Potensi Gempa Terhadap Struktur Bangunan Panggung di Lahan Basah Kalimantan Selatan

Darmansyah Tjitradi¹, Eliatun²

¹Pengajar Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lambung Mangkurat. Konsentrasi bidang keahlian teknik struktur, khususnya struktur beton bertulang, permodelan komputer struktur bangunan, dan assesment keruntuhan bangunan.

²Pengajar Program Studi Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat. Konsentrasi bidang keahlian penulis adalah manajemen rekayasa konstruksi

✉ eliatun_tarip@ulm.ac.id

Kalimantan Selatan merupakan wilayah di Indonesia yang hampir tak tersentuh oleh potensi kerawanan bencana alam akibat aktivitas seismik dan vulkanis. Walaupun daerah Kalimantan Selatan merupakan daerah yang memiliki kondisi minim aktivitas seismik dan vulkanik sehingga aman atau termasuk wilayah gempa paling ringan (WG-1), namun kondisi lahannya umumnya merupakan lahan basah/ rawa yang memiliki daya dukung rendah/ tanah lunak yang sangat berpotensi merusak bangunan akibat terjadinya amplifikasi getaran gempa, selain itu adanya endapan batuan yang lunak, dan memiliki struktur geologi yang didominasi oleh sesar dan lipatan. Dengan menggunakan peraturan SNI 1726:2012 dan program desain spektra Indonesia milik Puskim PU dapat diperoleh grafik respon spektrum gempa rencana untuk struktur bangunan panggung di lahan basah yang mewakili 13 daerah di provinsi Kalimantan Selatan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa grafik respon spektrum gempa rencana untuk semua daerah Kalimantan Selatan memiliki perilaku normal yaitu semakin lunak kondisi tanah maka gaya gempa dasar akan semakin besar juga, Kabupaten Balangan dan Kabupaten Tanah Laut memiliki potensi gempa terbesar dan terendah untuk semua kondisi tanah, dan daerah ini termasuk dalam Kategori Desain Seismik A dengan sistem struktur adalah sistem rangka pemikul momen biasa/ menengah/ khusus atau sistem dinding struktur biasa/ khusus.

Kata kunci: gempa, respon spektrum gempa, struktur panggung, lahan basah, Kalimantan Selatan

Dijukan: 13 September 2019

Direvisi: 14 September 2019

Diterima: 16 September 2019

Dipublikasikan online: 1 Oktober 2019

Pendahuluan

Indonesia merupakan wilayah yang sering sekali mengalami gempa bumi. Beberapa gempa besar pernah melanda Indonesia dan sebagian juga sangat berpotensi menyebabkan terjadinya tsunami. Beberapa daerah yang memiliki potensi gempa bumi besar seperti pesisir barat Sumatera, Selatan Jawa, hingga Maluku, Sulawesi dan tanah Papua. Namun terdapat satu daerah yang jarang berpotensi terjadinya gempa bumi, yaitu pulau Kalimantan. Pulau Kalimantan adalah satu-satunya wilayah di Indonesia yang sangat jarang terkena guncangan gempa bumi. Hal ini dikarenakan pulau Kalimantan memang berada kokoh di atas lempeng Eurasia dan minimnya aktifitas tektonik di permukaan tersebut, sehingga pulau Kalimantan menjadi daerah yang aman terhadap gempa bumi dan tsunami. Namun pulau Kalimantan masih beresiko terjadinya gempa bumi dikarenakan adanya endapan batuan yang lunak, dan memiliki struktur geologi yang didominasi oleh sesar dan lipatan. Secara umum sesar-sesar di Pulau Kalimantan mempunyai tiga arah, yaitu utara–selatan, barat laut–tenggara, dan barat daya–timur laut. Lipatan yang terdapat pada bagian timur Kalimantan pada umumnya berarah barat daya–

