



Studi Perbandingan Dua Peraturan Gempa, SNI 1726-2012 Dan SNI 1726-2019 Khusus Tentang Gaya Geser Dasar Seismik pada Gedung Menggunakan ETABS

Febriana G. Ompi^{#a}, Ellen J. Kumaat^{#b}, Banu D. Handono^{#c} Ronny E. Pandaleke^{#d}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aompifebrianagracia@gmail.com, ^bekumaat@unsrat.ac.id, ^cbanu2h@unsrat.ac.id, ^dronny_pandaleke@yahoo.com

Abstrak

Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat risiko gempa bumi yang tinggi, sehingga perencanaan struktur tahan gempa perlu disesuaikan secara berkala dengan perkembangan data seismik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan pengaruh peraturan gempa terbaru, SNI 1726:2019, terhadap gaya geser dasar seismik pada struktur gedung beton bertulang, dibandingkan dengan SNI 1726:2012. Studi dilakukan pada Gedung Kuliah Jurusan Teknik Sipil UNSRAT 6 lantai yang terletak di Kota Manado, menggunakan metode analisis statik ekuivalen dan dinamik respons spektrum melalui perangkat lunak *ETABS*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai parameter spektrum respons dan gaya geser dasar seismik. Nilai S_{DS} dan S_{D1} meningkat masing-masing sebesar 1,47% dan 25,33% pada SNI 1726:2019, yang menyebabkan kenaikan gaya geser dasar sebesar $\pm 56,7\%$ untuk kedua arah analisis. Selain itu, terjadi peningkatan nilai simpangan (*Displacement*) dan simpangan antar lantai (*Inelastic drift*) sebesar $\pm 5\%$, di mana simpangan antar lantai pada lantai 3 dan 4 melampaui batas maksimum yang diperbolehkan (*Drift limit*), mengindikasikan kinerja struktur yang tidak aman jika mengacu pada standar terbaru. Penelitian ini menyarankan agar perencanaan struktur di daerah rawan gempa mengutamakan kekakuan dan kekuatan yang memadai agar drift tetap dalam batas aman, serta selalu menggunakan standar terbaru dalam proses desain. Studi lanjutan dapat dilakukan dengan membandingkan sistem struktur lain dan menerapkan metode analisis dinamis lanjutan guna memperoleh hasil yang lebih akurat dan realistis.

Kata kunci: gempa, gaya geser dasar, peraturan gempa, batas simpangan antar lantai, gedung beton bertulang, *ETABS*

