
Desain Praktis Beban Gempa Dasar Untuk Bangunan Di Lahan Basah Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan

Darmansyah Tjitradi*¹, Eliatun², Husnul Khatimi², Abdul Karim²,
Della Dwi Lestari³, Aeron Tjitradi⁴

¹Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, FT. ULM, Banjarmasin

²Program Studi S1 Teknik Sipil, FT. ULM, Banjarbaru

³Program Studi Magister Teknik Sipil, FT. ULM, Banjarmasin

⁴Program Studi S1 Teknologi Informasi, FT. ULM, Banjarmasin

e-mail: *tjitradi_syah@ulm.ac.id

Abstract

Banjar Regency is a regency in the province of South Kalimantan which has an area of 4,688 km² and a population of 580,100 people at the end of 2023. Banjar Regency has a capital city located in Martapura sub-district and is included in the Banjar Bakula metropolitan area candidate. Although the Banjar Regency area is an area with minimal seismic and volcanic activity, it has wetlands/swamps with low bearing capacity/soft soil that has the potential to damage buildings due to the amplification of earthquake vibrations. According to earthquake data, South Kalimantan and Banjar Regency in particular have experienced several earthquakes such as 13-14 February 2024 Banjar Regency (M4.7, M3.3, and M4.1), 18 February 2024 Hulu Sungai Tengah Regency (M3.2) and 02 April 2024 Tabalong (2.8M). This study aims to develop a practical design graph of the basic earthquake load spectrum response at 20 building locations in the sub-districts of Banjar Regency, which is certainly very useful for the wider community, especially construction actors in designing buildings in the wetland areas of Banjar Regency. The results of this study indicate that the design earthquake spectrum response graph for all sub-districts in Banjar Regency has normal behavior, namely the softer the soil conditions or the higher the building risk category, the greater the basic earthquake force that works, and structural design parameters, equations and practical design graphs have been obtained to determine the magnitude of the basic earthquake load (V) based on the weight of the building (W), risk category and site class for Banjar Regency.

Keywords: earthquake, spectrum response, basic earthquake load, Banjar Regency

Abstrak

Kabupaten Banjar adalah sebuah kabupaten di provinsi Kalimantan Selatan yang memiliki luas wilayah 4.688 km² dan berpenduduk sebanyak 580,100 jiwa pada akhir tahun 2023. Kabupaten Banjar memiliki ibu kota yang terletak di kecamatan Martapura dan termasuk dalam calon wilayah metropolitan Banjar Bakula. Walaupun daerah Kab. Banjar merupakan daerah yang memiliki kondisi minim aktivitas seismik dan vulkanik, namun memiliki lahan basah/ rawa yang daya dukungnya rendah/ tanah lunak yang sangat berpotensi merusak bangunan akibat terjadinya amplifikasi getaran gempa. Menurut data gempa bumi, Kalimantan Selatan dan Kabupaten Banjar khususnya telah beberapa kali mengalami gempa bumi seperti 13 dan 14 Februari 2024 Kab. Banjar (M4,7, M3,3, dan M4,1), 18 Februari 2024 Kab. Hulu Sungai Tengah (M3,2) dan 02

April 2024 Tabalong (2,8M). Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan grafik desain praktis respon spektrum beban gempa dasar pada 20 lokasi bangunan di kecamatan Kabupaten Banjar, yang tentunya sangat bermanfaat bagi masyarakat luas terutama pelaku dunia konstruksi dalam mendesain bangunan di daerah lahan basah Kabupaten Banjar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa grafik respon spektrum gempa rencana untuk semua kecamatan di Kabupaten Banjar memiliki perilaku normal, yaitu semakin lunak kondisi tanah atau semakin tinggi kategori resiko bangunan, maka gaya gempa dasar akan semakin besar juga, serta telah diperoleh parameter desain struktur, persamaan dan grafik desain praktis untuk menentukan besar beban gempa dasar (V) berdasarkan berat bangunan (W), kategori resiko, dan kelas situs untuk Kabupaten Banjar.

Kata Kunci: gempa bumi, respon spektrum gempa, beban gempa dasar, Kabupaten Banjar

1. Pendahuluan

Pulau Kalimantan adalah satu-satunya wilayah di Indonesia yang sangat minim mengalami gempa bumi, karena pulau Kalimantan 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. Pulau Kalimantan memiliki tiga zona sesar aktif yang telah diidentifikasi dan perlu diwaspadai sebagai penyebab gempa bumi, salah satunya adalah Sesar Meratus. Sesar Meratus adalah sesar aktif yang berada di bagian selatan Pulau Kalimantan yang diperkirakan terbentuk pada zaman pra tersier. Namun kemudian sesar ini mengalami reaktivasi sehingga kini tergolong sesar aktif. Sesar aktif ini berarah relatif utara timur laut hingga selatan barat daya dengan panjang mencapai 105 km. Lebih lanjut, dalam Peta Sumber dan Bahaya Gempa Bumi Nasional yang disusun Pusat Studi Gempa Bumi Nasional (Pusgen) tahun 2017 disebutkan bahwa Sesar Meratus berpotensi memicu gempa bumi hingga M7. Selain Sesar Meratus, terdapat dua sesar lainnya yaitu Sesar Tarakan dan Sesar Mangkalihat. Sesar Tarakan adalah sesar mendatar yang ada di bagian utara Pulau Kalimantan dengan panjang mencapai 100 km. Sesar Mangkalihat adalah sesar mendatar yang ada di bagian pantai timur Pulau Kalimantan. 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. 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 (Jumarto Y, 2024, Nia K., 2024, Rizkianingtyas T., 2018, Supartoyo, 2015, Zaki arThink, 2016).

Salah satu kabupaten di Kalimantan Selatan adalah Kabupaten Banjar yang memiliki luas wilayah 4.688 km² dan berpenduduk sebanyak 580,100 jiwa pada akhir tahun 2023. Kabupaten Banjar memiliki ibu kota yang terletak di kecamatan Martapura dan termasuk dalam calon wilayah metropolitan Banjar Bakula (Wikipedia). Walaupun daerah Kabupaten Banjar merupakan daerah yang memiliki kondisi minim aktivitas seismik dan vulkanik, namun memiliki lahan basah/ rawa yang daya dukungnya rendah/ tanah lunak yang sangat berpotensi merusak bangunan akibat terjadinya amplifikasi getaran gempa. Menurut data gempa bumi, Kalimantan Selatan dan Kabupaten Banjar khususnya telah beberapa kali mengalami gempa bumi seperti 13 sd. 14 Februari 2024 Kabupaten Banjar (M4,7, M3,3, dan M4,1), 18 Februari 2024 Kabupaten Hulu Sungai Tengah (M3,2) dan 02 April 2024 Tabalong (2,8M).

