



EVALUASI PERBANDINGAN SPEKTRUM RESPON ANTARA SNI 1726 – 2012 DAN SNI 1726 – 2019 UNTUK BANGUNAN TAHAN GEMPA DI KABUPATEN SORONG (STUDI KASUS HOTEL AIMAS CONFERENCE CENTER – KABUPATEN SORONG)

Stenly Salasa, Ahmad Rusdi, Alfina Maysyurah*

Universitas Muhammadiyah Sorong, Jl. Pendidikan No. 27 Malaingkedi, Sorong Utara and 98410, Indonesia

*Corresponding author, email address: alfina@um-sorong.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 1 November 2023

Accepted 26 September 2024

Online 30 December 2024

Keywords:

Earthquake

Seismic design

Spectral acceleration

Response spectrum

ABSTRACT

Sorong City, located in a seismically active region, is highly susceptible to earthquakes. As the field of civil engineering rapidly evolves, particularly in structural design, accurate earthquake load analysis becomes crucial. This study focuses on evaluating earthquake loads using various analytical methods to ensure the structural integrity of buildings in such high-risk areas. The study employs three primary methods for earthquake load analysis: equivalent static analysis, spectrum response analysis and time history analysis. Each method offers a different perspective on how seismic forces impact structures: Equivalent Static Analysis, Spectrum Response Analysis and Time History Analysis. To conduct the analysis, the study utilizes both primary and secondary data. Primary data involves on-site measurements and location-specific information about the building's structural points. Secondary data includes As-built Drawings, which provide detailed schematics of the building, and relevant standards such as the Indonesian Earthquake Codes (SNI) and Loading Regulations for buildings (1983). The results reveal that variations in spectral acceleration (S_a) significantly affect shear forces and displacements within the building. These variations are crucial because they influence the required dimensions of structural cross-sections to ensure safety and stability. The study highlights that even with changes in S_a , the building remains compliant with safety standards set forth by the SNI 1726-2012 and SNI 1726-2019 codes. These codes outline the procedures for designing earthquake-resistant buildings and structures. Overall, the study underscores the importance of incorporating advanced analytical methods in earthquake load analysis. By doing so, engineers can better predict and mitigate the effects of seismic forces, ensuring that structures are designed to withstand potential earthquakes and protect occupants effectively.

©2024 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Secara geologis, Indonesia merupakan wilayah yang terletak pada interaksi tiga lempeng besar dunia, yaitu lempeng Indoo-Australia, lempeng pasifik, dan lempeng Eurasia. Hal tersebut menempatkan Indonesia menjadi salah satu wilayah yang memiliki kegiatan sesmisitas tertinggi di dunia dan menjadi salah satu wilayah yang sangat rawan terhadap gempa bumi. Konidisi ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi dan kendala tektonik beragam ditinjau dari aspek kewilayahan. Kajian-kajian dan penelitian pada

tiap-tiap daerah perlu di lakukan untuk meninjau kelayakan dan keamanan suatu bangunan akibat peristiwa gempa yang terjadi di seluruh wilayah kepulauan Indonesia. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan penerapan teknologi dalam bidang pembangunan konstruksi teknik sipil mengalami perkembangan yang pesat, terutama dalam hal perancangan struktur. Dalam perkembangannya, perencanaan struktur gempa di Indonesia memiliki standar yang di keluarkan pemerintah dan sudah mengalami perubahan yakni SNI 1726-2012 (Rusmin dkk., 2023).

Kenaikan respon spektra gempa salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah adanya perubahan pada standar perencanaan struktur gempa (Aulia, 2022), yang tercermin dalam peningkatan seismic hazard (Nugroho dan Putra, 2021). Kenaikan parameter-parameter ini akan mempengaruhi desain struktur dan memerlukan penyesuaian untuk memastikan bangunan dapat menahan beban gempa yang lebih tinggi. Peningkatan kategori desain seismik (KDS) dengan adanya peningkatan kategori desain seismik di beberapa wilayah (Sutjipto, 2020), termasuk kemungkinan di Kota Sorong, maka struktur bangunan yang direncanakan harus memenuhi standar yang lebih ketat. Hal ini mungkin mengakibatkan peningkatan biaya dan kompleksitas dalam perancangan struktur gempa. Ketentuan detailing yang baru perubahan pada ketentuan detailing dalam SNI 1726:2019 juga dapat mempengaruhi cara perancangan dan konstruksi bangunan tahan gempa (Cipta, 2023). Detailing yang lebih ketat dimaksudkan untuk meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa, namun hal ini juga dapat menambah tantangan dalam implementasinya. Evaluasi Kelayakan dan Keamanan Bangunan dengan adanya perubahan standar, perlu dilakukan evaluasi terhadap kelayakan dan keamanan bangunan yang sudah ada dan yang akan direncanakan di Kota Sorong. Hal ini penting untuk memastikan bahwa bangunan-bangunan tersebut dapat menghadapi kondisi kegempaan yang lebih intensif.

