



ANALISIS SISTEM STRUKTUR GEDUNG TAHAN GEMPA KABUPATEN BULUNGAN SESUAI SNI 1726-2019

Azis Susanto^{*1}, Rival Araz²

^{1,2}Universitas Borneo Tarakan, Jalan Pantai Amal Lama No.1, Tarakan

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan, Tarakan

e-mail: *zaiss.ub@gmail.com

ABSTRACT: Bulungan Regency which has a land area of 13.181,92 km² (1.318.192 ha), according to the history of earthquakes, Bulungan Regency has experienced several earthquakes that occurred due to the shift of the Maratua Fault in Sulawesi sea waters which is close to Bunyu Island. Therefore, the analysis of determining the type of building structure, especially those to be built in Tarakan City, must meet the provisions of SNI 1726-2019. This research is an analysis of the types of structures in several existing buildings in Bulungan Regency, including school buildings (SMAN 1 Tanjung Selor, SMPN 1 Tanjung Selor and SDN 001 Tanjung Selor), office buildings (North Kalimantan Governor's Office, North Kalimantan Provincial Public Works Office and North Kalimantan Regional Library) and public service/worship/residential buildings (ASN Tanjung Selor Flats, Habib Ahmad Al Kaff Mosque and Tanjung Selor Main Market Shophouse). The main purpose of this study was to determine the types of seismic design categories (KDS) and building structural systems with the moment bearing frame system (SRPM) of the building which were reviewed in accordance with SNI 1726-2019. The results of the KDS and SRPM analysis on soft and moderate soil site parameters for all school buildings, office buildings and public service/worship/residential buildings in the researched buildings are D with the structural system permitted by SRPMK. For KDS and SRPM on hard soil site parameters Habib Ahmad Al Kaff Mosque is D with a structural system permitted by SRPMK, while for KDS and SRPM the SMAN 1 Tanjung Selor, SMPN 1 Tanjung Selor, SDN 001 Tanjung Selor, North Kalimantan Governor's Office, North Kalimantan Provincial Public Works Office, North Kalimantan Regional Library, ASN Tanjung Selor Flats, and Tanjung Selor Main Market Shophouse is C with a structural system permitted by SRPM and SRPMK.

Keywords: Building, Bulungan Regency, SRPM, SNI 1726-2019

ABSTRAK: Kabupaten Bulungan yang memiliki luas daratan 13.181,92 km² (1.318.192 ha), sesuai dengan sejarah terjadinya gempa, Kabupaten Bulungan sudah pernah mengalami beberapa kali gempa bumi yang terjadi akibat pergeseran Sesar Maratua di perairan laut Sulawesi yang dekat dengan Pulau Bunyu. Oleh karena itu analisis penentuan jenis struktur bangunan gedung terutama yang akan dibangun di Kabupaten Bulungan harus memenuhi ketentuan SNI 1726-2019. Penelitian ini, merupakan analisa jenis struktur pada beberapa bangunan yang sudah ada (eksisting) di Kabupaten Bulungan antara lain gedung sekolah (SMAN 1 Tanjung Selor, SMPN 1 Tanjung Selor dan SDN 001 Tanjung Selor), gedung perkantoran (Kantor Gubernur Kalimantan Utara, Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara dan Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara) dan gedung pelayanan umum/Ibadah/Hunian (Rusun ASN Tanjung Selor, Masjid Habib Ahmad Al Kaff dan Ruko Pasar Induk Tanjung Selor) Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Jenis Kategori Desain Seismik (KDS) dan sistem struktur bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) gedung yang ditinjau sesuai dengan SNI 1726-2019. Hasil analisis KDS dan SRPM pada parameter situs tanah lunak dan sedang untuk semua gedung sekolah, gedung perkantoran dan gedung pelayanan umum/Ibadah/Hunian pada gedung yang

diteliti adalah D dengan sistem struktur yang diijinkan SRPMK. Untuk KDS dan SRPM pada parameter situs tanah keras Masjid Habib Ahmad Al Kaff adalah D dengan sistem struktur yang diijinkan SRPMK, sedangkan untuk KDS dan SRPM Gedung SMAN 1 Tanjung Selor, SMPN 1 Tanjung Selor, SDN 001 Tanjung Selor, Kantor Gubernur Kalimantan Utara, Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara dan Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara, Rusun ASN Tanjung Selor dan Ruko Pasar Induk Tanjung Selor adalah C dengan sistem struktur yang diijinkan SRPMM dan SRPMK.