Maka melalui penelitian ini sangat diperlukan sekali untuk mengetahui perilaku respon spektrum gempa dan pengembangan grafik desain praktis beban gempa dasar untuk bangunan di Kabupaten Banjar, yang tentunya sangat bermanfaat bagi masyarakat luas terutama pelaku dunia konstruksi dalam mendesain bangunan di daerah lahan basah Kalimantan Selatan khususnya Kabupaten Banjar. Selain itu peraturan gempa terbaru SNI 1726:2019 (BSN, 2019) juga belum menyediakan grafik respon spektrum beban gempa rencana seperti peraturan gempa yang terdahulu SNI 03-1726-2012 (BSN, 2012).

2. Metode Penelitian

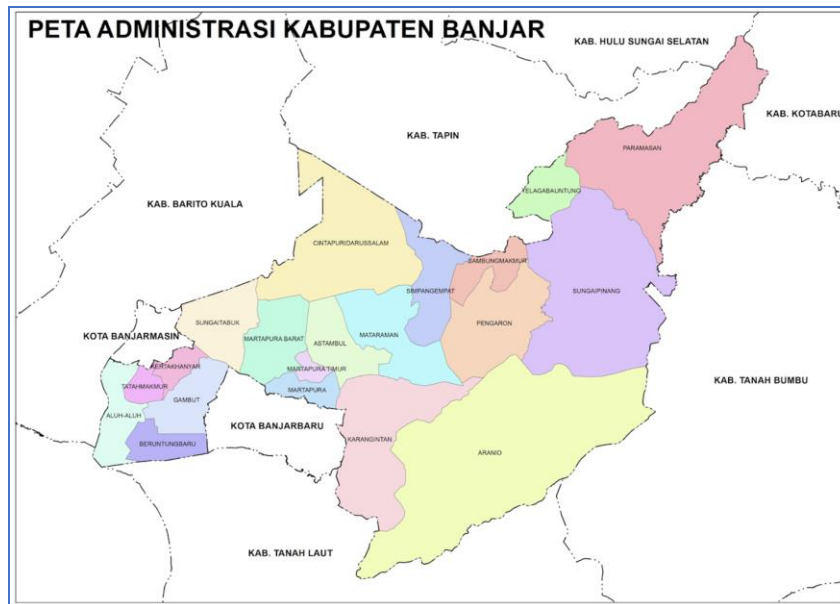
2.1 Penentuan Koordinat di Kabupaten Banjar

Menentukan daerah di Kabupaten Banjar yang akan diketahui respon spektrum gempa rencananya melalui online website <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> (RSA, 2021) yang dibagi menjadi 20 kecamatan dengan lokasi koordinatnya diambil pada titik tengah dari setiap batas area kecamatan, lokasi koordinatnya diperoleh dari Google Maps (lihat Tabel 1 dan Gambar 1).

Tabel 1. Koordinat Lokasi Kecamatan di Kabupaten Banjar

No	Nama Kecamatan	Lintang	Bujur
1.	Aluh Aluh	-3.443562	114.558940
2.	Aranio	-3.522932	115.151780
3.	Astambul	-3.311717	114.919954
4.	Beruntung Baru	-3.492748	114.657342
5.	Cintapuri Darussalam	-3.216723	115.031775
6.	Gambut	-3.419736	114.690093
7.	Karang Intan	-3.503419	114.976440
8.	Kertak Hanyar	-3.369124	114.663177
9.	Mataraman	-3.329739	115.014930
10.	Martapura	-3.399707	114.866527
11.	Martapura Barat	-3.323341	114.812749
12.	Martapura Timur	-3.360855	114.870242
13.	Paramasan	-2.994786	115.466740
14.	Pengaron	-3.309756	115.166874
15.	Sambung Makmur	-3.215797	115.145359
16.	Simpang Empat	-3.164066	114.959038
17.	Sungai Pinang	-3.236035	115.320730
18.	Sungai Tabuk	-3.295111	114.718147
19.	Tatah Makmur	-3.398530	114.614187
20.	Telaga Bauntung	-3.095068	115.236590

Sumber Koordinat : Google Maps



Gambar 1. Peta Kecamatan di Kabupaten Banjar

2.2 Pengolahan Data Peta Gempa daerah di Kabupaten Banjar

Data yang diperoleh dari peta Gempa maupun berdasarkan website Puskim adalah parameter percepatan gempa terpetakan (S_s dan S_1) di 20 kecamatan di Kabupaten Banjar yang merupakan parameter awal dalam penyusunan grafik Respon Spektrum Desain Gempa.

Prosedur pembuatan grafik respon desain gempa daerah Kabupaten Banjar menurut SNI 1726:2019 adalah sebagai berikut (Gambar 2) (Eliatun, dkk., 2021, Darmansyah, T., dkk. 2021, Darmansyah, T., dkk. 2023):

- Menetapkan lokasi bangunan yang mewakili 20 kecamatan di Kabupaten Banjar
- Menentukan parameter percepatan gempa terpetakan (S_s dan S_1) atau online website <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Menentukan Koefisien Situs (F_a dan F_v) yang merupakan kondisi tanah bangunan pada daerah Kabupaten Banjar
- 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 Kabupaten Banjar yang ditinjau.
- Menghitung Berat Seismik Efektif (W)
- Analisis Beban Gempa Dasar (V)