Salah satu perubahan pada peraturan kegempaan terbaru yaitu adanya peningkatan seismic hazard, tercermin pada peningkatan seismic demand (nilai PGA, nilai spectral S_s dan S_1) yang harus di tinjau dalam perencanaan. Hal ini akan mempengaruhi nilai parameter spectral desain S_d dan S_{d1} , peningkatan kategori desain seismik (KDS) di beberapa wilayah di Indonesia, dan juga ketentuan detailing. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kenaikan respon spektra berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 sebagai evaluasi pelaksanaan bangunan tahan gempa di Kota Sorong.

Kota Sorong sebagai wilayah penelitian kota Sorong terletak di Provinsi Papua Barat dan merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang berada di area tektonik aktif. Dengan adanya interaksi lempeng-lempeng yang berdekatan, Kota Sorong menghadapi risiko gempa bumi yang cukup tinggi. Pemilihan Kota Sorong sebagai objek penelitian didasarkan pada kebutuhan untuk memahami dan menyesuaikan perencanaan struktur gempa sesuai dengan standar terbaru di wilayah dengan risiko kegempaan yang signifikan. Relevansi terhadap penerapan SNI 1726:2019 dengan adanya perubahan pada standar SNI 1726 dari tahun 2012 ke 2019, penting untuk mengevaluasi bagaimana penerapan standar terbaru ini akan mempengaruhi desain dan konstruksi bangunan di Kota Sorong. Penelitian ini bertujuan untuk menilai apakah standar yang baru dapat diterapkan secara efektif di daerah tersebut dan bagaimana dampaknya terhadap desain structural (Abdu dkk., 2024). Kebutuhan untuk kajian lokal diperlukan untuk memastikan bahwa pendekatan perancangan struktur gempa yang diterapkan sesuai dengan kondisi geologis dan seismik spesifik di Kota Sorong. Setiap daerah memiliki karakteristik gempa yang berbeda, sehingga penting untuk melakukan penelitian yang relevan dengan kondisi setempat. Manfaat bagi Pembangunan dan keamanan penelitian ini akan memberikan informasi penting yang dapat digunakan oleh para insinyur dan perencana bangunan untuk meningkatkan keamanan dan ketahanan struktur di Kota Sorong. Dengan adanya data dan evaluasi yang akurat, diharapkan dapat mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan keselamatan bagi penghuni bangunan di wilayah tersebut.

Dengan penjelasan tambahan ini, diharapkan tujuan dan dasar pemilihan objek penelitian dapat lebih jelas dan mendukung pemahaman mengenai pentingnya penelitian dalam konteks perancangan bangunan tahan gempa di Kota Sorong.

2. KAJIAN PUSTAKA

Melakukan perbandingan antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 penting untuk memahami dasar-dasar parameter gempa, metodologi analisis, dan kriteria perencanaan struktur (Zain dan Widodo, 2024). Setiap perubahan dalam standar dapat mempengaruhi bagaimana beban gempa dihitung dan diterapkan, serta bagaimana struktur dirancang untuk menghadapi potensi risiko gempa bumi (Saputra, 2021). Mengkaji perbedaan ini dapat membantu dalam memastikan bahwa desain struktur sesuai dengan standar terbaru dan mampu memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap bencana gempa bumi.

Dalam kajian dan perkembangan yang terjadi akibat permasalahan gempa yang sering terjadi, maka telah dilakukan kajian peningkatan SNI 1726-2012 menjadi SNI 1726-2019 (Akbar, 2021). Untuk perhitungan analisa beban gempa dapat dilakukan dengan analisis statik ekuivalen, analisis respon spektrum, dan analisis riwayat waktu (*Time History*). Analisa statik ekuivalen merupakan analisa yang bekerja dengan hanya memperhatikan ragam getar moderat pertama. Maka dalam studi ini dilakukan analisa gempa perbandingan antara SNI 1726-2012 dengan SNI 1726-2019. perbandingan dilakukan pada beban gempa, hasil analisis gempa dinamis linear dengan model gedung 4 lantai. Pergerakan tanah menjadi faktor perubahan nilai respons spektra yang dipakai untuk perencanaan struktur yang berdasarkan waktu getar alami (Aditya dkk., 2021). Karena perbedaan respon spektra setiap lokasi dengan titik koordinat lintang dan bujurnya, maka berikut penentuan wilayah gempa ditentukan berdasarkan parameter gerak tanah S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek 0,2 detik) dan S_l (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik).

a. Perhitungan periode fundamental dengan pendekatan:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (1)$$

b. Distribusi beban Lateral $F_x = C_{vx} \cdot V$, Dimana:

$$C_{vx} = \frac{w_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_x \cdot h_x^k} \quad (2)$$

c. Simpangan antar lantai

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (3)$$

d. Pengecekan Δ – Delta

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad (4)$$

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan merupakan pengumpulan data berupa primer dan sekunder dimana :

1. Pengumpulan Data Awal

Mengumpulkan informasi dasar tentang kedua versi SNI 1726 untuk memahami perubahan dan pembaruan yang diterapkan dalam edisi yang lebih baru. Mengidentifikasi dan mengakses dokumen SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 (Puspita, 2021). Membaca dan menganalisis dokumen untuk mengidentifikasi perbedaan utama dalam metode desain, persyaratan, dan parameter yang digunakan. Mencatat perubahan signifikan antara kedua edisi, termasuk perubahan standar teknis, metode perhitungan, dan penambahan atau pengurangan syarat.

