. *Software* yang digunakan pada analisis ini adalah PSHA USGS. Data gempa yang digunakan untuk analisis ini adalah historis gempa dari tahun 1900 hingga 2017 dengan kedalaman 0-300 km, magnitudo ≥ 5 Mw, dan koordinat pusat -4.81° LS dan 104.875° BT dari katalog *United States Geological Survey* (USGS). Hasil penelitian menunjukkan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) dan spektra percepatan di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun berkisar 0,30 – 1,10 g untuk PGA, 0,50 - 3,50 g untuk spektra percepatan pada periode pendek ($T=0,2$ detik), dan 0,20 - 1,20 g untuk periode panjang ($T=1$ detik). Perbedaan rentang nilai percepatan di batuan dasar hasil penelitian dengan Peta Gempa 2010 (SNI 1726:2012) dikarenakan beberapa sumber gempa baru yang ikut diperhitungkan, perbedaan dalam karakterisasi sumber gempa, fungsi atenuasi serta katalog gempa yang digunakan. Serta nilai percepatan tanah maksimum (PGA_M) dan spektra percepatan pada periode $T=0,2$ detik dan $T=1$ detik di permukaan untuk wilayah Lampung memiliki rentang nilai 0,18 - 1,28 g untuk PGA_M , 0,38 – 3,54 g pada kondisi spektra $T=0,2$ detik, dan 0,36 – 1,45 g pada kondisi spektra $T=1$ detik.

Kata Kunci : PSHA, PGA, spektra percepatan, peta percepatan tanah.

ABSTRACT

Lampung is one provinces in Indonesia with relatively high level of vulnerability earthquake. An attempt to minimize the effect of earthquake disaster is making a seismic hazard map that reflected in ground acceleration map. This study aims to map seismic hazard in Lampung region that reflected in ground acceleration on surface at PGA and spectral acceleration with addition of new earthquake sources based on probabilistic

approach (PSHA). The steps done in this study consists of literature study, identification and modelling of earthquake sources (megathrust, fault, and background), characterization of earthquake sources, determination of attenuation functions, logic tree, and seismic hazard analysis. Software used this analysis is PSHA USGS. Earthquake data used in this analysis is the historical earthquake from 1900 to 2017 with the depth of 0-300 km, magnitude ≥ 5 Mw, and area of -4.81° LS dan 104.875° BT taken from catalog of United States Geological Survey (USGS). The results show that the ground acceleration at 2% probability of exceedance in 50 years in bedrock is 0,30 – 1,10 g for PGA, 0,50 – 3,50 g for short period (T=0.2 seconds), and 0,20 – 1,20 g for long period (T=1 seconds). The difference ground acceleration in bedrock of the result study with Earthquake Map 2010 (SNI 1726: 2012) because addition of new earthquake sources, earthquake characterization, attenuation function and earthquake catalog. Ground acceleration on surface has values between 0,18 - 1,28 g at PGA_M , 0,38 – 3,54 g for spectral acceleration at T=0,2 seconds, and 0,36 – 1,45 g for spectral acceleration at T=1 seconds.

Keywords: PSHA, PGA, spectral acceleration, ground acceleration map.

1. Pendahuluan

Provinsi Lampung merupakan suatu wilayah yang ada di pulau Sumatera yang cukup rawan terhadap bahaya bencana gempa bumi. Hal ini dikarenakan pada bagian barat pulau Sumatera terdapat sumber gempa aktif berupa zona subduksi dan sejumlah patahan.

Salah satu faktor yang menyebabkan besarnya kerusakan yang diakibatkan gempa bumi dikarenakan kualitas bangunan yang kurang baik dalam menahan guncangan gempa bumi. Mitigasi bencana gempa bumi menjadi sangat diperlukan untuk mengurangi bahaya yang diakibatkan oleh kejadian gempa bumi. Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak bencana gempa adalah dengan membuat peta bahaya (*hazard*) gempa yang tercermin dalam peta percepatan tanah. Peraturan terbaru mengenai bangunan internasional untuk bangunan tahan gempa sudah menggunakan peta hazard gempa dengan resiko terlampaui sebesar 2% selama masa bangunan 50 tahun.

Para peneliti terus berupaya mengembangkan metode-metode perhitungan bahaya gempa yang berguna untuk meminimalisir kerusakan, salah satunya dikenal dengan metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA).