1. Pendahuluan

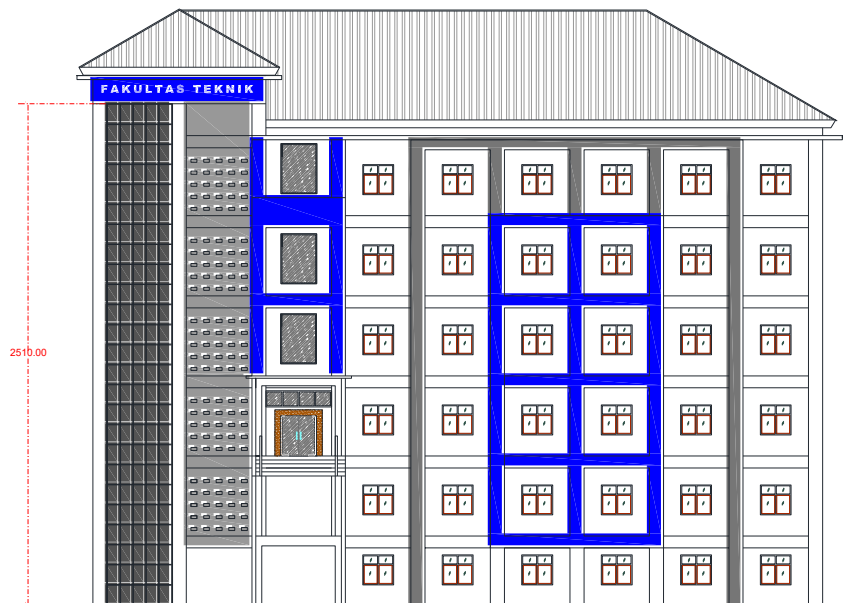
Pemerintah Indonesia melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) secara berkala merevisi standar perencanaan gempa yang tertuang dalam SNI 1726 tentang *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Standar ini menjadi acuan utama dalam menentukan besar gaya gempa rencana yang bekerja pada bangunan. Gedung Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT) di Kota Manado, yang berada pada wilayah rawan gempa, menjadi objek yang relevan untuk dikaji mengingat fungsinya yang vital sebagai pusat pendidikan tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbandingan gaya geser dasar seismik dan mengetahui seberapa besar simpangan yang terjadi pada gedung yang dikaji berdasarkan perubahan ketentuan dari SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019. Kajian ini penting untuk mengetahui sejauh mana perbedaan peraturan memengaruhi desain struktur gedung beton bertulang, khususnya dalam konteks ketahanan seismik bangunan pendidikan di wilayah rawan gempa. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada analisis statik ekuivalen dan dinamik menggunakan metode ragam spektrum respon, dengan beban gempa yang mengacu pada SNI 1727:2020. Pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak *ETABS* v.20.0.0 pada gedung beton bertulang enam lantai dengan asumsi tumpuan jepit pada bagian bawah.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis komparatif pada gedung bertingkat yakni struktur gedung Jurusan Teknik Sipil UNSRAT dengan menggunakan dua standar pembebanan gempa yang berbeda, yang merujuk pada SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019. Lokasi penelitian berada di Kel. Bahu, Kec. Malalayang, Kota Manado, Sulawesi Utara. Secara geografis lokasi penelitian berada di $1^{\circ}45'80''$ LS- $124^{\circ}82'60''$ BT.

A. Data Struktur Bangunan

- > Fungsi Gedung = Tempat Kuliah
- > Sistem Struktur = Sistem rangka pemikul momen
- > Jumlah Lantai = 6 lantai + 1 (lantai atap)
- > Tinggi antar lantai ;
 - Lantai 1 = 3,5 meter
 - Lantai 2 – 6 tipikal = 4 meter
- > Lantai atap = 3 meter
- > Tinggi Total Bangunan = 26 meter (arah Z)
- > Lebar Bangunan = 18 meter (arah Y)
- > Panjang Bangunan = 36 meter (arah X)
- > Material Struktur = Beton Bertulang



Gambar 1. Tampak Depan Struktur Gedung

B. Data Material

- Spesifikasi Material Beton
 - > Mutu Beton (f'_c) = 30 MPa
 - > Berat Jenis = 2400 kg/m^3
 - > Modulus Elastisitas Beton = $4700\sqrt{f'_c} = 25742,9602 \text{ Mpa}$
- Spesifikasi Material Baja
 - > Untuk $\varnothing \geq 13 \text{ mm}$, f_y = 400 MPa (BjTD 400)
 - > Untuk $\varnothing < 13 \text{ mm}$, f_y = 240 MPa (BjTP 240)
 - > Modulus Elastisitas Baja (E_s) = 200000 MPa

C. Data Beban

Beban-bebanyang direncanakan terdiri dari beban mati (berat sendiri struktur dan beban tambahan), beban hidup sebesar luasan per m2yang ditinjau berdasarkan fungsi bangunan berdasarkan SNI 1727:2020 dan beban gempa yang dianalisis berdasarkan SNI 1726:2019.