Kata kunci: Gedung, Kabupaten Bulungan, SRPM, SNI 1726-2019

1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa. Hal ini dapat terlihat pada berbagai kejadian gempa dalam beberapa tahun terakhir yang melanda beberapa daerah di Indonesia dan menyebabkan kerusakan berbagai sarana dan prasarana di daerah-daerah yang terkena dampak bencana tersebut. Kondisi alam ini menyebabkan perlunya pemenuhan terhadap kaidah-kaidah Perencanaan atau pelaksanaan sistem struktur tahan gempa pada setiap struktur bangunan yang akan didirikan di wilayah Indonesia.

Indonesia diapit oleh lempeng samudera yang menyebabkan lipatan dan tumbukan lempeng samudera terhadap lempeng darat yang menimbulkan terbentuknya deretan gunung. Pergeseran lempeng yang menumbuk lempeng lain, selain membentuk lipatan dan gunung, juga menyebabkan terjadinya getaran pada kulit bumi dan mempengaruhi fenomena yang ada di permukaan bumi (Pebria dkk, 2014).

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726 - 2019 dengan judul Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, SNI tersebut menjelaskan bahwa struktur gedung dapat dibuat dengan sistem struktur dasar penahan beban lateral. Untuk sistem strukturnya adalah sistem dinding penumpu, sistem rangka bangunan, sistem rangka pemikul momen, Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan gaya seismik tertentu dan lain-lain.

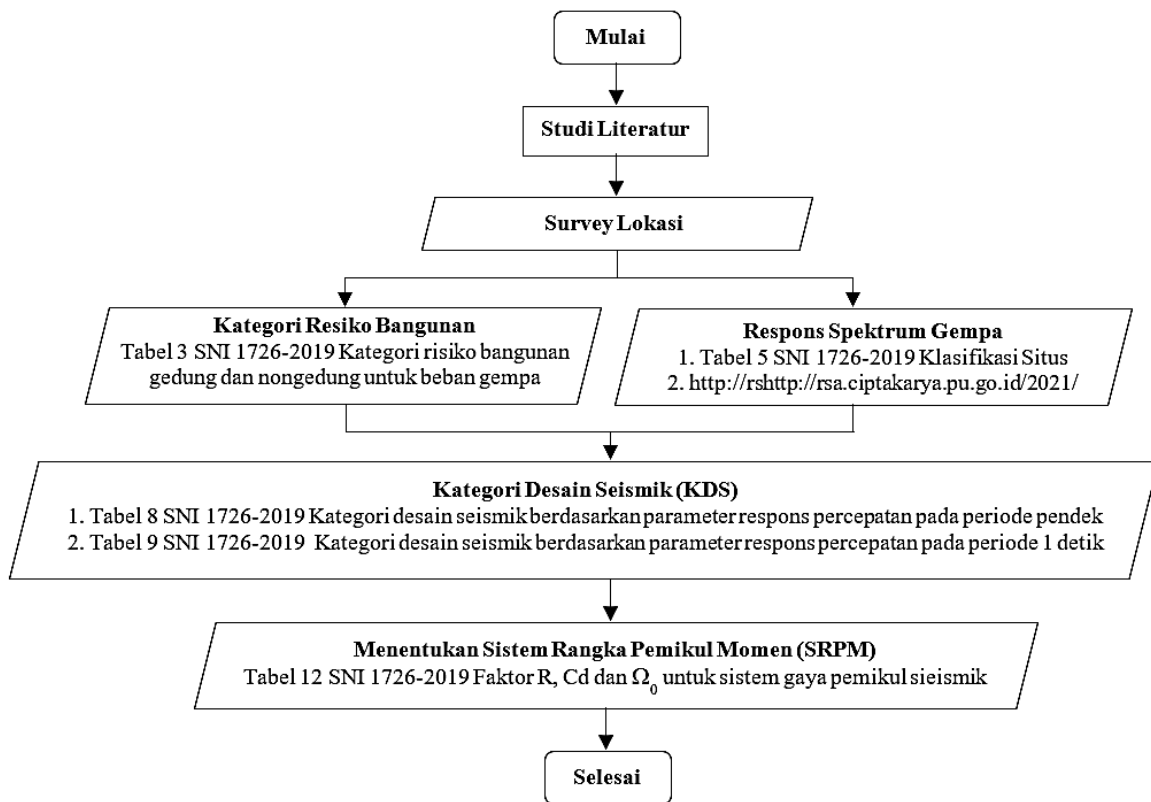
Kabupaten Bulungan sudah pernah mengalami beberapa kali gempa bumi yang terjadi akibat pergeseran Sesar Maratua di perairan laut Sulawesi yang dekat dengan Pulau Bunyu. Oleh karena itu analisis penentuan jenis struktur bangunan gedung terutama yang akan dibangun di Kota Tarakan harus memenuhi ketentuan SNI 1726-2019. Penelitian ini, merupakan analisis jenis struktur pada beberapa bangunan-bangunan yang sudah ada (eksisting) di Kabupaten Bulungan sesuai dengan fungsi bangunannya tersebut. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Jenis Kategori Desain Seismik (KDS) dan sistem struktur bangunan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) gedung yang ditinjau sesuai dengan SNI 1726-2019. Manfaat penelitian ini adalah sebagai acuan evaluasi terhadap bangunan yang ditinjau dengan standar SNI 1726-2019 dan juga dapat dijadikan referensi dalam mendesain bangunan yang sejenis.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur, baik peraturan/standar yang digunakan maupun penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Kemudian menentukan koordinat lokasi bangunan, dilanjutkan dengan mencari nilai respons spektrum gempa dari aplikasi Peta Gempa dan Respons Spektra dari web <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dengan kategori tanah keras, sedang dan lunak, untuk batuan tidak ditinjau karena kondisi tanah di Tanjung Selor tidak ada batuan. Selanjutnya secara berturut-turut menentukan Kategori Resiko Bangunan, Kategori Desain Seismik dan diakhiri dengan penentuan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Idealnya, penentuan klasifikasi tanah dilakukan melalui kegiatan soil investigation seperti uji N-SPT, CPT, atau pengeboran (boring) hingga kedalaman tertentu