Metode ini menghitung tingkat guncangan tanah di suatu lokasi secara probabilistik, artinya metode ini ikut menghitung faktor ketidakpastian dalam analisis seperti ukuran, lokasi, dan frekuensi kejadian gempa bumi, sehingga faktor-faktor ketidakpastian ini dapat diidentifikasi, dihitung lalu digabungkan dengan metode pendekatan yang rasional untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang kejadian gempa serta mampu mengintegrasikan bahaya gempa pada suatu *site* terhadap berbagai macam sumber gempa (Fauzi, 2011). Kelebihan dari metode ini yaitu memungkinkan untuk memasukkan pengaruh faktor-faktor ketidakpastian seperti ukuran, lokasi dan frekuensi kejadian gempa dalam analisis.

Penelitian tentang percepatan tanah wilayah Provinsi Lampung telah dilakukan salah satunya oleh Tim Revisi Peta Gempa 2010, namun penelitian tersebut masih bersifat global untuk seluruh wilayah Indonesia dan hanya terbatas pada percepatan tanah di batuan dasar. Percepatan tanah di batuan dasar terkadang tidak memberikan korelasi yang baik terhadap ukuran potensi kerusakan akibat gempa bumi, sehingga saat ini mulai dialihkan pada alternatif penggunaan percepatan tanah di permukaan sebagai pengukuran. Untuk mendapatkan percepatan tanah di permukaan perlu diketahui kondisi tanah permukaan yang menjadi dasar untuk menentukan klasifikasi jenis tanah pada daerah penelitian. Kondisi tanah daerah penelitian tersebut tercermin dari nilai rata-rata kecepatan rambat gelombang geser sedalam 30 m (V_s30).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian mengenai bahaya gempa yang tercermin dari nilai percepatan tanah khususnya wilayah Lampung dengan melibatkan sumber gempa dari referensi terbaru penting untuk dilakukan. Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan bahwa peta percepatan tanah wilayah Lampung dapat dimanfaatkan dalam hal upaya mitigasi bencana gempa dan sebagai bahan acuan perencanaan struktur bangunan yang tahan gempa.

2. Teori

Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)

Seismic Hazard Analysis dilakukan untuk memberikan estimasi kuantitatif dari guncangan gempa pada suatu lokasi tertentu. Hasil analisis bencana gempa ini dapat digunakan untuk pembuatan peta mikrozonasi dalam skala regional. Analisis bahaya kegempaan (*Seismic*

Hazard Analysis) bertujuan untuk menentukan suatu batas intensitas gempa tertentu yang berlaku di daerah yang diteliti berdasarkan nilai kemungkinan yang akan terjadi atau terlampaui pada periode waktu tertentu. Pembuatan peta mikrozonasi ini dilakukan dengan cara membagi kawasan yang akan diteliti dalam bentuk *grid-grid* dengan spasi tertentu. Kemudian dari setiap grid tersebut diestimasi parameter pergerakan tanahnya (*ground motion*).

Analisis *seismic hazard* ini dapat dilakukan melalui dua cara yaitu secara deterministik (*Deterministic Seismic Hazard Analysis*) dan probabilistik (*Probabilistic Seismic Hazard Analysis*). Metode deterministik umumnya skenario kejadian gempa telah ditentukan. Skenario tersebut meliputi kejadian gempa dengan magnitudo tertentu yang akan terjadi pada lokasi tertentu. Sedangkan metode probabilistik merupakan metode yang mempertimbangkan faktor ketidakpastian baik dalam hal magnitudo, lokasi, dan waktu kejadian gempa (Sunardi, 2013).

Sehingga pendekatan PSHA dapat digunakan untuk memprediksi seberapa besar probabilitas kondisi terburuk yang akan terjadi di daerah penelitian. Teori PSHA mengasumsikan magnitudo gempa bumi M dan jarak R adalah variabel acak kontinu dan independen (Susilo, 2013). Dalam bentuk umum, teori probabilitas total dapat dinyatakan dalam persamaan dibawah ini:

$$\lambda(IM > x) = \sum_{i=1}^{n_{source}} \lambda(M_i > m_{min}) \int_{m_{min}}^{m_{max}} \int_0^{r_{max}} P(IM > x | m, r) f_M(m) f_R(r) dr dm$$

Dimana:

f_M = fungsi distribusi dari magnitudo

f_R =fungsi distribusi dari jarak hiposenter

$P(IM > x | m, r)$ =probabilitas sebuah gempa dengan magnitudo m pada jarak r yang memberikan percepatan maksimum IM di lokasi yang lebih tinggi dari x .

