ISSN : 2541 - 0318 [Online]
ISSN : 2541 - 2884 [Print]

Deagregasi Hazard Dan Rekomendasi Ground Motion Sintetik Di Provinsi Riau

[*] Elvis Saputra[1], Lalu Makrup[1]
[1)] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,5 Yogyakarta, 55584
[*)]elvizsaputra95@gmail.com; lalu_makruf@yahoo.com

Abstract
Indonesia is recorded to have experienced several large earthquakes and caused many casualties. One of the efforts that can be made to reduce the risk of earthquake disasters is to design buildings with an earthquake-resistant concept. In building planning with the concept of earthquake resistance, especially high buildings, time history data is needed in planning earthquake loads. The availability of time history data in Indonesia is still a big problem. To overcome this data limitation, an alternative can be provided by creating a synthetic ground motion. The purpose of this research is to provide time history data in Riau Province which can be used as a reference in designing earthquake loads for building planning. Determination of Uniform Hazard Spectrum (UHS) was carried out using a probabilistic method, followed by spectral matching to obtain synthetic ground motion. The results of this study indicate that the risk of earthquakes is represented in the form of acceleration values in Riau province at UHS which have an acceleration value of 0.27 g at T = 0 seconds, 0.63 g at T = 0.2 seconds, and 0.41 g at T = 1 second. The source of the earthquake that is predicted to have the largest contribution to earthquake risk is the shallow crustal earthquake source, namely the Barumun Fault with a dominance of 63.68%. The results of synthetic ground motion for Riau Province have a maximum acceleration value of 0.26 g.

Keywords: Earthquake, probability method (PSHA), synthetic ground motion

Abstrak
Indonesia tercatat telah mengalami beberapa kali gempa dengan kekuatan yang cukup besar dan menyebabkan banyak korban jiwa. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risko bencana yang diakibatkan oleh gempa adalah mendesain bangunan dengan konsep tahan gempa. Dalam perencanaan bangunan dengan konsep tahan gempa teurtama gedung tinggi dibutuhkan data *time history* dalam merencanakan beban gempa. ketersediaan data *tim history* di Indonesia saat ini masih menjadi kendala. Untuk mengatasi keterbatasan data tersebut, maka diberikan alternatif dengan membuat ground motion sentetik. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menyediakan data time history rekaman gempa di Provinsi Riau yang dapat jadikan referensi dalam mendesain beban gempa untuk perencanaan gedung. Penentuan Uniform Hazard Spectrum (UHS) dilakukan dengan metode probabilistik, kemudian dilanjutkan dengan melakukan spectral matching untuk mendapatkan ground motion sintetik. Hasil dari penelitian ini diperoleh risiko gempa yang direpresentasikan dalam bentuk nilai percepatan di provinsi Riau pada UHS memiliki nilai percepatan 0.27 g pada T = 0 detik, 0.63 g pada T = 0.2 detik, dan 0.41 g pada T = 1 detik. Sumber gempa yang diprediksi memiliki kontribusi terbesar terhadap risiko gempa adalah sumber gempa shallow crustall yaitu Sesar Barumun dengan dominasi sebesar 63,68%. Hasil Ground motion sintetik untuk Provinsi Riau memiliki nilai percepatan maksimum sebesar 0.26 g.

Kata Kunci: Gempa, metode probabilitas (PSHA), ground motion sintetik.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal dengan wilayah rawan bencana karena diapit oleh 3 lempeng besar dunia yang bergerak saling mendekati satu sama lain yaitu lempeng Eurasia, Indo-Asutralia, dan pasifik. Indonesia tercatat telah mengalami beberapa kali gempa dengan kekuatan yang cukup besar dan menyababkan banyak korban jiwa. Salah satu faktor yang menjadi penyebab banyaknya korban berjatuhan adalah karena terimpa/tertimban material bangunan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risko bencana yang diakibatkan oleh gempa adalah mendesain bangunan dengan konsep tahan gempa. banyaknya bangunan yang roboh diakibatkan karena dalam pelaksanaan pembangunan tidak mengaplikasikan konsep bangunan tahan gempa sehingga kektika terjadi gempa maka bangunan-bangunan tersebut akan sangat mudah untuk terjadi rusak berat.