untuk mendapatkan data lapangan yang lebih akurat. Namun, dalam penelitian ini, klasifikasi tanah ditentukan dengan menggunakan pendekatan peta respons spektrum sesuai lokasi penelitian.



Gambar 1 Bagan Alir

2.2. Lokasi dan Nama Gedung Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan yang terdiri dari bangunan sekolah, bangunan perkantoran dan bangunan fasilitas umum/ibadah/hunian, dengan rincian nama gedung dan koordinat lokasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi dan Nama Gedung Penelitian

No.	Nama Gedung	Jumlah Lantai	Koordinat Lokasi	Keterangan
A. Gedung Sekolah				
1.	SMAN 1 Tanjung Selor	3	N : 2.8354603 E : 117.3643443	Jl. Kolonel Soetadji, Tanjung Selor
2.	SMPN 1 Tanjung Selor	3	N : 2.84187819 E : 117.3642169	Jl. Skip I Tanjung Selor
3.	SDN 001 Tanjung Selor	2	N : 2.84364031 E : 117.5865577	Jl. Skip II Tanjung Selor
B. Gedung Perkantoran				
1.	Kantor Gubernur Kalimantan Utara	4	N : 2.8755514 E : 117.374031	Jl. Kolonel Soetadji, Tanjung Selor
2.	Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara	4	N : 2.8741123 E : 117.3712796	Jl. Agatish No.1, Tanjung Selor
3.	Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara	3	N : 2.8984518 E : 117.3890804	Jl. Rajawali, Tanjung Selor