$\lambda(IM > x)$ =annual rate of exceedance

3. Data dan Metodologi Penelitian

3.1 Data Penelitian

Pada penelitian mengenai analisis bahaya kegempaan di wilayah Lampung digunakan data gempa pada tahun 1900 hingga tahun 2017. Data gempa dikumpulkan dari katalog *United States Geological Survey* (USGS). Data katalog USGS memiliki koordinat pusat -4.81° LS dan 104.875° BT dengan radius 500 km dan kedalaman maksimum 300 km, dimana koordinat pusat tersebut merupakan titik tengah dari provinsi Lampung. Selain itu data yang dibutuhkan yaitu data kecepatan gelombang geser sampai dengan kedalaman 30 meter (V_s30) di wilayah Lampung dari katalog USGS.

3.2 Metodologi Penelitian

Penyeragaman Skala Magnitudo

Data yang telah didapatkan dari katalog USGS pada daerah penelitian menunjukkan bahwa skala magnitudonya berbeda-beda seperti magnitudo lokal (mL), magnitudo *body*, magnitudo *surface* (ms), dan magnitudo momen (M_w). Skala magnitudo yang berbeda-beda tersebut selanjutnya dikonversi terlebih dahulu menjadi satu skala magnitudo yang sama. Dalam penelitian kali ini digunakan skala magnitudo momen (M_w).

Declustering

Declustering merupakan suatu proses pemisahan antara gempa utama (*mainshock*) dan gempa susulan (*aftershock*) dengan menggunakan kriteria rentang waktu dan jarak. Dengan memasukkan kejadian gempa utama saja dalam analisis akan mengakibatkan peningkatan hasil analisis resiko gempa. Pada penelitian ini, kriteria yang digunakan dalam *declustering* adalah kriteria dari Reasenberg.

Pemodelan Sumber Gempa

Pemodelan sumber gempa merupakan salah satu komponen utama dalam PSHA. Zona Sumber gempa didefinisikan sebagai area yang mempunyai derajat gempa yang sama, mempunyai kemungkinan yang sama akan terjadi gempa di masa mendatang. Model sumber gempa yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu 4 sumber gempa *megathrust* (*megathrust* Mentawai-Pagai, *megathrust* Enggano, *megathrust* Selat Sunda, dan *megathrust* West-Central Java) dan 13 sumber gempa patahan (patahan Ketaun, Musi, Manna, Enggano, Kumering *North*, Semangko Barat-A, Semangko Barat-B, Semangko Timur-B, Semangko Graben A, Ujung Kulon A, Semangko Graben B, Semangko Timur-A, dan Kumering *South*).

Karakterisasi Sumber Gempa

Dalam analisis seismik *hazard* dengan pendekatan probabilistik, membutuhkan beberapa parameter input seperti nilai a , b , magnitudo maksimum, dan *slip rate*. Untuk penentuan nilai a dan b dari model sumber gempa *megathrust* diestimasi dengan menggunakan program ZMAP

Tabel 1: Data Parameter Sumber Gempa *Megathrust* Untuk Wilayah Lampung

No	Megathrust	Mmax	<i>b-value</i>	<i>a-value</i>
1	Mentawai-Pagai	8.9	1.51	8.75
2	Enggano	8.4	1.44	8.73
3	Selat Sunda	8.7	1.83	10.8
4	West-Central Java	8.7	1.8	9.89

Tabel 2: Data Parameter Sumber Gempa Patahan (*Fault*) Untuk Wilayah Lampung

(Irsyam, M., dkk, 2017 – Pusat Studi Gempa Nasional)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	Lengt h (km)	Mmax
	Main	Segment							
51	Sumatran Fault	Semangko Graben	3	normal	90	3	20	50	6.5
52	Sumatran Fault	Ujung Kulon A	10	Strike slip	90	3	20	80	7.3
51	Sumatran Fault	Semangko Graben B	3	normal	90	3	20	50	6.5
49	Sumatran Fault	Semangko Timur A	5	Strike slip	90	3	20	12	6.5
50	Sumatran Fault	Semangko Timur B	3	Strike slip	90	3	20	35	6.9
47	Sumatran Fault	Semangko Barat B	8	Strike slip	90	3	20	80	7.3
46	Sumatran Fault	Semangko Barat A	8	Strike slip	90	3	20	90	7.4
45	Sumatran Fault	Kumering South	12.5	Strike slip	90	3	20	60	7.1
44	Sumatran Fault	Kumering North	12.5	Strike slip	90	3	20	111	7.5
55	Mentawai Fault	Enggano	5.0	Strike slip	90	3	20	160	7.6
43	Sumatran Fault	Manna	13.5	Strike slip	90	3	20	85	7.3
42	Sumatran Fault	Musi	13.5	Strike slip	90	3	20	70	7.2
41	Sumatran Fault	Ketaun	12	Strike slip	90	3	20	85	7.3

Penentuan Fungsi Atenuasi

Dalam menurunkan fungsi atenuasi, diperlukan data percepatan tanah yang banyak supaya didapatkan fungsi atenuasi yang sesuai dengan daerah yang akan ditinjau. Di Indonesia, ketersediaan data percepatan tanah masih sedikit, sehingga belum bisa untuk mendapatkan suatu fungsi atau jenis atenuasi yang baik. Oleh karena itu dalam analisis *seismic hazard* wilayah Indonesia dapat menggunakan fungsi atenuasi yang diturunkan dari wilayah lain yang memiliki kemiripan kondisi tektonik dan geologi dengan Indonesia.