Riau merupakan salah satu provinsi di Sumatera yang selama ini dikenal dengan wilayah yang memiliki indeks risiko gempa yang rendah. Indek risiko pada suatu provinsi tidak semuanya merata, oleh karena itu tidak dapat diseragamkan bahwa semua kabupaten/kota yang ada di provinsi Riau memiliki indek rendah. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Saputra (2020), Hasil dari penelitian ini deiketahi bahwa dari 12 kab/kota yang ada di Provinsi Riau terdapat 3 Kabupaten yang memiliki nilai percepatan cukup tinggi dari yang lainnya yaitu Kab. Rokan Hulu, Kab. Kampar, dan Kab. Kuantan Singingi. Oleh karena itu, perlu perhatian lebih pada 3 kabupaten tersebut dan pemerintah Provinsi Riau sebaiknya sudah mulai mempertimbangkan aspek kegempaan terhadap pembangunan-pembangunan infrastruktur seperti gedung bertingkat dan lainnya.

Dalam perencanaan bangunan dengan tahan gempa diperlukan beban gempa rencana. Salah satu beban gempa rencana yang dipelukan adalah data *time history* atau data rekaman kejadian gempa yang telah terhjadi dimasa lampau. Ketersediaan data rekaman gempa di Indonesia saat ini masih menjadi kendala (Pawirodikromo et al., 2020). Masih sangat sedikit data yang dapat diperoleh dan terkadang tidak sesuai dengan karakteristik wilayah yang diinginkan. Untuk mengatasi keterbatasan data tersebut, maka diberikan alternatif dengan membuat ground motion sentetik berdasarkan data-data *time history* yang ada di negara lain dengan melakukan pendekatan berdasarkan

ISSN : 2541 - 0318 [Online]
ISSN : 2541 - 2884 [Print]

kesesuaian kondisi geologi, seismologi dan target parameter pergerakan tanah.

Berdasarkan permasalaha di atas, maka perlu dilakukan usulan ground motion sintetik untuk Provinsi Riau terutama pada kabupaten-kanupaten yang berdekatan dengan sumber gempa. Wilayah yang akan dijadikan objek dalam pembuatan ground motion sintetik dalam penelitian ini adalah Kabupaten Kampar karena memiliki jarak yang lebih dekat dengan sumber gempa. Tersedianya rekaman gempa buatan maka akan memberikan kemudahan kepada pihak praktisi dalam mendesain gedung terutaman gedung-gedung tinggi.

Probabilistic Seismic Hazard Analysis

Metode *Probabilistic seismic hazard analysis* (PSHA) merupakan salah satu metode yang paling umun digunakan dalam penentuan tingkat ancaman gempa. Kejadian gempa bumi yang tidak dapat ditentukan dengan pasti baik itu bersaran energi, lokasi kejadian, dan waktu kejadian. Dengan ketidakpastian tersebut, maka penggunaan metode probabilitas (PSHA) menjadi solusi yang tepat karena kejadian gempa dengan intensitas dan probabilitas tertentu dapat diperkirakan (Yohanes Laka Suku, 2014). Persamaan yang digunakan dalam menganalisis tingkat ancaman gempa degan metode probabilistik sebagai berikut (Makrup, 2013):

$$Px\,(x) = \nu \int_M^R \int_R^M P[X > x \mid m, r]\, f_M(m)\, f_R(r)\, dr\, dm \quad (1)$$

dengan :

$P_X(x)$ = Probabilitas total dari suatu gempa yang menghasilkan percepatan puncak $X > x$, magnitude M, jarak R selama rentang waktu yang ditinjau.

f_M = Fungsi probabilitas magnitude.

fR = Fungsi probabilitas jarak.