2. Pengumpulan Data Teknis

Mengumpulkan data teknis yang relevan untuk analisis perbandingan yang dirancang berdasarkan SNI 1726-2012 seperti dimensi struktur, beban yang diterima, material, dan kondisi tanah (Rosyidah dkk., 2023).

3. Penerapan Metode Analisis

Pemodelan Struktur yang sesuai dengan ketentuan dari kedua versi SNI untuk analisis perbandingan dan analisis perhitungan menggunakan ETABS (Basyira dkk., 2022) struktur menggunakan kedua versi standar untuk membandingkan hasil.

4. Evaluasi dan Perbandingan
Mengidentifikasi dan menganalisis perbedaan hasil perhitungan antara kedua edisi standar dengan menilai keuntungan dan kerugian dari pembaruan standar.
 5. Dokumentasi dan Penyampaian Hasil
Penyusunan laporan mengkomunikasikan temuan dari analisis perbandingan dengan menyampaikan hasil kepada pemangku kepentingan atau tim desain.
 6. Hasil yang Diharapkan
 - Perbandingan Efisiensi: Menilai seberapa efisien kedua versi standar dalam hal desain dan penggunaan material.
 - Kesesuaian Standar: Menilai apakah perubahan dalam SNI 1726-2019 memberikan keuntungan signifikan dalam hal keamanan atau biaya.
 - Rekomendasi Desain: Memberikan rekomendasi untuk penggunaan standar yang lebih sesuai berdasarkan hasil perbandingan.
- Metode ini memberikan pendekatan sistematis untuk membandingkan dan mengevaluasi perbedaan antara dua edisi standar, memastikan bahwa analisis yang dilakukan valid dan hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk perbaikan dan pengambilan keputusan dalam desain struktur (Arifah, 2021).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Bangunan

Data bangunan di uraikan sebagai berikut:

Nama Bangunan	: Aimas Convention Centre Hotel
Lokasi Bangunan	: Kabupaten Sorong
Koordinat Bangunan	: -0.97819849 Lintang :131.35331054 bujur
Tinggi Bangunan	: 12.8 meter
Luas Bangunan	: 14 x 46.2 meter
Jumlah Lantai Bangunan	: 4 lantai
Material Struktur Bangunan	: Struktur Beton Bertulang



Gambar 1. Foto Bangunan Eksisting (Aimas CC Hotel)

Gambar 1 merupakan kondisi fisik dan desain dari suatu bangunan yang sudah ada pada saat pemotretan digunakan untuk dokumentasi, analisis, perencanaan renovasi, atau sebagai referensi dalam proyek pembangunan.

4.2 Seismik Desain Data

Sesmic Desain Data berisi uraian data lokasi, fungsi atau kegunaan bangunan serta beberapa parameter yang di dapat dari beberapa sumber seperti lokasi gedung langsung, SNI, dan juga situs Puskim PUPR

(Pratama, 2022). Data ini yang nantinya menjadi tahapan awal perhitungan sesmik desain gempa suatu bangunan. Berikut uraian data yang di perlukan untuk perhitungan beban gempa pada struktur bangunan yang di tinjau dalam penelitian ini sebagai berikut.

Menurut SNI 1726-2012:

Fungsi Bangunan	= Apartemen
Kategori Resiko Bangunan	= 2
Faktor Keutamaan Gempa	= 1
Percepatan batuan dasar periode 0.2 detik (SS)	= 0.429
Percepatan batuan dasar periode 1 detik (S1)	= 0.311
Klasifikasi situs	= SE (Tanah Lunak)
Fa	= 1.927
Fv	= 2.756
SMS	= 0.827
SM1	= 0.857
SDS	= 0.551
SD1	= 0.571

Menurut SNI 1726-2019:

Fungsi Bangunan	= Apartemen
Kategori Resiko Bangunan	= 2
Faktor Keutamaan Gempa	= 1
Percepatan batuan dasar periode 0.2 detik (SS)	= 0.341
Percepatan batuan dasar periode 1 detik (S1)	= 0.204
Klasifikasi situs	= SE (Tanah Lunak)
Fa	= 2.147
Fv	= 3.28
SMS	= 0.731
SM1	= 0.669
SDS	= 0.488
SD1	= 0.446

4.3 Berat Struktur

Berat strukrur merupakan beban keseluruhan yang menyangkut beban sendiri struktur, mati tambahan, dan juga beban hidup yang bekerja pada struktur itu sendiri.