Fungsi atenuasi yang digunakan dalam penelitian ini berbeda untuk setiap jenis sumber gempa yang ditunjukkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 3: Fungsi Atenuasi Yang Digunakan Di Wilayah Penelitian (Irsyam, M., .dkk, 2017 – Pusat Studi Gempa Nasional)

Model Sumber Gempa	Jenis Atenuasi
<i>Megathrust</i>	<i>Geomatrix subduction</i>
	Atkinson-Boore BC <i>rock and global source subduction interface</i>
	Zhao dkk., <i>with variable V_{s30}</i>
<i>Fault (patahan)</i>	Boore-Atkinson NGA. (10-27-2006)
	Campbell-Bozorgnia NGA
	Chiou-Youngs NGA
<i>Background</i>	AB <i>intraslab seismicity, BC-rock</i>
	<i>Geomatrix slab seismicity rock, 1997</i>
	AB 2003 <i>intraslab seismicity world data BC-rock</i>

Logic Tree

Logic Tree merupakan suatu metode untuk memperhitungkan ketidakpastian pada parameter yang digunakan ketika melakukan perhitungan analisis *seismic hazard* dengan pendekatan probabilitas. Pendekatan dengan menggunakan *logic tree* ini memungkinkan untuk penggunaan beberapa alternatif model atau metode sehingga perlu ditentukan faktor bobot yang menggambarkan persentase kemungkinan keakuratan relatif suatu model dengan model lain. Faktor bobot tersebut akan dikalikan dengan tiap model yang diwakilinya. Jumlah faktor bobot dari tiap alternatif model adalah bernilai satu.

Peta Percepatan Tanah di Batuan Dasar

Software yang digunakan dalam penelitian analisis *seismic hazard* pada tugas akhir kali ini adalah USGS *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (USGS PSHA). Analisis seismik *hazard* dimodelkan untuk masing-masing sumber gempa karena pengaruh *megathrust, fault* maupun *background*.

Hasil akhir dari analisis seismik *hazard* ini berupa peta percepatan tanah di batuan dasar untuk daerah penelitian dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun dengan spasi grid $0,1^{\circ} \times 0,1^{\circ}$.

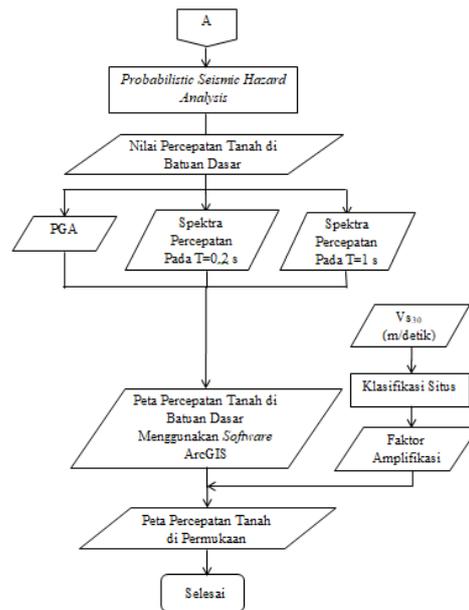
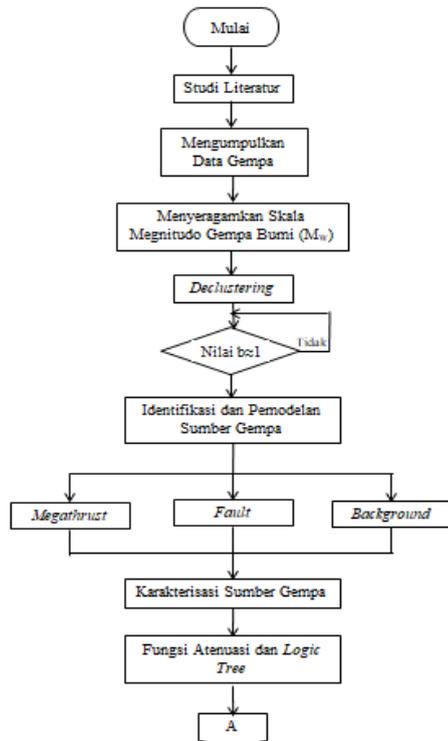
Peta Percepatan Tanah di Permukaan

Tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah memprediksi percepatan maksimum tanah di permukaan (*peak surface acceleration/PSA*) dan mendapatkan spektral percepatan di permukaan. Analisis ini akan sangat dipengaruhi oleh klasifikasi tanah pada lokasi yang ditinjau. Pada tahap ini dilakukan analisis dalam penentuan klasifikasi jenis tanah di wilayah Lampung berdasarkan nilai kecepatan rata rata gelombang geser sedalam 30 meter (V_{s30}) dari data USGS. Data tersebut dapat diperoleh melalui <http://earthquake.usgs.gov/hazards/apps/vs30>. Setelah mendapatkan kelas situs atau jenis tanah, kita akan mendapatkan nilai faktor amplifikasi pada tiap *site*. Dan untuk mendapatkan nilai percepatan tanah di permukaan, dilakukan dengan

cara mengalikan besar percepatan tanah di batuan dasar yang telah diperoleh sebelumnya menggunakan metode probabilitas dengan faktor amplifikasi. Hasil akhirnya digunakan untuk pembuatan peta percepatan maksimum tanah di permukaan dan respon spektra percepatan di permukaan untuk wilayah Lampung.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari tahapan penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

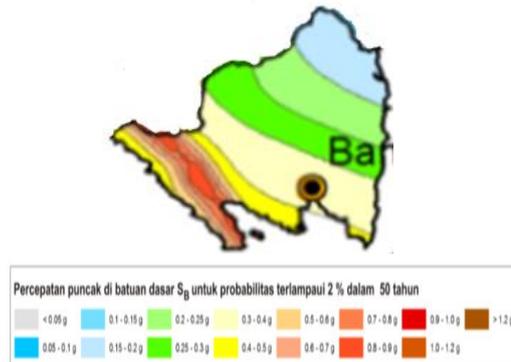
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian berupa nilai percepatan tanah maksimum dan spektra percepatan pada periode pendek ($T = 0,2$ detik) dan periode panjang ($T = 1$ detik) di batuan dasar dan di permukaan. Analisis bahaya (*hazard*) gempa dengan pendekatan probabilistik dibatasi untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun atau setara dengan periode ulang gempa 2.475 tahun, di mana peraturan-peraturan gempa modern saat ini telah menggunakan ketentuan tersebut. Satuan yang digunakan pada PGA dan spektra percepatan adalah satuan “g” (gravitasi).

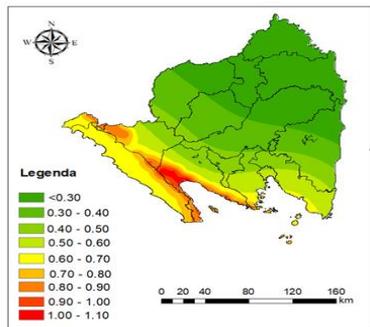
Peta Percepatan Tanah Maksimum (PGA) di Batuan Dasar.

Setiap sumber gempa yang dilibatkan dalam penelitian ini, memberikan kontribusi dalam perhitungan PGA di batuan dasar. Hasilnya menunjukkan nilai PGA di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun untuk wilayah Lampung memiliki nilai antara 0,30 g hingga 1,10 g. Nilai PGA yang tinggi ini disebabkan karena

lokasi atau *site* tersebut paling dekat dengan sumber gempa patahan, sehingga didapatkan pola sedemikian rupa. Pola yang didapatkan semakin ke arah timur nilai PGA yang diperoleh akan semakin kecil, hal ini disebabkan karena letaknya yang semakin jauh dari sumber gempa patahan dan *megathrust*.



(A)



(B)

Gambar 2. Perbandingan peta percepatan tanah maksimum (PGA) di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun hasil Tim Revisi Gempa Indonesia 2010 (A) dengan hasil penelitian Tugas Akhir (B)

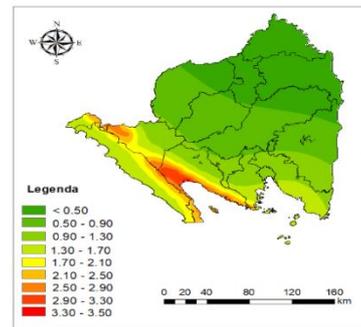
Peta Percepatan Tanah di Batuan Dasar pada Kondisi Spektra $T=0,2$ detik