$P\,(X > x \mid m, r)$ = Probabilitas sebuah gempa dengan magnitude m pada jarak r yang memberikan percepatan maksimum X di lokasi lebih tinggi dari x.

Deagregasi Hazard

Tingkat ancaman gempa yang direpresentasikan dalam nilai percepatan dapat ditentukan dengan analisis metode PSHA. Sedangkan kemungkinan magnitude dan jarak yang memiliki pengaruh dominan terhadapt lokasi tinjauan belum dapat ditentukan (Makrup, 2013). Ketersediaan rekaman gempa masih manjadi persoalan di Indonesia saat ini, sehingga untuk mendapatkan rekaman gempa pada lokasi tertentu diperlukan modifikasi rekaman gempa yang bisa disebut sebagai ground motion sintetik. Dalam pembuatan gorund motion sintetik diperlukan data magnitude dan jarak dominan yang nantinya akan dijadikan acuan dalam penentuan rekaman gempa pilihan sebagai pengganti ketidaksediaan data. Oleh karena itu, diperlukan analisis deagrgasi hazard untuk menentukan data-data magnitude dan jarak dominan.

Sinthetic Ground Motion

Ketersediaan rekaman gempa masih manjadi persoalan di Indonesia saat ini, sehingga untuk mendapatkan rekaman gempa pada lokasi tertentu masih sulit didapatkan. Minimnya ketersediaa data gempa yang disebabkan karena terbatasnya jumlah statsiun pencatat rekaman gempa yang ada. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat gorund motion sitentik. Pada prinsipnya pembuatan ground motion sintetik dibuat dengan menggunakan data rekaman gempa dari lokasi lain kemudian diskalakan sesuai dengan spektra target (Sunardi, 2013).

METODE

Pengumpulan dan Pengolahan Data Gempa

Dalam penentuan nilai-nilai parameter seismik dibutuhkan data catatan kejadian gempa. Data kejadian gempa yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh dari *United States of Geological Surveys* (USGS, n.d.) dengan rentang waktu pengambilan dari tahun 1963 s.d. 2020. Data yang diperoleh dari USGS memiliki skala magnitude bervariasi. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lajut dengan mengkonversi menjadi satu skala magnitude yaitu magnitude momen (Mw) karena dianggap lebih konsisten menggunakan persamaan empirik oleh (Asrurifak et al., 2010).

Setelah melakukan penyeragaman magnitude manjadi magnitude momen (Mw), masih diperlukan pengolahan data gempa lebih lanjut yaitu memisahkan dapat gempa utama dan susulan dengan menggunakan bantuan program ZMAP (Wiemer, 2001). Memasukkan data gempa susulan dalam analisis PSHA akan menyababkan peningkatan nilai seismik hazard (Makrup, 2013).

Pemodelan Sumber Gempa

Terdapat 2 jenis sumber yang akan dimodelkan dalam penelitian ini yaitu sumber gempa subduksi dan sumber gempa *fault*/patahan. Model sumber gempa dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antara data kerjadian gempa dan model hitungan yang akan digunakan dalam analisis PSHA untuk menentukan tingkat risiko gempa (Sunardi, 2013).

Model sumber gempa memberikan gambaran frekuensi kejadian gempa, distribusi kejadian gempa, dan pergeseran relatif sumber gempa (*slip-rate*) dari suatu sumber gempa (Irsyam et al., 2010).

Penentuan Parameter Sumber Gempa

Parameter sumber gempa merupakan representasi dari karakteristik sumber gempa yang diproleh dari analisis data frekuensi kerjadian gempa (Sunardi, 2013). Adapun parameter-paramter sumber gempa yang diperlukan dalam analisis PSHA seperti magnitude maksimum, *slip rate*, nilai *a* dan nilai *b*, dan *rate*.