Tabel 1. Berat Struktur

Lantai	Beban			Total
	Mati (kg)	Hidup (kg)	Hidup 25% (kg)	(1D+0.25) (kg)
4	624146.8	199007.7	49751.933	673898.76
3	648526	199007.7	49751.933	698277.96
2	648526	199007.7	49751.933	698277.96
1	440480	199007.7	49751.933	490231.75
Berat Seismik Efektif				2560686.43

Tabel 1 menggambarkan berat struktur 4 lantai dengan total (1D+0,25L) dengan berat seisismik efektif 2.560.686,4 kg.

4.4 Periode Fundamental

Periode fundamental struktur T dalam area yang di tinjau harus di peroleh menggunakan sifat struktur dan karekteristik deformasi elemen pemikul dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur T, tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang di hitung (C_u) dan periode fundamental pendekatan T_a pada Tabel 2. Sebagai alternatif dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur T, di izinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a , yang di hitung sesuai.

Diketahui:

$C_t = 0.0466$ (Rangka beton pemikul momen : SNI 1726-2012)

$h_n = 12.8$ m (Tinggi Bangunan)

$x = 0.9$ (Koordinat Bngunan)

Sehingga pada persamaan (1) dapat dihitung:

$$T_a = 0.0466 \times 12.8^{0.9} = 0.46 \text{ detik}$$

Untuk nilai koefisien batas atas pada periode yang dihitung adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$C_u = 1.4$ (Nilai SD1 Lebih besar daripada 0.4)

Sehingga,

$$T_{\max} = T_a C_u$$

$$T_{\max} = 0.46 \times 1.4 = 0.64 \text{ detik}$$

Adapun untuk periode getar yang didapat menggunakan software (ETABS) adalah sebagai berikut: $T_c = 0.808$ detik. Sehingga nilai periode getar yang digunakan adalah: $T = 0.647$ detik berdasarkan perhitungan periode fundamental struktur.

4.5 Koefisien Seismik (C_s)

Koefisien seismik adalah Untuk menghitung nilai koefisien seismik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

- SNI 1726-2012 Pasal 7.8.1.1): $C_s = SDS/(R/I_e)$

Diketahui:

$$S_{DS} = 0.551$$

$$S_{D1} = 0.571$$

$$R = 8 \text{ (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)}$$

$$I_e = 1 \text{ (Kategori Resiko II)}$$

Sehingga:

$$C_s = SDS/(8/1) = 0.551/(8/1) = 0.06889$$

- SNI 1726-2019 Pasal 7.8.1.1), $C_s = SDS/(R/I_e)$

Diketahui :

$$S_{DS} = 0.488$$

$$S_{D1} = 0.446$$

$$R = 8 \text{ (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)}$$

$$I_e = 1 \text{ (Kategori Resiko II)}$$

Sehingga:

$$C_s = S_{DS}/(8/1) = 0.488/((8/1)) = 0.061011$$

4.6 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar seismik V , dalam arah yang di tetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan $V = C_s.W$, sehingga untuk SNI 1726:2012:

$V = 0.06889 \times 25112.15 = 1729.983 \text{ kN}$ bekerja pada elevasi dasar bangunan.

Untuk SNI 1726:2019:

$V = 0.061011 \times 25112.15 = 1532.107 \text{ kN}$ bekerja pada elevasi dasar bangunan.

4.7 Distribusi Beban Lateral

Setelah didapat nilai gaya geser dasar kemudian dilakukan perhitungan nilai distribusi beban yang terjadi pada bangunan di tiap-tiap lantai dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

Berdasarkan (SNI 1726-2012 Pasal 7.8.3) diketahui dengan (lantai 1) dengan persamaan (2) dapat dihitung dengan hasil sebagai Berikut:

$$\begin{aligned} V &= 1734.8227 \text{ kN} \\ w_i &= 3.485906 (\text{meter}) \\ h_i &= 3.2 (\text{meter}) \\ k &= 1.073573 \\ T &= 0.647147 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dihitung nilai k berdasar pada SNI (Pasal 7.8.3)

Untuk struktur dengan periode getar ($T \leq 0,5$ detik), maka nilai $k = 1$

Untuk struktur dengan periode getar ($T \geq 2,5$ detik), maka nilai $k = 2$ dan untuk struktur dengan periode getar berada diantaranya maka harus dilakukan interpolasi linier.