Sebagaimana untuk mendapatkan nilai PGA, perhitungan ini diperoleh melalui kombinasi nilai percepatan tanah pada kondisi spektra $T=0,2$ detik dari tiap model sumber gempa subduksi/*megathrust*, sumber gempa patahan/*fault*, dan sumber gempa

background dengan periode ulang 2.475 tahun. Tiap jenis sumber gempa ini memberikan kontribusi pada perhitungan nilai percepatan pada kondisi spektra $T=0,2$ detik di batuan dasar. Peta percepatan tanah akibat kombinasi ketiga sumber gempa pada $T = 0,2$ detik untuk wilayah Lampung memiliki rentang nilai antara 0,50 g hingga 3,50 g.



(A)



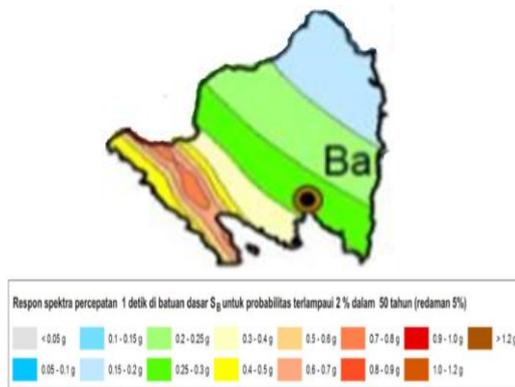
(B)

Gambar 3. Perbandingan peta percepatan di batuan dasar pada kondisi spektra $T = 0,2$ detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun hasil Tim Revisi Gempa Indonesia 2010 (A) dengan hasil penelitian Tugas Akhir (B)

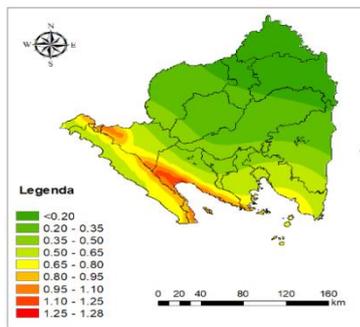
Peta Percepatan Tanah di Batuan Dasar pada Kondisi Spektra $T=1$ detik

Peta percepatan tanah di batuan dasar pada kondisi spektra $T=1$ detik diperoleh melalui kombinasi nilai percepatan tanah pada kondisi spektra

T=1 detik dari tiap model sumber gempa subduksi/*megathrust*, sumber gempa patahan/*fault*, dan sumber gempa *background* dengan periode ulang 2.475 tahun. Tiap jenis sumber gempa ini memberikan kontribusi pada perhitungan nilai percepatan di batuan dasar. Peta percepatan tanah akibat kombinasi ketiga sumber gempa pada T = 1 detik untuk wilayah Lampung memiliki rentang nilai antara 0,20 g hingga 1,20 g.



(A)



(B)

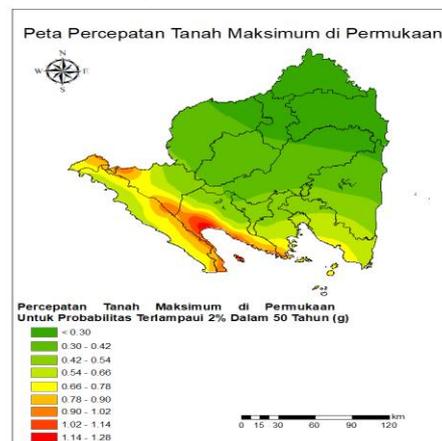
Gambar 4. Perbandingan peta percepatan di batuan dasar pada kondisi spektra T = 1 detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun hasil Tim Revisi Gempa Indonesia 2010 (A) dengan hasil penelitian Tugas Akhir (B)

Jika dilihat dari gambar 2, 3, dan 4, dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan secara umum sama, tetapi ada beberapa perbedaan detail. Perbedaan detail itu berupa perbedaan

rentang nilai percepatan tanah hasil penelitian yang didapat dengan hasil Tim Revisi Gempa Indonesia tahun 2010. Perbedaan rentang nilai tersebut dikarenakan perbedaan dalam hal sumber gempa yang digunakan, karakterisasi sumber gempa, fungsi atenuasi serta katalog gempa yang digunakan. Sumber-sumber gempa yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berdasarkan sumber gempa dari referensi terbaru (Hasil Tim Pusat Studi Gempa Nasional 2017).