Penentuan *Uniform Hazard Spectrum*

Penentuan nilai percepatan dan *uniform hazard spectrum* (UHS) pada penelitian menggunakan bantun program SR-Model (Makrup, 2009). Program ini menganalisis tingkat risiko gempa dengan model 3D dengan metode probabilistik dan mempertimbangkan ketidakpastian penggunaan beberapa parameter input. Ketidakpastian (uncertainty) dibagi menjadi jenis yaitu

ISSN : 2541 - 0318 [Online]
ISSN : 2541 - 2884 [Print]

aleatory uncertainty dan *epistmic uncetainty*. Dalam analisis menggunakan metode PSHA, ketidakpastian *epistemic* dapat diatasi dengan menerapkan model *logic tree* (Pawirodikromo, 2018).

Analisis Deagregasi Hazard

Hasil yang diperoleh dari analisis PSHA adalah medapatkan tingkat ancaman gempa pada titik tertentu yang direpresentasikan dalam bentuk nilai percepatan, untuk untuk megetahui kontribusi sumber gempa terbesar dari suatu titik ke lokasi sumber gempa dan begitu juga untuk magnitude dan jarak dominan belum diketahui. Sedangkan untuk menyediakan gempa desain dalam bentuk *time history* diperlukan data salah satu diantaranya adalah magnitude dan jarak dominan. Oleh karena itu diperlakukan analisis deagregasi hazard untuk mengetahui jarak dan magnitude dominan. Dalam penelitian ini, analisis deagregasi dilakukan dengan menggunakan bantuan program SR-Model.

Pembuatan Ground Motion Sintetik

Pembuatan ground motion sintetik dilakukan berdasarkan hasil analisis PSHA dan Deagregasi Hazard. UHS yang diperoleh dari analisis PSHA akan dijadikan sebagai respon spektra target dalam proses analisis. Sedangkan jarak & magnitude dominan, dan jenis sumber gempa yang diperoleh dari hasil analisis deagregasi hazard akan dijadikan dasar atau acuan dalam memilih rekaman-rekaman gempa yang memiliki kesamaan karakteristik dengan lokasi yang ditinjau. Data rekaman-rekaman gempa yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari (PEER, 2013).

Setelah UHS dan data rekaman gempa diperoleh maka langkah selanjutnya membuat gorund motion sentetik dengan melakukan proses matching antara spektra target dan rekaman gempa pilihan menggunakan bantuan program SeismoMatch (Seismosoft, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan dan Pengolahan data Gempa

Batas adimistrasi wilayah pengambilan data gempa berada pada koordinat longitude 97.02 - 103.023 dan latitude -3.90 – 2.96. Berdasarkan data dari USGS diperoleh data kejadian yang tercatat dari tahun 1963 – 2020 dengan magnitude ≤ 5 dan kedalaman < 300 km sebanyak ± 800 kejadian gempa di Provinsi Riau.

Setelah pengumpulan data selesai, dilanjutkan dengan pegolahan data gempa yang diawali dengan mengkonversi menjadi satu skala magnitude yaitu magnitude momen (Mw). Setelah proses konversi selesai dilanjutkan dengan memisahkan data gempa utama dan ikutan. Dari hasil analisis menggunakan program ZMAP diproleh bahwa dari 825 kejadian gempa teridentifikasi, terdapat sebanyak 691 data gempa susulan. Dari hasil disini diketahui bahwa data gempa susulan lebih dominan dari data gempa utama.