No.	Nama Gedung	Jumlah Lantai	Koordinat Lokasi		Keterangan
C.	Gedung Pelayanan Umum/Ibadah/Hunian/Mall				
1.	Rusun ASN Tanjung Selor	3	N : 2.83601217 E : 117.3871363	Jl. Handal, Tanjung Selor Hilir	
2.	Masjid Habib Ahmad Al Kaff	2	N : 2.8353059 E : 117.3646153	Jl. Imam Bonjol, Tanjung Selor	
3.	Ruko Pasar Induk Tanjung Selor	3	N : 2.8545669 E : 117.3740455	Jl. Sengkawit, Tanjung Selor	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai Respons Spektrum Gempa Gedung Penelitian

Hasil dari respons spektrum gempa di lokasi gedung yang diteliti dengan menggunakan aplikasi dari Web <http://rshttp://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dan Tabel 5 SNI 1726–2019 Klasifikasi Situs yang diambil 3 kategori yaitu tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras, nilai respon spektrum tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Respons Spektrum Gempa (S_{DS} dan S_{D1}) Gedung Penelitian

No.	Nama Gedung	Nilai Respon Spektrum Gempa					
		Tanah Lunak		Tanah Sedang		Tanah Keras	
		S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}
A.	Gedung Sekolah						
1.	SMAN 1 Tanjung Selor	0,47	0,36	0,33	0,22	0,27	0,14
2.	SMPN 1 Tanjung Selor	0,47	0,36	0,33	0,22	0,27	0,14
3.	SDN 001 Tanjung Selor	0,48	0,39	0,34	0,24	0,29	0,15
B.	Gedung Perkantoran						
1.	Kantor Gubernur Kalimantan Utara	0,47	0,36	0,33	0,22	0,27	0,14
2.	Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara	0,47	0,36	0,33	0,22	0,27	0,14
3.	Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara	0,47	0,37	0,33	0,22	0,27	0,14
C.	Gedung Pelayanan Umum/Ibadah/Hunian/Mall						
1.	Rusun ASN Tanjung Selor	0,47	0,37	0,33	0,22	0,27	0,14
2.	Masjid Habib Ahmad Al Kaff	0,47	0,36	0,33	0,22	0,27	0,14
3.	Ruko Pasar Induk Tanjung Selor	0,473	0,36	0,33	0,22	0,27	0,14

3.2. Kategori Resiko Bangunan Gedung Penelitian

Adapun Kategori Resiko Bangunan pada gedung lokasi penelitian berdasarkan Tabel 3 SNI 1726-2019 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Resiko Bangunan Gedung Penelitian

No.	Nama Gedung	Jenis Pemanfaatan Gedung	Kategori Resiko
A. Gedung Sekolah			
1.	SMAN 1 Tanjung Selor	Gedung Sekolah	IV
2.	SMPN 1 Tanjung Selor		
3.	SDN 001 Tanjung Selor		

No.	Nama Gedung	Jenis Pemanfaatan Gedung	Kategori Resiko
B. Gedung Perkantoran			
1.	Kantor Gubernur Kalimantan Utara	Gedung Perkantoran	II
2.	Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara		
3.	Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara		
C. Gedung Pelayanan Umum/Ibadah/Hunian/Mall			
1.	Rusun ASN Tanjung Selor	Gedung Hunian	II
2.	Masjid Habib Ahmad Al Kaff	Gedung Ibadah	IV
3.	Ruko Pasar Induk Tanjung Selor	Rumah Toko	II

Dari Tabel 3 diatas, maka untuk jenis pemanfaatan gedung sekolah dan gedung ibadah masuk pada kategori resiko IV (resiko tinggi), sedangkan gedung perkantoran, hunian dan rumah toko masuk pada kategori II (resiko rendah).

3.3. Kategori Desain Seismik (KDS) Gedung Penelitian

Hasil analisis Kategori Desain Seismik dari parameter-parameter Tabel 2 Nilai Respons Spektrum Gempa (S_{DS} dan S_{D1}) dan Tabel 3 Kategori Resiko Bangunan di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Desain Seismik (KDS) Gedung Penelitian