Untuk struktur yang ditinjau nilai periode getar (T) struktur adalah 0.647147 detik sehingga nilai k harus dilakukan interpolasi linier sebagai berikut:

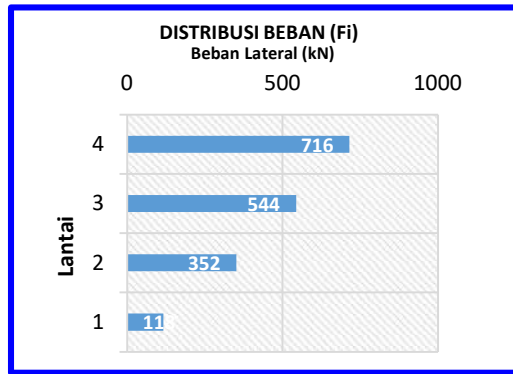
$$\begin{aligned} k &= k_1 + ((T-T_1))/(T_2-T_1) \times (K_2 - K_1) \\ &= 1 + ((0.6471-0.5))/(2.5-0.5) \times (2 - 1) \\ &= 1.073573 \end{aligned}$$

Setelah di ketehaui nilai (k), di lanjutkan perhitungan distribusi beban yang di sajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Distribusi beban SNI 2012

Lantai	Tinggi Lantai				Lateral		
	H_i (m)	H_i^k (m)	w_i (kg)	$w_i \times h^k$ (kgm)	C_s	F_i (kg)	(kN)
4	12.8	15.44	673898.8	10404997.47	0.4137	72973.11	714.633
3	9.6	11.338	698278	7917075.964	0.3147	55522.07	544.494
2	6.4	7.336	698278	5122567.408	0.2037	35926.82	352.327
1	3.2	3.485	490231.6	1708457.126	0.0679	11984.34	117.528
				25153097.97		176406.3	1728.982

Berdasarkan Tabel 2 hasil perhitungan yang dilakukan pada 4 lantai struktur Gedung dengan menghasilkan beban lateral (F_i) mendapatkan 1729,982 kN. Gambar 2 merupakan distribusi bebas yang terjadi pada struktur dimana dapat disimpulkan bahwa pada lantai ke-4 memiliki distribusi terbesar hingga 716 kN dibandingkan dengan lantai yang lain.



Gambar 2. Grafik distribusi beban SNI 2012

Diketahui dengan (lantai 1) diketahui dengan perhitunga persamaan (2) maka dapat dihitung dengan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V &= 16251.25 \text{ kN} \\ W_i &= 3.485906 \text{ (meter)} \\ h_i &= 3.2 \text{ (meter)} \\ k &= 1.073573 \\ T &= 0.647147 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dihitung nilai k berdasar pada SNI (Pasal 7.8.3)

Untuk struktur dengan periode getar ($T \leq 0,5$ detik, maka nilai $k = 1$

Untuk struktur dengan periode getar ($T \geq 2,5$ detik, maka nilai $k = 2$

Dan untuk struktur dengan periode getar berada diantaranya maka harus dilakukan interpolasi linier

Untuk struktur yang ditinjau nilai periode getar (T) struktur adalah 0.647147 detik sehingga nilai k harus dilakukan interpolasi linier sebagai berikut.

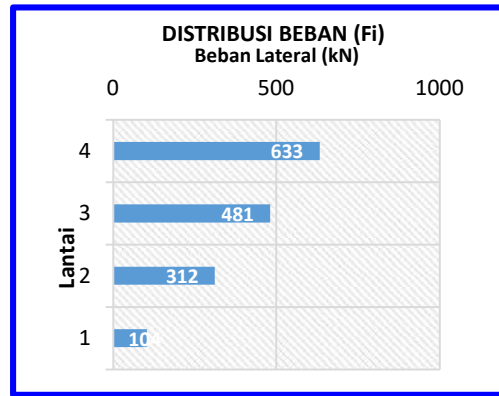
$$\begin{aligned} k &= k_1 + ((T-T_1))/(T_2-T_1) \times (K_2 - K_1) \\ &= 1 + ((0.6471-0.5))/(2.5-0.5) \times (2 - 1) = 1.073573 \end{aligned}$$

Setelah di ketehaui nilai (k), di lanjutkan perhitungan distribusi beban yang di sajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan distribusi beban SNI 2019

Lantai	Tinggi Lantai				Cs	Lateral	
	Hi (m)	Hi ^k (m)	wi (kg)	wi x h ^k (kgm)		Fi (kg)	(kN)
4	12.8	15.44	673898.8	10404997	0.4137	64626.45	633.779
3	9.6	11.338	698278	7917076	0.3147	49171.45	482.215
2	6.4	7.336	698278	5122567	0.2037	31817.51	312.028
1	3.2	3.485	490231.6	1708457	0.0679	10613.57	104.085
						156229	1532.107

Berdasarkan Tabel 3 hasil perhitungan yang dilakukan pada 4 lantai struktur Gedung dengan menghasilkan beban lateral (F_i) mendapatkan 1532,107 kN. Gambar 3 merupakan distribusi bebas yang terjadi pada struktur dimana dapat disimpulkan bahwa pada lantai ke-4 memiliki distribusi terbesar hingga 633 kN dibandingkan dengan lantai yang lain.