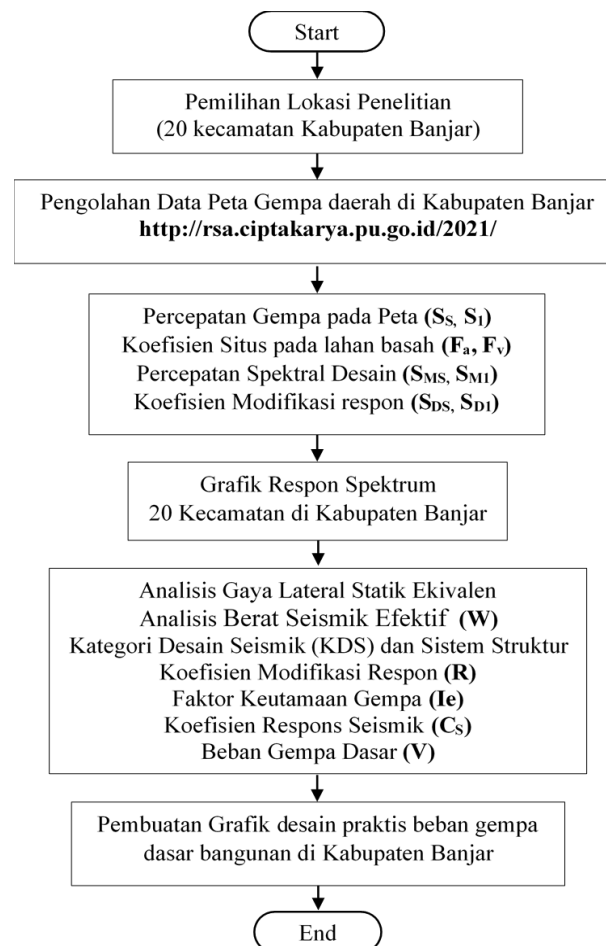
Setelah dibuat grafik respon spektrum desain gempa setiap kecamatan di Kabupaten Banjar maka dapat dianalisis besar beban gempa dasar pada setiap lokasi bangunan.

Diambil kasus sebuah bangunan kantor struktur panggung beton bertulang 5 lantai dengan geometri beraturan seperti pada Gambar 3 yang akan dihitung besar beban gempa dasar (V) nya berdasarkan

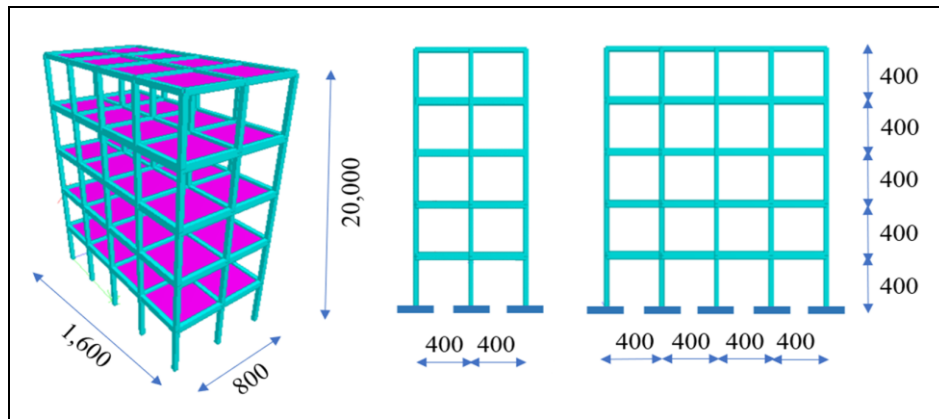
kategori resiko dan kelas situs, selain itu akan dikembangkan grafik desain praktis beban gempa dasar (V) dengan input berat seismik efektif/ berat bangunan (W).

Perhitungan beban 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 perioda (C_u)
 - d) Menentukan Periode Fundamental Struktur (T), diambil T_{max}
2. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)
3. Menentukan Sistem Struktur
4. Menentukan Koefisien Modifikasi Respon (R)
5. Menentukan Faktor Keutamaan Gempa (I_e)
6. Menentukan Koefisien Respons Seismik (C_s)
7. Menghitung Beban Gempa Dasar (V)
8. Pembuatan Grafik Desain Praktis beban gempa dasar
9. Menghitung Beban Gempa Dasar (V) yang didistribusikan di sepanjang tinggi struktur bangunan gedung menjadi beban-beban gempa statik ekuivalen yang bekerja pada pusat massa lantai-lantai tingkat (Adamo Z, 2020).



Gambar 2. Bagan alir penelitian



Gambar 3. Model bangunan struktur panggung beton bertulang 5 lantai di lahan basah Kabupaten Banjar

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Analisis Respon Spektrum Gempa Daerah Kabupaten Banjar

Hasil dari analisis respons spektrum gempa yang mewakili 20 kecamatan di Kabupaten Banjar dengan berbagai kelas situs/ jenis tanah yang dibuat secara online dengan menggunakan website <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dapat dilihat pada Tabel 2 s.d 5.

a. Kelas Situs Batuan (SB)

Tabel 2. Parameter respon spektrum gempa Kelas Situs Batuan (SB)

No	Nama Lokasi (Kecamatan)	T _L	PGA	S _s	S ₁	T ₀	T _s	S _{DS}	S _{D1}
1	Aluh Aluh	12	0.043	0.086	0.050	0.120	0.600	0.050	0.030
2	Aranio	12	0.079	0.155	0.059	0.070	0.330	0.090	0.030
3	Astambul	12	0.079	0.155	0.057	0.070	0.330	0.090	0.030
4	Beruntung Baru	12	0.046	0.093	0.053	0.120	0.600	0.050	0.030
5	Cintapuri Darussalam	12	0.099	0.194	0.061	0.050	0.270	0.110	0.030
6	Gambut	12	0.052	0.104	0.053	0.100	0.500	0.060	0.030
7	Karang Intan	12	0.069	0.134	0.057	0.080	0.380	0.080	0.030
8	Kertak Hanyar	12	0.053	0.104	0.053	0.100	0.500	0.060	0.030
9	Mataraman	12	0.087	0.171	0.059	0.060	0.300	0.100	0.030
10	Martapura	12	0.068	0.134	0.055	0.080	0.380	0.080	0.030
11	Martapura Barat	12	0.068	0.133	0.054	0.080	0.380	0.080	0.030
12	Martapura Timur	12	0.071	0.139	0.056	0.080	0.380	0.080	0.030
13	Paramasan	12	0.160	0.300	0.077	0.040	0.220	0.180	0.040
14	Pengaron	12	0.105	0.205	0.063	0.050	0.250	0.120	0.030
15	Sambung Makmur	12	0.113	0.218	0.064	0.050	0.230	0.130	0.030
16	Simpang Empat	12	0.094	0.185	0.060	0.050	0.270	0.110	0.030
17	Sungai Pinang	12	0.128	0.244	0.068	0.040	0.200	0.150	0.030
18	Sungai Tabuk	12	0.061	0.119	0.053	0.090	0.430	0.070	0.030
19	Tatah Makmur	12	0.048	0.096	0.051	0.100	0.500	0.060	0.030
20	Telaga Bauntung Rerata	12	0.136	0.258	0.070	0.050	0.270	0.150	0.040
		12	0.083	0.161	0.059	0.074	0.366	0.095	0.031

b. Kelas Situs Tanah Keras (SC)**Tabel 3. Parameter respon spektrum gempa Kelas Situs Tanah Keras (SC)**