Pemodelan Sumber Gempa

Penentuan model sumber gempa dilakukan dengan melakukan interpretasi terhadap kondisi seismoteknik, geologi, dan geofisika berdasarkan data kejadian gempa dan penelitian terdahulu (Sunardi, 2013). Sumber-sumber gempa yang dimodelkan dalam penelitian ini terdari dari sumber gempa subduksi dan patahan. Adapun sumber-sumber gempa yang memliki konstribusi risiko terhadap benana gempa di Povinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabe l. Sumber Gempa Subduksi

Sumber Gempa	Segmen
Subduksi	1. *Nias-Simelue*
	2. *Batu*
	3. *Mentawai-Siberut*
	4. Mentawai Pagai

Tabel 2. Sumber Gempa Patahan

Sumber Gempa	Zona Sumber Gempa Patahan
Shallow Crustal	1. Renun A
	2. Renun B
	3. Renun C
	4. Angkola
	5. Barumun
	6. Sianok
	7. Sumani
	8. Suliti
	9. Siulak
	10. Dikit
	11. Ketaun
	12. Musi

Penentuan Parameter Sumber Gempa

Parameter-parameter sumber gempa diperlukan sebagai parameter input dalam proses analisis PSHA. Penentuan nilai-nilai parameter PSHA dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program ZMAP dan juga berdasarkan penelitian terdahulu. Hasil analisis disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Parameter sumber gempa subduksi

No	Zona	Nilai a	Nilai b	α	β	*Rate* (ν)	Mmax
1	*Nias-Simelue*	5.98	1.1	13,77	2.53	3.02	8,9
3	*Batu*	6.55	1.2	15,08	2.76	3.55	8,2
5	*Mentawai-Siberut*	6.55	1.2	15,08	2.76	3.55	8,7
6	*Mentawai Pagai*	5.36	0.98	12,34	2.26	2.85	8,9

Tabel 4. Karakteristik Sumber Gempa Shallow Crustal (PuSGeN, 2017)

No	*Segmen*	*Source Mechanism*	*Slip Rate*	Nilai b	Nilai a	*Rate* ν	M_{max}
1	Renun A	*Strike slip*	10.5	1	4.92	0.83	7.4
2	Renun B	*Strike slip*	8	1	4.81	0.65	6.8
3	Renun C	*Strike slip*	8	1	4.59	0.39	6.7
4	Barumun	*Strike slip*	6	1	4.57	0.37	7.7
5	Angkola	*Strike slip*	6.5	1	4.62	0.42	7.5
6	Sianok	*Strike slip*	14	1	4.62	0.42	7.4
7	Sumani	*Strike slip*	14	1	4.94	0.87	7.1
8	Suliti	*Strike slip*	14	1	4.88	0.77	7.4
9	Siulak	*Strike slip*	14	1	4.94	0.87	7.2

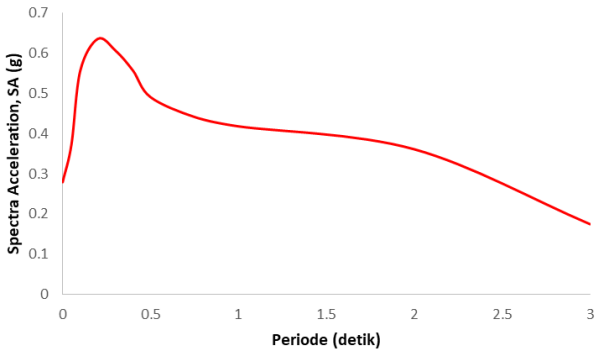
ISSN : 2541 - 0318 [Online]
ISSN : 2541 - 2884 [Print]

10	Dikit	*Strike slip*	12	1	4.90	0.80	7.1
11	Ketaun	*Strike slip*	12	1	4.82	0.66	7.3
12	Musi	*Strike slip*	13.5	1	4.85	0.71	7.2

Penentuan *Uniform Hazard Spectrum*

Setelah karakteristik masing-masing sumber gempa diketahui, maka data tersebut selanjutnya diinput ke dalam program SR-Model untuk menentukan *uniform hazard spectrum* di Provinsi Riau.