timur laut. Pola struktur geologi tersebut terbentuk akibat aktivitas tektonik yang terjadi sebelumnya (Rizkianingtyas T., 2018). Berdasarkan kompilasi data dari beberapa peneliti (Hamilton, 1979; Moss; Simons dkk., 2007; Hutchison, 2007), diperoleh beberapa nama sesar di Pulau Kalimantan, yaitu, Sesar Tinjia di Serawak, Sesar Adang di Kalimantan Barat, Sesar Sangkulirang di Kalimantan Timur, Sesar Paternoster di Selat Makassar. Di samping itu, juga terdapat subduksi Borneo di barat laut Sabah, subduksi Sulu di timur laut Sabah, dan subduksi Sulawesi Utara di timur Kalimantan Utara dan Kalimantan Timur (Supartoyo, 2015).

Sedangkan menurut data BMKG, 8 tahun terakhir sejak 2008 s.d. 2016 Kalimantan Selatan setidaknya telah mengalami 3 kali gempa bumi, yaitu (Zaki, 2016):

1. 05 Februari 2008: Pulau Laut, Sebu, Pulau Sembilan, Pagatan, dan Batulicin bergetar akibat gempa bumi berkekuatan 5,8 SR dengan episentrum di kedalaman 33 km.
2. 04 Desember 2012: Gempa bumi kembali terjadi pukul 10.13 Waktu setempat, berkekuatan 4,8 SR dengan episentrum 46 LS dan 115.40 BT 15 km Barat Laut Hulu Sungai Tengah, Kalimantan Selatan pada kedalaman 11 km.

Cara mensitasi artikel ini:

Tjitradi, D, dan Eliatun (2019) Potensi Gempa Terhadap Struktur Bangunan Panggung di Lahan Basah Kalimantan Selatan. *Buletin Profesi Insinyur* 2(2) 056-062

3. 05 April 2016: Gempa bumi kembali terjadi pukul 20.40 Waktu setempat, berkekuatan 4,1 SR dengan lokasi 1,94° LS dan 115,46° BT Barabai, Kabupaten Hulu Sungai Tengah, Kalimantan Selatan pada kedalaman 11 km.

Selain itu selama tahun 2016 telah beberapa kali terjadi gempa bumi yang besar seperti di Taiwan (6,4 SR), Italia (6,2 SR), Selandia Baru (7,8 SR), Fukushima (6,9 SR), Aceh (7,8 SR), dan Chili (7,7 SR), (Liberty, 2016). Dan pada tahun 2018 Indonesia telah mengalami gempa besar di Donggala Sulawesi Tengah yang juga diikuti terjadinya tsunami yang telah memorakporandakan kota Palu (Rizkianingtyas, 2018).

Dengan berdasarkan catatan gempa pada daerah Kalimantan Selatan dan telah terjadinya peristiwa gempa bumi yang besar di beberapa negara yang dikawatirkan akan mengubah arah jalur gempa. Berdasarkan peraturan Gempa terbaru SNI 1726:2012 Kalimantan Selatan termasuk wilayah gempa paling ringan (WG 1). Walaupun daerah Kalimantan Selatan merupakan daerah yang memiliki kondisi minim aktivitas seismik dan vulkanik sehingga aman atau termasuk wilayah gempa paling ringan terhadap gempa bumi, namun daerah Kalimantan Selatan umumnya merupakan lahan basah/ rawa yang memiliki daya dukung rendah/ tanah lunak yang sangat berpotensi merusak bangunan akibat terjadinya amplifikasi getaran gempa.