No	Nama Lokasi (Kecamatan)	T _L	PGA	S _s	S ₁	T ₀	T _s	S _{ds}	S _{d1}
1	Aluh Aluh	12	0.043	0.086	0.050	0.140	0.710	0.070	0.050
2	Aranio	12	0.079	0.155	0.059	0.090	0.460	0.130	0.060
3	Astambul	12	0.079	0.155	0.057	0.090	0.460	0.130	0.060
4	Beruntung Baru	12	0.046	0.093	0.053	0.130	0.630	0.080	0.050
5	Cintapuri Darussalam	12	0.099	0.194	0.061	0.070	0.350	0.170	0.060
6	Gambut	12	0.052	0.104	0.053	0.110	0.560	0.090	0.050
7	Karang Intan	12	0.069	0.134	0.057	0.090	0.450	0.110	0.050
8	Kertak Hanyar	12	0.053	0.104	0.053	0.110	0.560	0.090	0.050
9	Mataraman	12	0.087	0.171	0.059	0.080	0.400	0.150	0.060
10	Martapura	12	0.068	0.134	0.055	0.090	0.450	0.110	0.050
11	Martapura Barat	12	0.068	0.133	0.054	0.090	0.450	0.110	0.050
12	Martapura Timur	12	0.071	0.139	0.056	0.080	0.420	0.120	0.050
13	Paramasan	12	0.160	0.300	0.077	0.060	0.310	0.260	0.080
14	Pengaron	12	0.105	0.205	0.063	0.070	0.330	0.180	0.060
15	Sambung Makmur	12	0.113	0.218	0.064	0.070	0.370	0.190	0.070
16	Simpang Empat	12	0.094	0.185	0.060	0.080	0.380	0.160	0.060
17	Sungai Pinang	12	0.128	0.244	0.068	0.070	0.330	0.210	0.070
18	Sungai Tabuk	12	0.061	0.119	0.053	0.100	0.500	0.100	0.050
19	Tatah Makmur	12	0.048	0.096	0.051	0.130	0.630	0.080	0.050
20	Telaga Bauntung Rerata	12	0.136	0.258	0.070	0.060	0.300	0.230	0.070
		12	0.083	0.161	0.059	0.091	0.453	0.139	0.058

a. Kelas Situs Tanah Sedang (SD)**Tabel 4. Parameter respon spektrum gempa Kelas Situs Tanah Sedang (SD)**

No	Nama Lokasi (Kecamatan)	T _L	PGA	S _s	S ₁	T ₀	T _s	S _{ds}	S _{d1}
1	Aluh Aluh	12	0.043	0.086	0.050	0.120	0.600	0.050	0.030
2	Aranio	12	0.079	0.155	0.059	0.070	0.330	0.090	0.030
3	Astambul	12	0.079	0.155	0.057	0.070	0.330	0.090	0.030
4	Beruntung Baru	12	0.046	0.093	0.053	0.120	0.600	0.050	0.030
5	Cintapuri Darussalam	12	0.099	0.194	0.061	0.050	0.270	0.110	0.030
6	Gambut	12	0.052	0.104	0.053	0.100	0.500	0.060	0.030
7	Karang Intan	12	0.069	0.134	0.057	0.080	0.380	0.080	0.030
8	Kertak Hanyar	12	0.053	0.104	0.053	0.100	0.500	0.060	0.030
9	Mataraman	12	0.087	0.171	0.059	0.060	0.300	0.100	0.030
10	Martapura	12	0.068	0.134	0.055	0.080	0.380	0.080	0.030
11	Martapura Barat	12	0.068	0.133	0.054	0.080	0.380	0.080	0.030
12	Martapura Timur	12	0.071	0.139	0.056	0.080	0.380	0.080	0.030
13	Paramasan	12	0.160	0.300	0.077	0.040	0.220	0.180	0.040
14	Pengaron	12	0.105	0.205	0.063	0.050	0.250	0.120	0.030
15	Sambung Makmur	12	0.113	0.218	0.064	0.050	0.230	0.130	0.030
16	Simpang Empat	12	0.094	0.185	0.060	0.050	0.270	0.110	0.030
17	Sungai Pinang	12	0.128	0.244	0.068	0.040	0.200	0.150	0.030
18	Sungai Tabuk	12	0.061	0.119	0.053	0.090	0.430	0.070	0.030
19	Tatah Makmur	12	0.048	0.096	0.051	0.100	0.500	0.060	0.030
20	Telaga Bauntung Rerata	12	0.136	0.258	0.070	0.050	0.270	0.150	0.040
		12	0.083	0.161	0.059	0.074	0.366	0.095	0.031

b. Kelas Situs Tanah Lunak (SE)

Tabel 5. Parameter respon spektrum gempa Kelas Situs Tanah Lunak (SE)