Gambar 3. Ggrafik distribusi beban SNI 2019

4.8 Simpangan Antar Lantai

Gaya gempa lateral akan menghasilkan simpangan struktur dalam arah lateral. Maka simpangan lateral antar tingkat (story drift) harus selalu di periksa untuk menjamin stabilitas struktur, mencegah kerusakan elemen- elemen non structural, serta menjaga kenyamanan penghuni bangunan. Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus di hitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah struktur yang di tinjau. Defleksi pusat massa di tingkat x (δ_x) di hitung sesuai persamaan 3.

Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan nilai simpangan di tiap lantai dengan rumus di atas, kita menghitung nilai drift/simpangan (Δ) perlantai dan di cek terhadap drift/simpangan limit ijin (Δ_a) apakah aman, dengan menggunakan persamaan 4.

Berikut contoh perhitungan menggunakan rumus yang sudah di ketahui. Delta elastik yang sudah di dapat dari hasil perhitungan menggunakan sofweart, di perbesar dengan di kalikan dengan faktor pembesaran defleksi, dan di bagi dengan faktor keutamaan. Di bawah ini contoh perhitungan di lantai satu. Dibawah ini digunakan persamaan (3) maka didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{5,50\delta_{xe}}{1,0} = 5,5\delta_{xe}$$

Sedangkan untuk simpangan ijin tingkat desain di dapat dari perhitungan sesuai dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\Delta a}{\rho} = \frac{0,025h}{1,3} = 0,0192h$$

Perhitungan selanjutnya diselesaikan dalam Tabel 4.

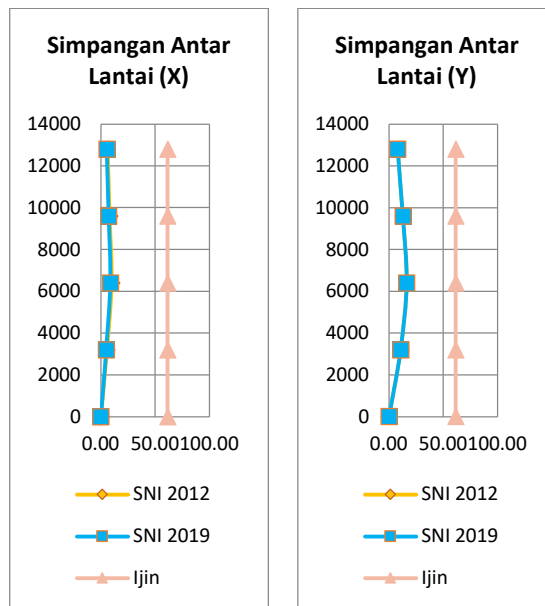
Tabel 4. Perhitungan simpangan antar lantai arah X

SNI	Lantai	Hn (mm)	Hx	δ_{xe} (mm)	δ_x (mm)	Δx (mm)	Δa (ijin)	Ket.
1726-2012	4	12800	3200	5.368	29.524	6.149	61.53846	aman
	3	9600	3200	4.25	23.375	8.008	61.53846	aman
	2	6400	3200	2.794	15.367	9.8285	61.53846	aman
	1	3200	3200	1.007	5.5385	5.5385	61.53846	aman
	0	0	3200	0	0	0	61.53846	aman
1726-2019	4	12800	3200	4.746	26.103	5.434	61.53846	aman
	3	9600	3200	3.758	20.669	7.0785	61.53846	aman
	2	6400	3200	2.471	13.5905	8.69	61.53846	aman
	1	3200	3200	0.891	4.9005	4.9005	61.53846	aman
	0	0	3200	0	0	0	61.53846	aman

Tabel 5. Perhitungan simpangan antar lantai arah Y

SNI	Lantai	Hn (mm)	Hx	δy_e (mm)	δy (mm)	Δy (mm)	Δa (ijin)	Ket.
1726-2012	4	12800	3200	8.666	47.663	7.964	61.53846	aman
	3	9600	3200	7.218	39.699	12.749	61.53846	aman
	2	6400	3200	4.9	26.95	16.258	61.53846	aman
	1	3200	3200	1.944	10.692	10.692	61.53846	aman
	0	0	3200	0	0	0	61.53846	aman
1726-2019	4	12800	3200	7.661	42.1355	7.04	61.53846	aman
	3	9600	3200	6.381	35.0955	11.2695	61.53846	aman
	2	6400	3200	4.332	23.826	14.3715	61.53846	aman
	1	3200	3200	1.719	9.4545	9.4545	61.53846	aman
	0	0	3200	0	0	0	61.53846	aman

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 didapatkan perhitungan simpangan antar lantai pada arah X dan Y dimana pada perbandingan SNI 1726-2012 dan 1726-2019 didapatkan keadaan aman pada setiap lantainya.



Gambar 4. Grafik Simpangan Antar Lantai X dan Y

Dilihat pada Gambar 4 distribusi ijin antar simpangan lantai dengan arah X dan Y dengan perbandingan SNI 2012d an SNI 2019 mengalami perpindahan yang seragam.