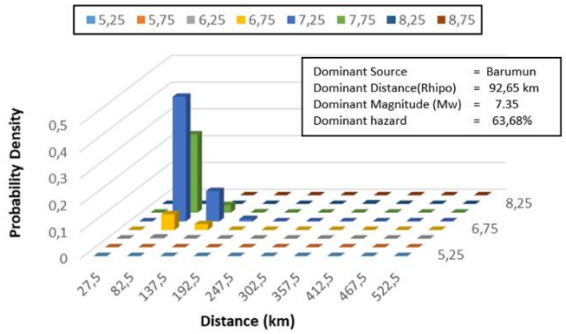
Tingkat bahaya gempa suatu wilayah direpresentasikan dalam bentuk nilai percepatan. Penentuan nilai percepatan pada penelitian ini menggunakan metode probabilitik (PSHA) dengan menggunakan bantuan SR-Model. Outpun analisis percepatan pada penelitian ini bukan berupa nilai distribusi percepatan melainkan *uniform hazard sepektrum* (UHS) pada titik tertentu yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan sintektik ground motion. Titik lokasi yang digunakan dalam menentukan UHS berada pada koordinat Longitude 100.8854° dan Latitude 0.2955° di Kabupaten Kampar. Hasil analisis UHS perwakilan titik di Provinsi Riau yaitu Kabupaten Kampar disajikan pada Gambar 1. Gambar tersebut merupakan UHS dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.



Gambar 1. UHS Provinsi Riau

Deagregasi Hazard

Hasil analisis deagregasi dijadikan sebagai penentu dalam pemilihan kesesuaian ground motion pada lokasi tinajuan. Magnitude dominan dan jarak dominan yang telah teridentifikasi akan dimanfaatkan dalam pemilihan rekaman-rekaman gempa. Hasil analisis deagregasi hazard di provinsi Riau disajikan pada Gambar2.



Gambar 2. Deagregasi hazard Provinsi Riau

Gambar 2 merupakan hasil deagregasi hazard di Provinsi Riau pada periode T = 0 detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun dan menunjukkan hasil bahwa sumber gempa yang memiliki pengaruh paling besar terhadap risiko gempa di Provinsi Riau adalah sumber gempa patahan atau lebih tepatnya yaitu patahan/sesar Barumun dengan kontribusi pengaruhnya sebesar 63,68% .

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penlitian yang dilakukan oleh (Pawirodikromo et al., 2020) di Yogyakarta dimana kontribusi terbesar sumber gempa ada di sumber gempa *shallow crustal* atau patahan dikarenakan memiliki jarak sumber gempa yang lebih dekat.

Sesar Barumun merupakan salah satu sesar Sumatera yang berada di Provinsi Sumatera Utara. Nilai laju geser Sesar Barumun berkisar 9-11 mm/tahun (PuSGeN, 2017).

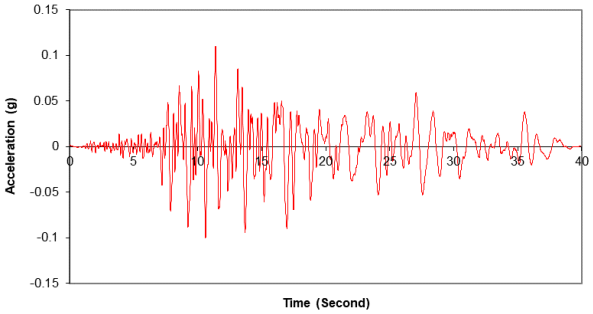
Selain mengetahui sumber gempa dominan, juga diketahui dominasi magnitude dan jarak dari sumber gempa ke lokasi tinjauan. Pada Ganbar 2 dapat dilihat bahwa nilai magnitude dominan di Provinsi Riau berada pada besaran 7.35 Mw dan jarak dominan berada pada besaran 92,65 km. Hasil-hasil dari analisis ini seperti Magnitude dominan, jarak dominan dan jenis sumber gempa dominan akan dijadikan sebagai acua dalam pemilihan rekaman kejadian gempa (*time history*).