No	Nama Lokasi (Kecamatan)	T _L	PGA	S _s	S ₁	T ₀	T _s	S _{Ds}	S _{D1}
1	Aluh Aluh	12	0.043	0.086	0.050	0.200	1.000	0.140	0.140
2	Aranio	12	0.079	0.155	0.059	0.140	0.680	0.250	0.170
3	Astambul	12	0.079	0.155	0.057	0.130	0.640	0.250	0.160
4	Beruntung Baru	12	0.046	0.093	0.053	0.200	1.000	0.150	0.150
5	Cintapuri Darussalam	12	0.099	0.194	0.061	0.110	0.550	0.310	0.170
6	Gambut	12	0.052	0.104	0.053	0.180	0.880	0.170	0.150
7	Karang Intan	12	0.069	0.134	0.057	0.150	0.760	0.210	0.160
8	Kertak Hanyar	12	0.053	0.104	0.053	0.180	0.880	0.170	0.150
9	Mataraman	12	0.087	0.171	0.059	0.130	0.630	0.270	0.170
10	Martapura	12	0.068	0.134	0.055	0.140	0.710	0.210	0.150
11	Martapura Barat	12	0.068	0.133	0.054	0.140	0.710	0.210	0.150
12	Martapura Timur	12	0.071	0.139	0.056	0.140	0.680	0.220	0.150
13	Paramasan	12	0.160	0.300	0.077	0.090	0.470	0.450	0.210
14	Pengaron	12	0.105	0.205	0.063	0.110	0.550	0.330	0.180
15	Sambung Makmur	12	0.113	0.218	0.064	0.100	0.510	0.350	0.180
16	Simpang Empat	12	0.094	0.185	0.060	0.120	0.590	0.290	0.170
17	Sungai Pinang	12	0.128	0.244	0.068	0.100	0.490	0.390	0.190
18	Sungai Tabuk	12	0.061	0.119	0.053	0.160	0.790	0.190	0.150
19	Tatah Makmur	12	0.048	0.096	0.051	0.200	1.000	0.150	0.150
20	Telaga Bauntung	12	0.136	0.258	0.070	0.090	0.460	0.410	0.190
	Rerata	12	0.083	0.161	0.059	0.141	0.699	0.256	0.165

Sehingga dapat disimpulkan rerata parameter respon spektrum gempa untuk daerah Kabupaten Banjar berdasarkan Kelas Situs seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Rerata Parameter Respon Spektrum Gempa untuk untuk daerah Kabupaten Banjar berdasarkan Kelas Situs

No.	Kelas Situs	T _L	PGA	S _s	S ₁	T ₀	T _s	S _{Ds}	S _{D1}
1	Batuan (SB)	12	0.083	0.161	0.059	0.074	0.366	0.095	0.031
2	Tanah Keras (SC)	12	0.083	0.161	0.059	0.091	0.453	0.139	0.058
3	Tanah Sedang (SD)	12	0.083	0.161	0.059	0.121	0.603	0.172	0.095
4	Tanah Lunak (SE)	12	0.083	0.161	0.059	0.141	0.699	0.256	0.165

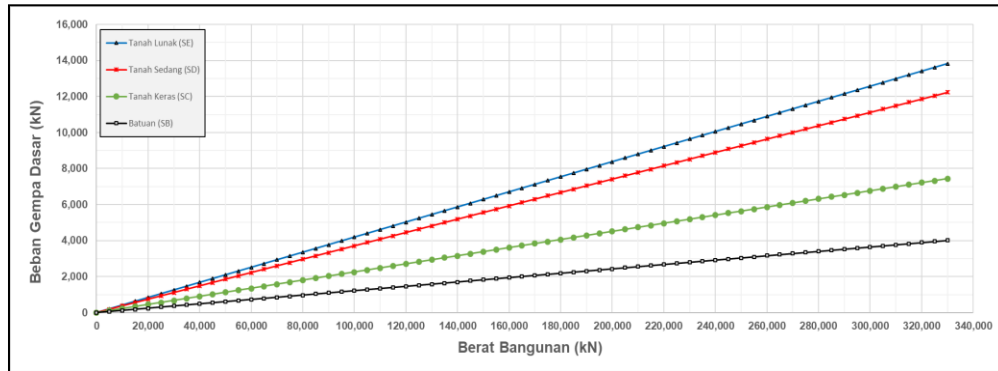
3.2 Hasil Analisis Beban Gempa Dasar Daerah Kabupaten Banjar

Berdasarkan hasil dari analisis beban gempa dasar terhadap model struktur bangunan (Gambar 3) di Kabupaten Banjar yang menggunakan metode statik ekuivalen dapat diketahui bahwa Kabupaten Banjar dengan Kategori Resiko I s.d. II, III, dan IV memiliki Kategori Desain Seismik terendah adalah KDS = A (Batuan (SB) dan Tanah Keras (SC)), dan Kategori Desain Seismik adalah KDS = B (Tanah Sedang (SD)) dengan sistem struktur yang diijinkan minimal Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), dan Kategori Desain Seismik tertinggi adalah KDS = C dengan sistem struktur yang diijinkan minimal Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

Parameter desain struktur, dan persamaan untuk menentukan besar beban gempa dasar (V) yang berdasarkan berat bangunan (W), kategori resiko, dan kelas situs grafik dapat dilihat pada Tabel 7 s.d. 9, atau menggunakan grafik desain praktis beban gempa dasar Gambar 4 s.d. 6.

Tabel 7. Parameter Desain Struktur dan Persamaan Beban Gempa Dasar untuk Kategori Resiko I s.d. II

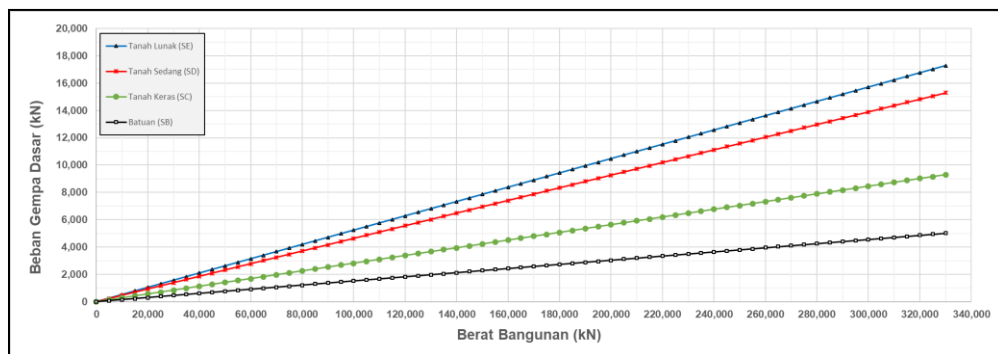
No.	Kelas Situs	Beban Gempa Dasar (V)	Kategori Desain Seismik (KDS)	Sistem Struktur
1	Batuan (SB)	$V = 0.012 \cdot W$	A	SRPMB
2	Tanah Keras (SC)	$V = 0.023 \cdot W$	A	SRPMB
3	Tanah Sedang (SD)	$V = 0.037 \cdot W$	B	SRPMB
4	Tanah Lunak (SE)	$V = 0.042 \cdot W$	C	SRPMM