No.	Nama Gedung	Kategori Resiko	Kategori Desain Seismik (KDS)								
			Tanah Lunak			Tanah Sedang			Tanah Keras		
			S _{DS}	S _{D1}	KDS	S _{DS}	S _{D1}	KDS	S _{DS}	S _{D1}	KDS
A.	Gedung Sekolah	IV									
1.	SMAN 1 Tanjung Selor		D	D	D	D	D	D	C	C	C
2.	SMPN 1 Tanjung Selor		D	D	D	D	D	D	C	C	C
3.	SDN 001 Tanjung Selor		D	D	D	D	D	D	C	C	C
B.	Gedung Perkantoran	II									
1.	Kantor Gubernur Kalimantan Utara		C	D	D	C	D	D	B	C	C
2.	Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara		C	D	D	C	D	D	B	C	C
3.	Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara		C	D	D	C	D	D	B	C	C
C.	Gedung Pelayanan Kesehatan	IV									
1.	Rusun ASN Tanjung Selor		C	D	D	C	D	D	B	C	C
2.	Masjid Habib Ahmad Al Kaff		D	D	D	D	D	D	C	D	D
3.	Ruko Pasar Induk Tanjung Selor		C	D	D	C	D	D	B	C	C

Dari Tabel 4, Gedung sekolah dan gedung kantor pada parameter situs tanah lunak dan tanah sedang memiliki Kategori Desain Seismik D, sedangkan untuk parameter situs tanah keras Kategori Desain Seismiknya C.

Pada gedung pelayanan umum/ibadah/hunian/mall, pada parameter situs tanah lunak dan sedang memiliki Kategori Desain Seismik D, sedangkan pada parameter situs tanah keras untuk gedung rusun

ASN Tanjung Selor dan Ruko Pasar Induk Tanjung Selor Kategori Desain Seismiknya C serta Masjid Habib Ahmad Al Kaff Kategori Desain Seismiknya D.

3.4. Menentukan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) Gedung Penelitian

Dari hasil analisis Kategori Desain Seismik (KDS) gedung lokasi penelitian, dengan mengacu Tabel 12 SNI 1726-2019 Faktor R, Cd dan Ω_0 maka Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang diijinkan untuk gedung-gedung penelitian tersebut dapat ditentukan, hasil analisis disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang Diijinkan Untuk Gedung Penelitian

No. Nama Gedung		Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang Diijinkan					
		Tanah Lunak		Tanah Sedang		Tanah Keras	
		KDS	SRPM Diijinkan	KDS	SRPM Diijinkan	KDS	SRPM Diijinkan
A.	Gedung Sekolah						
1.	SMAN 1 Tanjung Selor	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
2.	SMPN 1 Tanjung Selor	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
3.	SDN 001 Tanjung Selor	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
B.	Gedung Perkantoran						
1.	Kantor Gubernur Kalimantan Utara	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
2.	Kantor PU Provinsi Kalimantan Utara	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
3.	Perpustakaan Daerah Kalimantan Utara	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
C.	Gedung Pelayanan Umum/Ibadah/Hunian/Mall						
1.	Rusun ASN Tanjung Selor	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK
2.	Masjid Habib Ahmad Al Kaff	D	SRPMK	D	SRPMK	D	SRPMK
3.	Ruko Pasar Induk Tanjung Selor	D	SRPMK	D	SRPMK	C	SRPMM, SRPMK

Dari Tabel 5, Gedung sekolah dan gedung kantor pada parameter situs tanah lunak dan tanah sedang jenis struktur yang diperbolehkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), sedangkan untuk parameter situs tanah keras jenis struktur yang diperbolehkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Pada gedung pelayanan umum/ibadah/hunian/mall parameter situs tanah lunak dan sedang jenis struktur yang diperbolehkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), sedangkan pada parameter situs tanah keras untuk gedung Rusun ASN Tanjung Selor dan Ruko Pasar Induk Tanjung Selor jenis struktur yang diperbolehkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan untuk Masjid Habib Ahmad Al Kaff jenis struktur yang diperbolehkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Sehingga sebagai bahan evaluasi, untuk mendesain struktur beton bertulang pada bangunan tahan gempa sesuai dengan Kategori Desain Seismik (KDS) dan Rangka Pemikul Momen maka harus memenuhi ketentuan SNI 2847 – 2019 tentang Beton Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan, dengan ketentuan tambahan seperti tertera dalam SNI 2847 – 2019 Tabel 18R.2 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. SNI 2847 - 2019 Tabel R18.2 – Bagian Pasal 18 Yang Harus Dipenuhi Dalam Penerapan Pada Umumnya