Maka melalui penelitian ini sangat diperlukan sekali melakukan kajian potensi gempa pada struktur bangunan panggung di lahan basah Kalimantan Selatan berdasarkan peraturan gempa terbaru SNI 1726:2012, selain itu peraturan gempa terbaru SNI 1726:2012 juga tidak menyediakan lagi grafik respon spektrum gempa rencana seperti peraturan gempa yang terdahulu SNI 03-1726-2003. Sehingga melalui kajian ini akan tersedia grafik respon spektrum gempa rencana untuk bangunan di daerah Kalimantan Selatan, yang tentunya sangat bermanfaat bagi masyarakat luas terutama pelaku dunia konstruksi dalam mendesain bangunan di daerah lahan basah Kalimantan Selatan.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah:

- 1) Menentukan daerah yang mewakili Kalimantan Selatan yang akan dibuat grafik respon spektrum gempa rencananya (Gambar 1).

Daerah yang dipilih untuk mewakili daerah Kalimantan Selatan adalah: Kabupaten Barito Kuala, Marabahan (Tanah Lunak), Kota Banjarmasin (Tanah Lunak), Kota Banjarbaru (Tanah Keras), Kabupaten Banjar, Martapura (Tanah Sedang dan Tanah Lunak), Kabupaten Tapin, Rantau (Tanah Sedang dan Tanah Lunak), Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kandungan (Tanah Sedang dan Tanah Lunak), Kabupaten Hulu Sungai Tengah, Barabai (Tanah Keras dan Tanah Lunak), Kabupaten Hulu Sungai Utara, Amuntai (Tanah Lunak), Kabupaten Balangan, Paringin (Tanah Lunak), Kabupaten Tabalong, Tanjung (Tanah Keras), Kabupaten Tanah Laut, Pelaihari (Tanah Sedang), Kabupaten Tanah Bumbu, Batulicin (Tanah Sedang), Kabupaten Kotabaru, Kotabaru (Tanah Sedang)

- 2) Pengolahan Data Peta Gempa daerah di Kalimantan Selatan.

Data yang diperoleh dari peta Gempa maupun melalui online website <http://puskim.pu.go.id> adalah parameter percepatan gempa terpetakan (S_s dan S_1) setiap kota dan kabupaten di daerah Kalimantan Selatan yang merupakan parameter awal dalam penyusunan grafik Respon Spektrum Desain Gempa.

Prosedur pembuatan grafik respon desain gempa daerah Kalimantan Selatan menurut SNI 1726:2012 adalah sebagai berikut (Himawan dkk., 2013):

- Menetapkan lokasi bangunan yang mewakili 13 daerah di Kalimantan Selatan
- Menentukan parameter percepatan gempa terpetakan (S_s dan S_1)
- Menentukan Koefisien Situs (F_a dan F_v) yang merupakan kondisi tanah bangunan pada daerah Kalimantan Selatan.
- Menghitung Parameter Percepatan Spektral Desain (S_{MS} dan S_{M1}).
- $S_{MS} = S_s \cdot F_a$
- $S_{M1} = S_1 \cdot F_v$
- Menentukan Koefisien Modifikasi Respon (S_{DS} dan S_{D1})
- $S_{DS} = (2/3) \cdot S_{MS}$
- $S_{D1} = (2/3) \cdot S_{M1}$
- Membuat grafik respon spektrum desain gempa bangunan pada daerah Kalimantan Selatan yang ditinjau.

- 3) Analisis Potensi Kegempaan di setiap Daerah Kalimantan Selatan

Setelah dibuat grafik respon spektrum desain gempa setiap daerah di Kalimantan Selatan maka dapat dianalisis potensi gempa terhadap bangunan di lahan basah Kalimantan Selatan dalam bentuk grafik. Diambil kasus sebuah bangunan kantor struktur panggung beton bertulang 4 lantai seperti pada Gambar 2 yang akan dibandingkan besar gaya gempa dasar (V) yang akan bekerja pada setiap kondisi tanah di daerah Kalimantan Selatan.