Gambar 4. Grafik desain praktis beban gempa dasar untuk Kabupaten Banjar dengan Kategori Resiko I s.d. II

Tabel 8. Parameter Desain Struktur dan Persamaan Beban Gempa Dasar untuk Kategori Resiko III

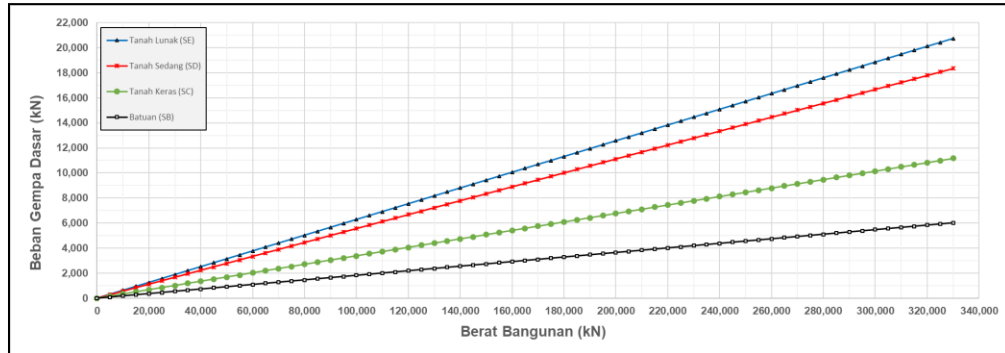
No.	Kelas Situs	Beban Gempa Dasar (V)	Kategori Desain Seismik (KDS)	Sistem Struktur
1	Batuan (SB)	$V = 0.015 \cdot W$	A	SRPMB
2	Tanah Keras (SC)	$V = 0.028 \cdot W$	A	SRPMB
3	Tanah Sedang (SD)	$V = 0.046 \cdot W$	B	SRPMB
4	Tanah Lunak (SE)	$V = 0.052 \cdot W$	C	SRPMM



Gambar 5. Grafik desain praktis beban gempa dasar untuk Kabupaten Banjar dengan Kategori Resiko III

Tabel 9. Parameter Desain Struktur dan Persamaan Beban Gempa Dasar untuk Kategori Resiko IV

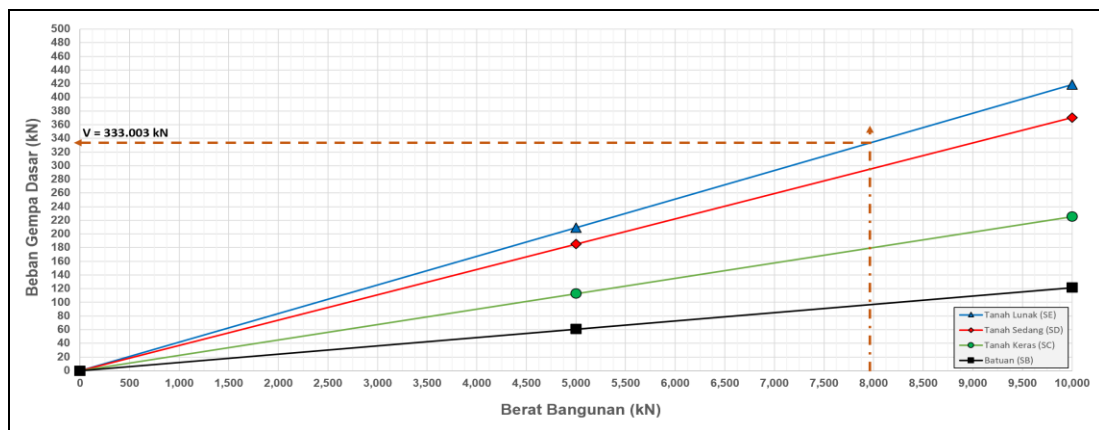
No.	Kelas Situs	Beban Gempa Dasar (V)	Kategori Desain Seismik (KDS)	Sistem Struktur
1	Batuan (SB)	$V = 0.018.W$	A	SRPMB
2	Tanah Keras (SC)	$V = 0.034.W$	A	SRPMB
3	Tanah Sedang (SD)	$V = 0.056.W$	B	SRPMB
4	Tanah Lunak (SE)	$V = 0.063.W$	C	SRPMM



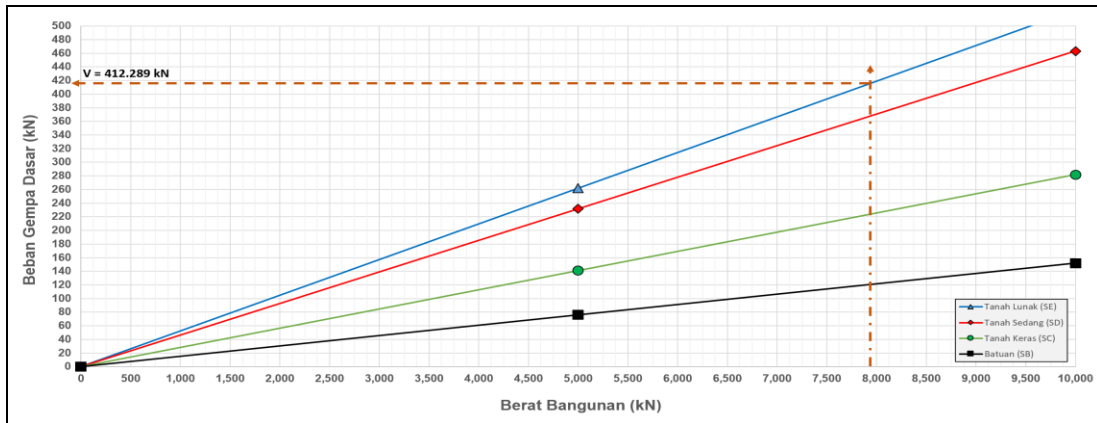
Gambar 6. Grafik desain praktis beban gempa dasar untuk Kabupaten Banjar dengan Kategori Resiko IV