Pemilihan Rekaman Gempa

Berdasarkan hasil analisis deagregasi hazard dapat ditentukan data rekaman kejadian gempa yang memiliki karaketeristik yang sama, dalam hal ini maksudnya memiliki kesamaan magnitude, jarak sumber gempa ke lokasi tinjauan dan yang terakhir adalah kesesuaian kecepatan gelombang geser (Vs). Meskipun secara teori demikian, namun fakta yang terjadi tidak semua pendekatan-pendekatan tersebut bisa dipenuhi. oleh karena itu, pemilihan rekaman gempa dalam penelitian ini tidak hanya berdasarkan kesesuaian data-data yang di jelaskan di atas, tetapi juga berdasarkan kesesuaian pada kurva *spectral matching*. Rekaman gempa yang dipilih pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 3.

Tabel 5. *Time history* seleksi (PEER, 2013)

Event	*Year*	*Station*	*M*	*Rjb (km)*	*Rrup (km)*	*Vs30 (m/s)*
Coalinga	1983	Parkfield - Cholame 12W	6,36	55,05	55,77	359,03

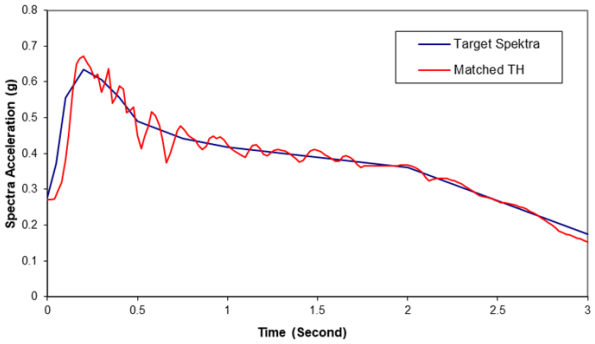


Gambar 3. Rekaman gempa Coalinga 1983 (PEER, 2013)

ISSN : 2541 - 0318 [Online]
ISSN : 2541 - 2884 [Print]

Spectral Matching

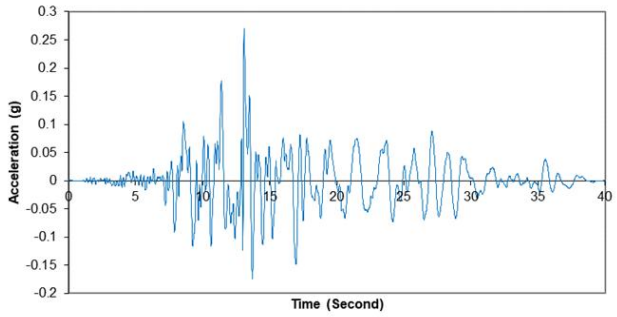
Setelah data rekaman gempa berhasil ditentukan maka langkah berikutnya dilakukan proses *matching* antara sepktra target pada Gambar 1 dengan data rekaman gempa pada Gambar 3 dengan bantuan program *SeismoMatch*. Hasil matching antara spektra target dan rekaman gempa pilihan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Spectral matching*

Pembuatan Ground Motion Sintetik

Setelah proses s*pektra matching* selesai, maka langkah berikutya dapat diketahui seperti apa bentuk ground motion sintetik di Privinsi Riau berdasarkan spektra target dan data rekaman gempa cloalinga tahun 1983. Hasil Ground motion sintetik Provinsi Riau dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Ground motion Sintetik Provinsi Riau

Dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil analisis, ground motion sintetik untuk Provinsi di Riau pada Gambar 5 memiliki frekuensi getaran gempa yang rendah dengan nilai percepatan maksimum hingga 0.25 g.

Dalam perencanaan bangunan gedung terutama analisis berdasarkan *performance based seismic desain* (PBSD), data rekaman gempa (*time history*) sangat diperlukan dalam proses desain. Oleh karena itu, hasil ground motion sintetik yang diperoleh dalam penelitian ini (Gambar 5) dapat dimanfaat oleh pemerintah maupun praktisi dalam perancanaan bangunan gedung terutama gedung bertingkat banyak di Provinsi Riau.