Komponen yang menahan pengaruh gempa, kecuali jika dinyatakan sebaliknya	Kategori Desain Seismik			
	A (Tidak ada)	B (18.2.1.3)	C (18.2.1.4)	D, E, F (18.2.1.5)
Persyaratan analisis dan desain	Tidak ada	18.2.2	18.2.2	18.2.2, 18.2.4
Material		Tidak ada	Tidak ada	18.2.5 hingga 18.2.8
Komponen sistem rangka pemikul momen		18.3	18.4	18.6 hingga 18.9
Dinding struktural dan balok kopel		Tidak ada	Tidak ada	18.10
Dinding struktural pracetak		Tidak ada	18.5	18.5 ^[2] , 18.11
Diafragma dan rangka batang (<i>trusses</i>)		Tidak ada	Tidak ada	18.12
Fondasi		Tidak ada	Tidak ada	18.13
Komponen struktur rangka pemikul momen yang tidak ditetapkan sebagai sistem pemikul gaya seismik		Tidak ada	Tidak ada	18.14
Angkur		Tidak ada	18.2.3	18.2.3

^[1] Sebagai tambahan terhadap persyaratan Pasal 1 hingga 17, 19 hingga 26 dan ACI 318.2 kecuali yang dimodifikasi oleh Pasal 18, Pasal 14.1.4 juga berlaku pada KDSD, E dan F

^[2] Sebagaimana diizinkan oleh SNI 1726

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Kategori Desain Seismik (KDS) pada gedung sekolah, gedung perkantoran, gedung rusun, gedung masjid dan gedung ruko untuk parameter situs tanah lunak dan tanah sedang memiliki KDS “D”, sedangkan untuk parameter situs tanah keras pada gedung sekolah, gedung perkantoran, gedung rusun dan gedung ruko memiliki KDS “C” dan untuk parameter situs tanah keras pada gedung masjid memiliki KDS “D”.
2. Sistem Rangka Pemikul Momen pada gedung sekolah, gedung perkantoran, gedung rusun dan gedung ruko parameter situs tanah lunak dan tanah sedang hanya diperbolehkan SRPMK, sedangkan untuk parameter situs tanah keras pada gedung sekolah, gedung perkantoran, gedung rusun dan gedung ruko yang diperbolehkan adalah SRPMM dan SRPMK, serta untuk gedung masjid hanya diperbolehkan SRPMK.

4.2. Saran

1. Dalam pelaksanaan perencanaan/desain bangunan gedung harus melaksanakan kegiatan *soil investigation* berupa pengeboran tanah (*boring machine*) minimal kedalaman 30 m di lokasi rencana pembangunan gedung tersebut, untuk mendapatkan parameter situs tanah, sesuai ketentuan Sub Bab 5 SNI 1726-2019 tentang Prosedur Klasifikasi Situs Untuk Desain Seismik.
2. Untuk mendapatkan sistem struktur tahan gempa pada bangunan yang akan didesain, maka terlebih dahulu harus melakukan analisis sistem struktur yang akan digunakan sesuai dengan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Katanahan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung.
3. Untuk mendesain struktur beton bertulang tahan gempa maka harus memenuhi ketentuan SNI 2847 – 2019 tentang Beton Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan.
4. Bagi pemerintah daerah, dukungan kebijakan, pengawasan ketat, serta pelibatan tenaga ahli berlisensi sangat penting agar standar ketahanan gempa benar-benar terimplementasi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Pebria, R, Heru. B. I, Sugihartono. Iwan, Identifikasi Penyebaran Gempa Di Indonesia Dengan Metode Clustering,” Prosiding Seminar Nasional Fisika, Vol. 3, pp. 366–370, Oct. 2014
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bulungan. (2024). *Katalog 1102001:6502 Kabupaten Bulungan Dalam Angka*. Tanjung Selor: BPS Kabupaten Bulungan.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan*. Jakarta: BSN.
- PUPR, <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>. Jakarta.