3.3 Hasil Analisis Distribusi Beban Gempa Dasar Kabupaten Banjar

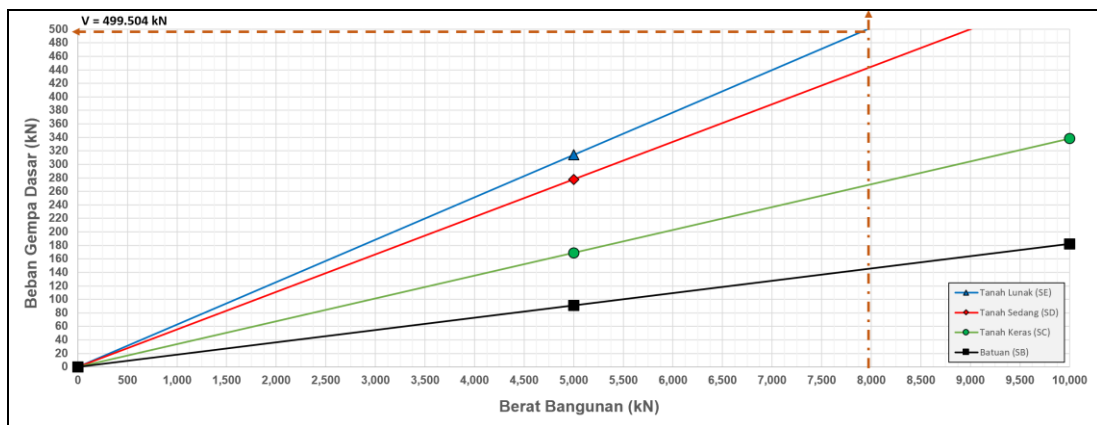
Diambil contoh bangunan pada daerah Kabupaten Banjar dengan Kelas Situs Tanah Lunak (SE) dan diperoleh hasil beban gempa dasar dengan Kategori Resiko I s.d. II, III, dan IV yang dapat dilihat pada Tabel 10, atau menggunakan grafik desain praktis beban gempa dasar Gambar 7 s.d. 9.



Gambar 7. Penggunaan grafik desain praktis beban gempa dasar dengan Kategori Resiko I s.d. II



Gambar 8. Penggunaan grafik desain praktis beban gempa dasar dengan Kategori Resiko III



Gambar 9. Penggunaan grafik desain praktis beban gempa dasar dengan Kategori Resiko IV

Tabel 10. Beban Gempa Dasar (V) dengan Kelas Situs Tanah Lunak (SE)

Kategori Resiko	KDS	Sistem Struktur	Berat Bangunan (kN)	Beban Gempa Dasar (kN)
I s.d. II	C	SRPMM	7,928.64	$V = 0.042.W$ 333.003
III	C	SRPMM	7,928.64	$V = 0.052.W$ 412.289
IV	C	SRPMM	7,928.64	$V = 0.063.W$ 499.504

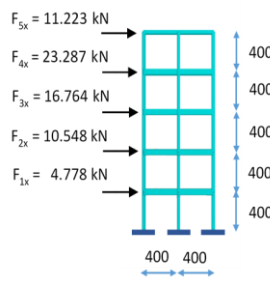
Pada Tabel 10 terlihat bahwa pada Kelas Situs Tanah Lunak(SE), bangunan termasuk KDS C dengan sistem struktur yang diijinkan minimal Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Terjadi peningkatan beban gempa dasar dari kategori resiko I sd. II ke III sebesar 23.810%, dan 50% apabila ke kategori resiko IV. Dan terjadi peningkatan beban gempa dasar dari kategori resiko III ke IV sebesar 21.154%. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) adalah suatu sistem rangka yang ketentuan-ketentuannya harus memenuhi SNI 2847-2019 pasal 18.4. Sistem rangka ini pada dasarnya memiliki tingkat daktilitas sedang.

Setelah diperoleh beban gempa dasar (V), maka beban gempa dasar ini akan didistribusikan sepanjang tinggi struktur bangunan gedung menjadi beban-beban gempa statik ekuivalen yang bekerja pada pusat massa lantai-lantai tingkat, seperti pada Tabel 11 s.d. 16.

Terlihat pada Tabel 11 sd. 16 bahwa semakin tinggi kategori resiko maka distribusi beban gempa pada arah X dan Y ke setiap tingkat juga akan semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi faktor keutamaan gedung maka beban gempa akan semakin tinggi, sehingga faktor keamanan desain bangunan terhadap beban gempa juga akan semakin tinggi. Untuk tahap selanjutnya akan dilakukan analisis struktur dan dikontrol terhadap pemenuhan partisipasi massa dan drift yang diijinkan menurut SNI 1726:2019.

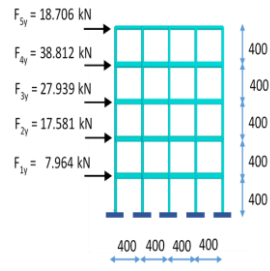
Tabel 11. Hasil Distribusi Beban Gempa Dasar Arah X dengan Kategori Resiko I s.d. II

Tingkat ke-	W_i (kN)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$F_{ix} = \frac{W_X \cdot h_i^k}{\sum W_X \cdot h_i^k} \cdot V_X$ (kN)
1	362,576	4.00	1,767,065.279	4.778
2	362,576	8.00	3,901,030.659	10.548
3	362,576	12.00	6,199,599.393	16.764
4	362,576	16.00	8,612,041.890	23.287
5	135,424	20.00	4,150,710.153	11.223
		Σ	24,630,447.375	66.601



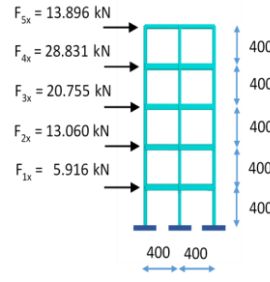
Tabel 12. Hasil Distribusi Beban Gempa Dasar Arah Y dengan Kategori Resiko I s.d. II