4.9 Pengecekan Δ – Delta

Efek Δ – Delta perlu di cek agar mengetahui pengaruh geser dasar terhadap perpindahan struktur kolom agar mengetahui besaran perubahan, demi menjaga kestabilan struktur dan kenyamanan pengguna. Kemudian dilakukan pengecekan nilai Δ -Delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10:

$$\theta = \frac{6271 * 5.5385 * 1_1}{103.925 * 3200 * 5.5}$$

$$\theta_1 = 0.1899$$

Demikian contoh perhitungan koifisien teta (Θ) pada lantai satu. Untuk perhitungan selengkapnya hingga lantai teratas, disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Koefisien teta

Lantai	P1 (kN)	V (kN)	D (mm)	hsl (mm)	Cd	θ
4	8073	632.8034	6.149	3200	5.5	0.004457
3	8312	481.4726	8.008	3200	5.5	0.007855
2	8312	311.5478	9.8285	3200	5.5	0.014898
1	6271	103.925	5.5385	3200	5.5	0.01899

Dari perhitungan Tabel 6 diketahui nilai teta (θ) tidak melebihi 0.10, sehingga menurut pasal 7.8.7 SNI 1726:2019 efek Δ -Delta bisa di abaikan. Selanjutnya untuk nilai koefisien stabilitas teta (θ) yang telah dihitung dikontrol dengan persamaan sebagai berikut di mana nilai teta (θ) tidak boleh melebihi nilai teta max (θ max), contoh sebagai berikut.

$$\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25$$

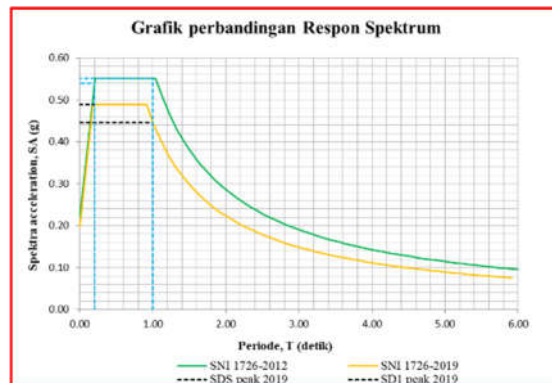
$$\theta_{max} = \frac{0,5}{1 * 5.5} \leq 0,25$$

$$\theta_{max} = 0,091 \leq 0,25$$

Dari nilai koefisien stabilitas yang telah didapat dapat disimpulkan bahwa nilai (θ) tidak melebihi (θ)max. dan juga (θ)max tidak melebihi 0,25 persen, sehingga struktur di anggap stabil.

4.10 Komparasi hasil gaya geser dasar dan simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019

Selanjutnya di lakukan proses komparasi antara hasil kedua SNI 2012 dan 2019. Di mana nilai SDS 0.551122 dan SD1 0.571411 berdasarkan Sa SNI 2012. Jika di dibandingkan dengan nilai SDS 0.488085 dan SD1 0.44608 menurut Sa SNI 2019 mengalami penurunan. Perbandinganya di sajikan lewat grafik di bawah ini.



Gambar 5. Grafik perbandingan spektra acceleration Sa

Terlihat pada Gambar 5 bahwa nilai Sa 2019 mengalami penurunan 11.44% di bandingkan nilai Sa 2012. Hal ini berpengaruh pada nilai geser nominal V. Di mana nilai geser dasar nominal yang di dapati dengan menggunakan SNI 2012 adalah 1729.983 kN, sedangkan menggunakan SNI 2019 di dapati nilai 1532.107 kN namun dengan koefisien Cs yang berbeda sesuai perhitungan yang di dapati menggunakan aturan dari kedua SNI dimana sejalan dengan penelitian (Kallakus dkk, 2022 dan Rohman, 2021).

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian nilai (Sa) yang menggunakan SNI 1726-2019 mengalami penurunan 11.44% di bandingkan nilai Sa 1726- 2012. Hal ini berpengaruh pada nilai geser nominal V. Di mana nilai geser dasar nominal yang di dapati dengan menggunakan SNI 1726-2012 adalah 1729.983 kN sedangkan menggunakan SNI 2019 di dapati nilai 1532.107 kN namun dengan koefisien Cs yang berbeda sesuai