Perhitungan gaya gempa dasar (V) dilakukan menggunakan Metode Statik Ekuivalen dengan langkah sebagai berikut:

1. Analisis Gaya Lateral Statik Ekuivalen
 - a) Menghitung jumlah tingkat bangunan/lapis (N)
 - b) Menghitung Periode Fundamental Pendekatan (T_a)
 - c) Menghitung Koefisien Batas Atas periode (C_u)
 - d) Menentukan Periode Fundamental Struktur (T) , diambil T_{max}
2. Menetapkan Kategori Resiko (Risk Category)
3. Menentukan Kategori Desain Seismik (SDC = Seismic Design Category) (KDS)
4. Menentukan Sistem Struktur
5. Menentukan Koefisien Modifikasi Respon (R)
6. Menentukan Faktor Keutamaan Gempa (I_e)
7. Menentukan Koefisien Respons Seismik (C_s)
8. Menghitung Gaya Gempa Dasar (V)

Gambar 1. Peta Daerah Kalimantan Selatan

Gambar 2. Bangunan kantor struktur panggung beton bertulang 4 lantai

Hasil Kerja/Analisa

1) Analisis Respon Spektrum Gempa Daerah Kalimantan Selatan

Hasil dari analisis respons spektrum gempa untuk 13 daerah yang mewakili daerah Kalimantan Selatan yang dibuat dengan menggunakan website <http://puskim.pu.go.id> dapat dilihat pada Gambar 3 s.d. 15.

2) Analisis Gaya Gempa Dasar Daerah Kalimantan Selatan

Hasil dari analisis gaya gempa dasar terhadap model struktur bangunan di daerah Kalimantan Selatan yang menggunakan

metode statik ekuivalen dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 16.

Dari hasil analisis gaya gempa dasar menurut SNI 1726:2012 dapat diketahui bahwa kota Banjarmasin memiliki Kategori Desain Seismik KDS = A dan sistem struktur yang diijinkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa/ Menengah/ Khusus atau Sistem Dinding Struktur Biasa/ Khusus. Selain itu dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa Kabupaten Balangan dan Kabupaten Tanah Laut memiliki potensi gempa terbesar dan terendah untuk semua kondisi tanah.

Gambar 3. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Barito Kuala, Marabahan

Gambar 4. Grafik Respons Spektrum Gempa Kota Banjarmasin

Gambar 5. Grafik Respons Spektrum Gempa Kota Banjarbaru

Gambar 6. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Banjar, Martapura

Gambar 7. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Tapin, Rantau

Gambar 8. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten HSS, Kandangan

Gambar 9. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten HST, Barabai

Gambar 10. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten HSU, Amuntai

Gambar 11. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Balangan, Paringin

Gambar 12. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Tabalong, Tanjung

Gambar 13. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Tanah Laut, Peleihari

Gambar 14. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Tanah Bumbu, Batulicin

Kesimpulan

Dari hasil analisis gempa yang menggunakan metode statik ekuivalen terhadap 13 daerah Kalimantan Selatan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Telah diperoleh grafik respon spektrum gempa rencana yang mewakili 13 daerah di Kalimantan Selatan.
- 2) Kabupaten Balangan memiliki potensi gempa terbesar dengan gaya gempa dasar terbesar dan terendah adalah Kabupaten Tanah Laut untuk semua kondisi tanah.
- 3) Grafik respon spektrum gempa rencana untuk semua daerah Kalimantan Selatan memiliki perilaku normal (tidak terdapat anomali), hal ini berarti bahwa semakin lunak kondisi tanah maka gaya gempa dasar akan semakin besar juga.
- 4) Daerah Kalimantan Selatan termasuk dalam Kategori Desain Seismik A.
- 5) Sistem struktur untuk struktur di daerah Kalimantan Selatan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa/ Menengah/ Khusus atau Sistem Dinding Struktur Biasa/ Khusus.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknik ULM yang telah memberikan bantuan dana dalam melaksanakan penelitian ini.