Tingkat ke-	W_i (kN)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$F_{iy} = \frac{W_y \cdot h_i^k}{\sum W_y \cdot h_i^k} \cdot V_y$ (kN)
1	604,293.333	4.00	2,945,108.798	7.964
2	604,293.333	8.00	6,501,717.766	17.581
3	604,293.333	12.00	10,332,665.655	27.939
4	604,293.333	16.00	14,353,403.151	38.812
5	225,706.667	20.00	6,917,850.256	18.706
		Σ	41,050,745.625	111.001



Tabel 13. Hasil Distribusi Beban Gempa Dasar Arah X dengan Kategori Resiko III

Tingkat ke-	W_i (kN)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$F_{ix} = \frac{W_X \cdot h_i^k}{\sum W_X \cdot h_i^k} \cdot V_X$ (kN)
1	362,576	4.00	1,767,065.279	5.916
2	362,576	8.00	3,901,030.659	13.060
3	362,576	12.00	6,199,599.393	20.755
4	362,576	16.00	8,612,041.890	28.831
5	135,424	20.00	4,150,710.153	13.896
		Σ	24,630,447.375	82.458



Tabel 14. Hasil Distribusi Beban Gempa Dasar Arah Y dengan Kategori Resiko III

Tingkat ke-	W_i (kN)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$F_{iy} = \frac{W_y \cdot h_i^k}{\sum W_y \cdot h_i^k} \cdot V_y$ (kN)
1	604,293.333	4.00	2,945,108.798	9.860
2	604,293.333	8.00	6,501,717.766	21.766
3	604,293.333	12.00	10,332,665.655	34.592
4	604,293.333	16.00	14,353,403.151	48.052
5	225,706.667	20.00	6,917,850.256	23.160
		Σ	41,050,745.625	137.430

Tabel 15. Hasil Distribusi Beban Gempa Dasar Arah X dengan Kategori Resiko IV

Tingkat ke-	W_i (kN)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$F_{ix} = \frac{W_x \cdot h_i^k}{\sum W_x \cdot h_i^k} \cdot V_x$ (kN)
1	362,576	4.00	1,767,065.279	7.167
2	362,576	8.00	3,901,030.659	15.823
3	362,576	12.00	6,199,599.393	25.146
4	362,576	16.00	8,612,041.890	34.930
5	135,424	20.00	4,150,710.153	16.835
		Σ	24,630,447.375	99.901

Tabel 16. Hasil Distribusi Beban Gempa Dasar Arah Y dengan Kategori Resiko IV

Tingkat ke-	W_i (kN)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$F_{iy} = \frac{W_y \cdot h_i^k}{\sum W_y \cdot h_i^k} \cdot V_y$ (kN)
1	604,293.333	4.00	2,945,108.798	11.945
2	604,293.333	8.00	6,501,717.766	26.371
3	604,293.333	12.00	10,332,665.655	41.909
4	604,293.333	16.00	14,353,403.151	58.217
5	225,706.667	20.00	6,917,850.256	28.059
		Σ	41,050,745.625	166.501

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis gempa yang menggunakan respon spektrum gempa dan metode statik ekuivalen terhadap bangunan di 20 kecamatan di Kabupaten Banjar dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Telah diperoleh parameter desain struktur, dan persamaan untuk menentukan besar beban gempa dasar (V) berdasarkan berat bangunan (W), kategori resiko, dan kelas situs untuk Kabupaten Banjar.
- 2) Telah diperoleh grafik desain praktis beban gempa dasar untuk bangunan pada lahan basah di Kabupaten Banjar.
- 3) Grafik respon spektrum gempa rencana untuk semua daerah di Kabupaten Banjar memiliki perilaku normal (tidak terdapat anomali), hal ini berarti bahwa semakin lunak kondisi tanah, atau semakin tinggi kategori resiko bangunan, maka beban gempa dasar akan semakin besar juga.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan bantuan dana melalui hibah penelitian Program Dosen Wajib Meneliti – PDWM Tahun Anggaran 2024.

Daftar Pustaka

- Adamo Z., Fernando F., Gianmario B. and Enzo M. 2020. On the Distribution in Height of Base Shear Forces in Linear Static Analysis of Base-Isolated Structures, *Buildings* 2020, 10, 197, MDPI, Basel, Switzerland.
- BSN, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 03-1726-2012*.
- BSN, 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2019*.
- Darmansyah, T., dkk. 2021. Perancangan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Software STAADPRO V8i., *Jurnal Kacapuri, Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, Vol. 4, No. 1, Juni 2021, pp. 159-170, ISSN: 2502-3179, eISSN: 2656-6001, pISSN:2502-3179.
- Darmansyah, T., dkk. 2023. Comparative Study Of Required Beam Reinforcement For Building Structure On Different Soil Conditions And Seismic Hazard In South Kalimantan, *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* Volume 14, Issue 5, Sep-Oct 2023, pp. 25-38, ISSN Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316 https://iaeme.com/Home/article_id/IJCIET_14_05_003.
- Eliatun, dkk.. (2021). Seismic Response For Building Frames In The Wetlands Area, *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, Volume 12, Issue 6, June 2021, pp. 43-53, ISSN Print : 0976-6308, ISSN Online: 0976-6316, https://iaeme.com/Home/article_id/IJCIET_12_06_004.
- Jumarto Y. (2024). *Kalsel Diguncang Empat Gempa dalam Sepekan, Tingkatkan Upaya Mitigasi*, <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2024/02/19/kalsel-diguncang-empat-gempa-dalam-sepekan-tingkatkan-upaya-mitigasi>, diakses 05 April 2024.
- Nia K. (2024). *Fakta Gempa Kalsel, Malam ini Guncang Tabalong Terasa hingga Banjarmasin Kalimantan Selatan*, <https://kalteng.tribunnews.com/2024/04/02/fakta-gempa-kalsel-malam-ini-guncang-tabalong-terasa-hingga-banjarmasin-kalimantan-selatan>, diakses 05 April 2024.
- 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.
- RSA (2021). Peta Zonasi Gempa. Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia. 2021. <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Supartoyo (2015). Mitos Tiada Gempa di Kalimantan, <http://geomagz.geologi.esdm.go.id/mitos-tiada-gempa-di-kalimantan/>, diakses 28 Februari 2019.
- Wikipedia. https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Banjar, diakses 05 April 2024.
- Zaki arThink. (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.