Peta Percepatan Tanah Maksimum di Permukaan (PGA_M)

Perbandingan percepatan tanah di permukaan dan di batuan dasar tercemin dalam nilai amplifikasi. Peta percepatan tanah maksimum di permukaan (PGA_M) untuk wilayah Provinsi Lampung ditunjukkan pada gambar 5. Faktor amplifikasi untuk percepatan maksimum di batuan dasar (F_{PGA}) memiliki rentang nilai antara 1,0 – 1,6. Nilai percepatan tanah maksimum di permukaan memiliki rentang nilai antara 0,18 g – 1,28 g. Nilai terbesar berada pada daerah yang berada relatif dekat dengan sumber gempa *fault* atau patahan dan dipengaruhi oleh gempa-gempa pada sumber gempa subduksi/*Megathrust*.

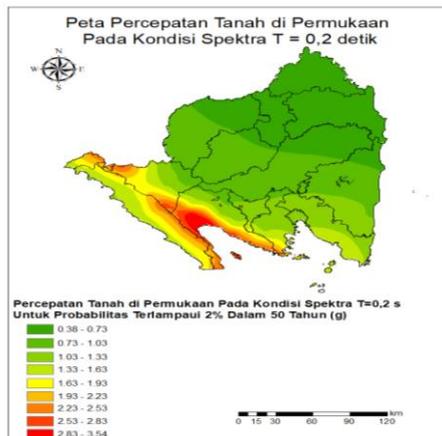


Gambar 5. Peta percepatan tanah

maksimum di permukaan (PGA_M) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun

Peta Percepatan Tanah di Permukaan pada Kondisi Spektra T = 0,2 detik

Peta percepatan tanah di permukaan pada kondisi spektra T=0,2 detik untuk wilayah Provinsi Lampung ditunjukkan pada gambar 6. Faktor amplifikasi percepatan tanah di batuan dasar pada kondisi spektra T=0,2 detik (F_a) memiliki rentang nilai 1,0 – 1,6. Nilai percepatan tanah di permukaan pada kondisi spektra T=0,2 detik memiliki rentang nilai antara 0,38 g – 3,54 g. Nilai terbesar berada pada daerah yang berada relatif dekat dengan sumber gempa *fault* atau patahan dan dipengaruhi oleh gempa-gempa pada sumber gempa subduksi/*Megathrust*.

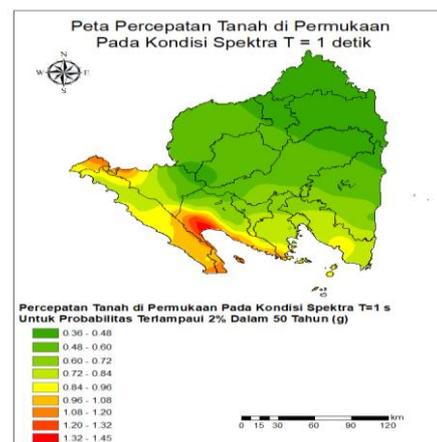


Gambar 6. Peta percepatan tanah di permukaan pada kondisi spektra T = 0,2 detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun

Peta Percepatan Tanah di Permukaan pada Kondisi Spektra T = 1 detik

Peta percepatan tanah di permukaan pada kondisi spektra T=1 detik untuk wilayah Provinsi Lampung ditunjukkan pada gambar 7. Faktor amplifikasi percepatan tanah di batuan dasar pada kondisi spektra T=1 detik (F_v) memiliki

rentang nilai 1,0 – 2,2. Nilai percepatan tanah di permukaan pada kondisi spektra T=1 detik memiliki rentang nilai antara 0,36 g – 1,45 g. Nilai terbesar berada pada daerah yang berada relatif dekat dengan sumber gempa *fault* atau patahan dan dipengaruhi oleh gempa-gempa pada sumber gempa subduksi/*Megathrust*.



Gambar 7. Peta percepatan tanah di permukaan pada kondisi spektra T = 1 detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. A. Nilai percepatan tanah (PGA) dan spektra percepatan di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun untuk wilayah Lampung diperoleh rentang nilai percepatan 0,30 – 1,10 g untuk PGA , 0,50 - 3,50 g untuk T=0,2 detik, dan 0,20 - 1,20 g untuk T=1 detik.
- B. Hasil yang didapatkan dari penelitian Tugas Akhir dan Peta Gempa 2010 (SNI 1726:2012) menunjukkan hasil yang secara umum sama, tetapi ada beberapa

perbedaan detail berupa perbedaan rentang nilai percepatan. Hasil penelitian menunjukkan nilai yang sedikit lebih besar. Perbedaan rentang nilai ini dikarenakan perbedaan sumber gempa yang ikut diperhitungkan, perbedaan dalam karakterisasi sumber gempa, fungsi atenuasi serta katalog gempa yang digunakan.