perhitungan yang di dapat menggunakan aturan dari kedua SNI. Perubahan nilai (S_a) sangat berpengaruh terhadap nilai geser dan simpangan terhadap dimensi penampang dalam perencanaan. Perhitungan simpangan antar lantai pada arah X dan Y dimana pada perbandingan SNI 1726-2012 dan 1726-2019 didapatkan masih dalam kondisi yang aman pada setiap lantainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdu, M., Sayfullah, M., Agusman, A., Irianto, D.I. 2024. Analisis Perencanaan Bangunan Rumah Sakit Ibu dan Anak Mohammad Yamin Berdasarkan SNI Gempa 1726-2019. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 8(1), 4624-4636.
- Aditya, B., Galuh, D.L.C., Shulhan, M.A., 2021. Pengaruh Perubahan SNI 1726: 2012 Menjadi SNI 1726: 2019 Untuk Nilai Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen (Studi Kasus Gedung Kampus Di Provinsi Jawa Tengah). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*. 6(1), 13-23.
- Akbar, F.A. 2021. *Analisis Struktur Gedung Irna (Instalasi Rawat Inap) Rumah Sakit Umum Pasaman Barat menggunakan SNI 2847: 2019 dan SNI 1726: 2019*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Padang, Padang.
- Arifah, S., Jaya, D.J., Widodo, S. 2021. Comparative study of internal force in lecture buildings in Daerah Istimewa Yogyakarta between SNI 1726-2012 and 1726-2019 with the spectrum response method (2D). *Journal of Physics: Conference Series*. 1833(1), 012026.
https://digilib.itp.ac.id/index.php?p=show_detail&id=12406&keywords=
- Aulia, N. 2022. *Analisis Perbandingan Desain Struktur Gedung Beton Bertulang Bertingkat Rendah Menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 untuk Lokasi Kota Bukittinggi*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Padang, Padang.
https://digilib.itp.ac.id/index.php?p=show_detail&id=13351&keywords=
- Basyira, M., Amira, F., Maricara, S. 2022. Perancangan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Ruko 4 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019. *Civil Engineering Journal*. 3(2).
- Cipta, A.P.H. 2023. *Studi perbandingan beban gempa pada gedung rawat inap non bedah RSUD dr. H. Abdul Moeloek, Bandar Lampung dengan analisis respon spektrum sesuai SNI 1726: 2012 dan SNI 1726: 2019*. Skripsi, Universitas Lampung, Lampung.
<http://digilib.unila.ac.id/73126/>
- Kabdiyono, E.A., Winita, A. 2022. Studi komparasi penulangan gedung 8 lantai dengan SNI 1726: 2012 dan SNI 1726: 2019 studi kasus: gedung Hotel X di Kota Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Undira*. 2(1). <http://jurnal.undira.ac.id/jurnaltera/article/view/78>
- Kallakus, P.A., Risdianto, Y. 2022. Perbandingan Perancangan Gedung Tahan Gempa dengan Menggunakan SNI 1726 Tahun 2002, 2012, dan 2019. *Jurnal REKATS*. 10(2).
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/49924>
- Nugroho, N.S., Putra, H. 2021. Structure evaluation of building based on the earthquake response acceleration spectrum of the SNI 03-1726-2019. *IOP Conference Series: Earth and Engineering*. 871, 012013. <http://www.doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012013>
- Pratama, A.I.S. 2022. Analisis struktur berdasarkan penerapan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019 pada bangunan female apartement Universitas Islam Internasional Indonesia. *Jurnal ARTESIS*. 2(1), 1-12.
<https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/ARTESIS/article/view/3754>
- Puspita, R.P. 2021. *Studi banding SNI 1726: 2021 dengan SNI 1726: 2019 pada desain ketahanan gempa struktur bangunan apartemen di Tangerang*. Tesis, Universitas Trisakti, Jakarta.
http://repository.trisakti.ac.id/usaktiana/index.php/home/detail/detail_koleksi/0/THE/judul/000000000000000000104396/

- Rohman, A.A. 2021. *Analisa Perbandingan Kinerja Gedung Struktur Beton Bertulang 9 Lantai dengan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 Menggunakan Metode PushOver*. Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. <http://repository.untagsby.ac.id/7753/18/JURNAL.pdf>
- Rosyidah, A., Albab, U., Sucita, I.K. 2023. Anomaly Response Spectrum of Various Cities in Indonesia Based on SNI 1726: 2019. *Recent in Engineering Science and Technology*. 1(03), 32-44. <https://www.mbi-journals.com/dev/index.php/riestech/article/view/25>
- Rusmin, M., Rusdi, A., Faiz, M. 2023. Studi Perbandingan Perencanaan Tahan Gempa Gedung Tidak Beraturan dengan Menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*. 151-159. <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/sipil/article/view/2705>
- Saputra, A.R. 2021. *Perencanaan ulang bangunan apartemen di Depok menggunakan peraturan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019*. Skripsi, Universitas Mercu Buana, Jakarta. <https://repository.mercubuana.ac.id/85025/>
- Sutjipto, S. 2020. Perubahan Beban Gempa Desain SNI 1726: 2019 Terhadap SNI 1726: 2012. *Webinar Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Trisakti Perancangan Struktur Untuk Bangunan Tinggi Sesuai SNI 1726: 2019 & SNI 2847: 2019*.
- Zain, A.M., Widodo, E., Arlangga, M.N. 2024. Analisa Dinamis Pada Portal Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa Sesuai SNI 1726: 2019 Wilayah Kota Palu. *Surya Teknika*. 1(1), 27-38. <https://www.jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/ST/article/view/4608>