Referensi

- Himawan I, dkk., (2013) *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012*, Semarang (2013).
- Liberty, J (2016) Tahunnya Gempa Bumi Dahsyat, <http://www.suara.com/teknologi/2016/12/27/>

Gambar 15. Grafik Respons Spektrum Gempa Kabupaten Kotabaru, Kotabaru

- 203700/2016-tahunnya-gempa-bumi-dasyat, diakses 13 Januari 2017).
- Rizkianingtyas, T (2018), Jarang Terjadi Gempa, Benarkah Pulau Kalimantan Sepenuhnya Aman dari Gempa Bumi?, <http://travel.tribunnews.com/2018/10/01/jarang-terjadi-gempa-benarkah-pulau-kalimantan-sepenuhnya-aman-dari-gempa-bumi?page=3>, diakses 28 Februari 2019).
- SNI 1726 (2012) *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, BSN.
- Supartoyo (2015) Mitos Tiada Gempa Di Kalimantan <http://geomagz.geologi.esdm.go.id/mitos-tiada-gempa-di-kalimantan/>, diakses 28 Februari 2019).
- Zaki (2016) *Sejarah Gempa Bumi di Kalimantan Selatan 2008– 2016*, <http://banjarmasinpedia.blogspot.co.id/2016/04/gempa-bumi-kalimantan-selatan.html>, diakses 13 Januari 2017).

Gambar 16. Grafik Gaya Gempa Dasar daerah Kalimantan Selatan

Tabel 1. Hasil Analisis Gaya Gempa Dasar Daerah Kalimantan Selatan

No	Nama Daerah	Lokasi	Gaya Gempa Dasar (V) (ton)				Keterangan Kondisi Tanah
			Batuan (B)	Tanah Keras (C)	Tanah Sedang (D)	Tanah Lunak (E)	
1	Kabupaten Balangan	Kantor Bupati Balangan di Paringin	17.402	29.583	43.385	68.505	Tanah Lunak
2	Kabupaten Tabalong	Kantor Bupati Tabalong di Tanjung	16.354	27.801	40.363	63.445	Tanah Keras
3	Kabupaten Hulu Sungai Tengah (HST)	Stadion Murakata Barabai	16.144	27.445	39.767	62.443	Tanah Lunak Tanah Keras
4	Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU)	Tugu Itik Amuntai	16.144	27.445	39.767	62.443	Sangat Lunak
5	Kabupaten Hulu Sungai Selatan (HSS)	Tugu Dodol Kandungan	14.047	23.880	33.968	748.490	Perbatasan dengan Tapin = Tanah Lunak Tanah Sedang
6	Kabupaten Kotabaru	Kantor Bupati Tanah Bumbu di Batulicin	12.160	20.673	29.185	44.357	Tanah Sedang
7	Kabupaten Tapin	Pasar Raya Rantau	11.951	20.316	28.682	43.461	Tanah Lunak Tanah Sedang
8	Kabupaten Tanah Bumbu	Kantor Bupati Tanah Bumbu di Batulicin	10.483	17.821	25.159	37.365	Tanah Keras Tanah Sedang
9	Kabupaten Barito Kuala	Kantor PDAM Marabahan	9.015	15.326	21.442	31.565	Sangat Lunak
10	Kabupaten Banjar	Alun-Alun Martapura	7.967	12.147	16.196	25.306	Perbatasan Banjarbaru = Tanah Sedang Perbatasan dengan Banjarmasin = Tanah Lunak
11	Kota Banjarbaru	Universitas Achmad Yani Banjarbaru	7.967	11.634	15.512	24.237	Tanah Keras
12	Kota Banjarmasin	Taman Siring 0 Kilometer	7.548	10.265	13.687	21.385	Sangat Lunak
13	Kabupaten Tanah Laut	Kantor Bupati Kabupaten Tanah Laut di Peleihari	7.548	9.239	12.318	19.247	Tanah Sedang

Keterangan:

Tanah Sangat Lunak		Tanah Lunak		Tanah Sedang		Tanah Keras
---	--------------------	---	-------------	---	--------------	---	-------------