KESIMPULAN

Hasil analisis risiko gempa yang direpresentasikan dalam bentuk nilai percepatan di provinsi Riau pada UHS memiliki nilai percepatan 0.27 g pada T = 0 detik, 0.63 g pada T = 0.2 detik, dan 0.41 g pada T = 1 detik.

Sumber gempa yang diprediksi memiliki kontribusi terbesar terhadap risiko gempa di Provinsi Riau adalah sumber *gempa shallow crustall* yaitu Sesar Barumun dengan dominasi sebesar 63,68%.

Berdasarkan kesesuaian hasil deagregasi hazard, *time history* yang dipilih dalam proses pembuatan ground motion sitetik adalah *time history* Coalinga 1983.

Dengan bantuan program SeismoMatch diperoleh ground motion sintetik untu Provinsi Riau seperti yang disajikan pada Gambar 5.

DAFTAR PUSTAKA

Asrurifak, M., I., B., B., W., T., & Hendriyawan, H. (2010). Development of Spectral Hazard Map for Indonesia with a Return Period of 2500 Years using Probabilistic Method. *Civil Engineering Dimension*, *12*(1), 52–62. https://doi.org/10.9744/ced.12.1.52-62

Irsyam, M., Sengara, W., Aldiamar, F., & Widiyantoro, S. (2010). *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010*. Kementerian Pekerjaan Umum.

Makrup, L. (2009). *Pengembangan Peta Deagregasi Hazard untuk Indonesia Melalui Pembuatan Software dengan Pemodelan Sumber Gempa Tiga Dimensi*. Institut Teknologi Bandung.

Makrup, L. (2013). *Seismic Hazard untuk Indonesia* (Edisi Pert). Graha Ilmu.

Pawirodikromo, W. (2018). The estimated pga map of the Mw6.4 2006 yogyakarta Indonesia earthquake, constructed from the modified mercalli intensity imm. *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, *51*(2), 92–104. https://doi.org/10.5459/bnzsee.51.2.92-104

Pawirodikromo, W., Makrup, L., Teguh, M., & Suryo, B. (2020). Development of synthetic ground motion at a specific site in Yogyakarta town, Indonesia utilizing the PSHA Method. *E3S Web of Conferences*, *156*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015602011

PEER. (2013). *PEER Ground Motion Database - PEER Center*. https://ngawest2.berkeley.edu/

PuSGeN. (2017). *Peta Sumber Daya dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017* (Cetakan Pe). Pustlitbang PUPR.

Seismosoft. (2009). *SeismoMatch* (1.0.3.). https://seismosoft.com/products/seismomatch/

Sunardi, B. (2013). *Peta Deagregasi Hazard Gempa Wilayah Jawa dan Rekomendasi Ground Motion di Empat Daerah*. Universitas Islam Indonesia.

USGS. (n.d.). *Search Earthquake Catalog*. Retrieved March 11, 2021, from https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/

Wiemer, S. (2001). A software package to analyze seismicity: ZMAP. *Seismological Research Letters*, *72*(3), 373–382. https://doi.org/10.1785/gssrl.72.3.373

Yohanes Laka Suku, R. S. A. (2014). Analisis Probabilitas Resiko Gempa (Probabilistic Seismic Hazard Analysis) Kota Ende Berdasarkan Fungsi Atenuasi Joyner-Boore dan Youngs. *Majalah Ilmiah Indikator*, *17*(2), 1–18. https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0

ISSN : 2541 - 0318 [Online]
ISSN : 2541 - 2884 [Print]

%2C5&q=“Analisis+Probabilitas+Resiko+Gempa+%28Probabilistic+Seismic+Hazard+Analysis%29+Kota+Ende+Berdasarkan+Fungsi+Atenuasi+JoynerBoore+dan+Youngs&btnG=