2. Nilai percepatan tanah maksimum (PGA_M) dan spektra percepatan pada periode $T=0,2$ detik dan $T=1$ detik di permukaan untuk wilayah Lampung memiliki rentang nilai 0,18 - 1,28 g untuk PGA_M , 0,38 - 3,54 g pada kondisi spektra $T=0,2$ detik, dan 0,36 - 1,45 g pada kondisi spektra $T=1$ detik.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah penulis lakukan, ada beberapa saran yang bisa diberikan yaitu:

1. Mengingat belum adanya fungsi atenuasi khusus untuk wilayah Indonesia, maka sebaiknya dilakukan kajian lebih lanjut agar menghasilkan suatu fungsi atenuasi khusus yang bisa digunakan untuk wilayah Indonesia, sehingga hasil yang didapatkan menjadi lebih maksimal.
2. Peta percepatan tanah di wilayah Lampung perlu dilakukan *update* atau direvisi ulang secara berkala karena adanya perubahan model sumber gempa akibat dari gempa-gempa baru yang terus terjadi dan kemungkinan ditemukannya sumber gempa sesar yang baru.

Daftar Pustaka

- Asrurifak, M. 2010. Peta Respon Spektra Indonesia Untuk Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan Model Sumber Gempa Tiga Dimensi Dalam Analisis Probabilitas. Disertasi: Intitut Teknologi Bandung.
- Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A: *General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, Gov. Printing Office.
- Bird, P. 2003. *An updated digital model of plate boundaries*. Geochemistry, Geophysics, Geosystems.
- Cornell, C.A. 1968. *Engineering Seismic Risk Analysis*. Bull. Seismol. Soc. Am.
- Crouse, C.B. 1992. *Seismic Hazard Evaluation Offshore Northwest Java*, Indonesia. Rep. MaxusARII Offshore Area Indonesia.
- Darman, H. & Sidi, H. 2000, *An Outline of The Geology of Indonesia*, IAGI-2000
- Fauzi, U.J. 2011. Peta Deagregasi Indonesia Berdasarkan Analisis Probabilitas dengan Sumber Gempa Tiga Dimensi. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hedberg, D. 1976. *Second Edition: International Stratigraphic Guige*, Amos Salvador.
- Hidayati,S. 2010. Mekanisme Fokus dan Parameter Sumber Gempa Vulkano-Tektonik di Gunung Guntur Jawa Barat. Jurnal geologi Indonesia. Badan Geologi. Bandung.
- Hutapea, B.M & Mangape, I. 2009. Analisis *Hazard* Gempa dan Usulan *Ground Motion* pada

- Batuan Dasar untuk Kota Jakarta. Jurnal Teknik Sipil.
- Ibrahim, G. & Subardjo. 2005. Pengetahuan Seismologi. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Irsyam, M., dkk. 2010. Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempabumi Indonesia 2010. Kementerian Pekerjaan Umum. Bandung.
- Mahesworo, R.P. 2008. Usulan *Ground Motion* Untuk Empat Kota Besar di Wilayah Sumatera Berdasarkan Hasil Analisis *Seismic Hazard* Menggunakan Model Sumber Gempa 3 Dimensi. Institut Teknologi Bandung.
- Mangga, S., dkk. 1994. Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera. Bandung: PPG.
- Reid, H.F. 1991. *The elastic-rebound theory of earthquakes*. California. University of California Press.
- Santoso, E.W. 2005. Penataan Ruang Kota Meulaboh Pasca Gempa Bumi dan Tsunami 26 Desember 2004. Jakarta. Jurnal Air, Lahan, Lingkungan dan Mitigasi Bencana. P3TPSLK BBPT.
- Seed, H.B., 1972. *Soil and Geological Effects on Site Response During Earthquakes*. Research and Application, vol. I.
- SNI. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2012). Badan Standardisasi Nasional.
- Subardjo. 2004. Pengetahuan Seismologi. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Sunardi, B. 2013. Peta Deagregasi *Hazard* Gempa Wilayah Jawa dan Rekomendasai *Ground Motion* di Empat Daerah. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Supartoyo & Surono. 2008. Katalog Gempa Bumi Merusak di Indonesia Tahun 1629-2007. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Susilo, A., Adnan, Z. 2013. *Probabilistic Seismic Hazard Analysis of East Java Region, Indonesia*.
- Tim Pusat Studi Gempa Nasional. 2017. Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Bandung: Pusat Litbang Perumahan dan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Widodo, P. 2012. Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta. Pustaka Pelajar
- Winardi, A. 2006. Gempa Jogja, Indonesia & Dunia. Jakarta. Gramedia.