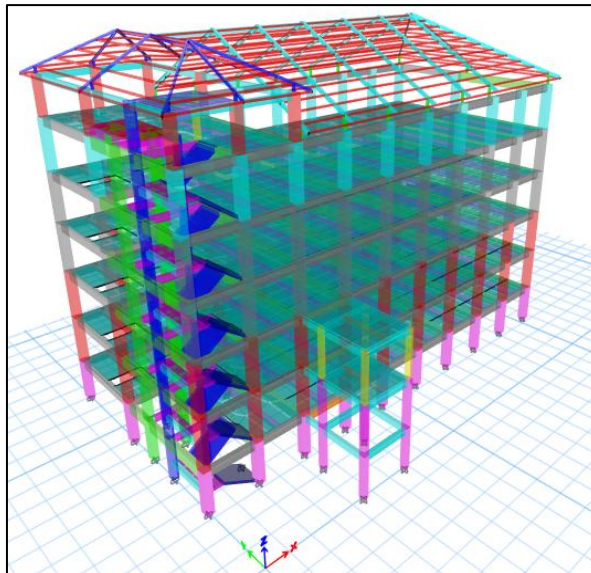
D. Data Tanah

Data tanah ini hanya akan digunakan untuk penentuan Kelas Lokasi (Jenis Tanah) untuk perhitungan analisis gempa. Hasil penyelidikan tanah berdasarkan hasil uji penetrasi dinamis atau *Standart Penetration Test (SPT)*. Penetrasi standar dilakukan dengan interval setiap 1,5 m dengan lokasi pengujian di Kota Manado dengan titik koordinat yang sudah ditentukan. Lapisan tanah keras berada pada kedalaman 12 m dan jenis tanah diklasifikasikan sebagai tanah sedang (*SD*) dengan nilai $N < 50$.

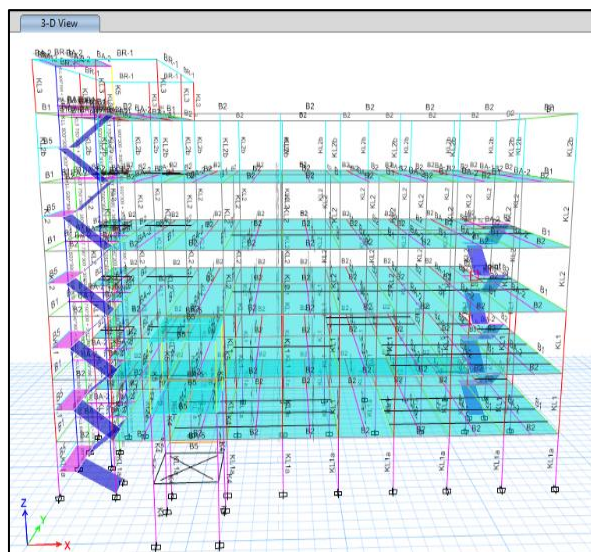
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemodelan Struktur 3D

Struktur bangunan gedung yang dianalisis dikategorikan struktur bangunan gedung beraturan. Struktur beton bertulang pada gedung Jurusan Teknik Sipil Unsrat direncanakan kembali dan kemudian akan dianalisis berdasarkan data bangunan. Berikut adalah gambar struktur 3 dimensi yang dimodelkan menggunakan *software ETABS*. Pada model di *Gambar 3*, penutup atap dihilangkan, jadi untuk beban diatap akan menjadi beban joint pada struktur bawahnya.



Gambar 2. Geometri Struktur 3D



Gambar 3. Pemodelan Struktur 3D tanpa Penutup Atap

3.2. Pembebanan

A. Beban Mati

- Berat sendiri elemen struktur beton bertulang (*Dead Load*) = 24 kN/m^3
- Beban tambahan (*SIDL*) = $0,6 \text{ kN/m}^2$ (pada pelat atap)
= $1,58 \text{ kN/m}^2$ (pada pelat lantai)
= $1,5 \text{ kN/m}^2$ (pada balok)

B. Beban Hidup

- Ruang Serba Guna/aula = $4,79 \text{ kN/m}^2$
- Lobby dan Koridor (di atas lantai pertama) = $3,83 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Kelas/Kuliah, Ruang Dosen, Ruang Seminar, Gudang, Toilet = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- Beban Hidup Atap (*lr*) = $0,96 \text{ kN/m}^2$

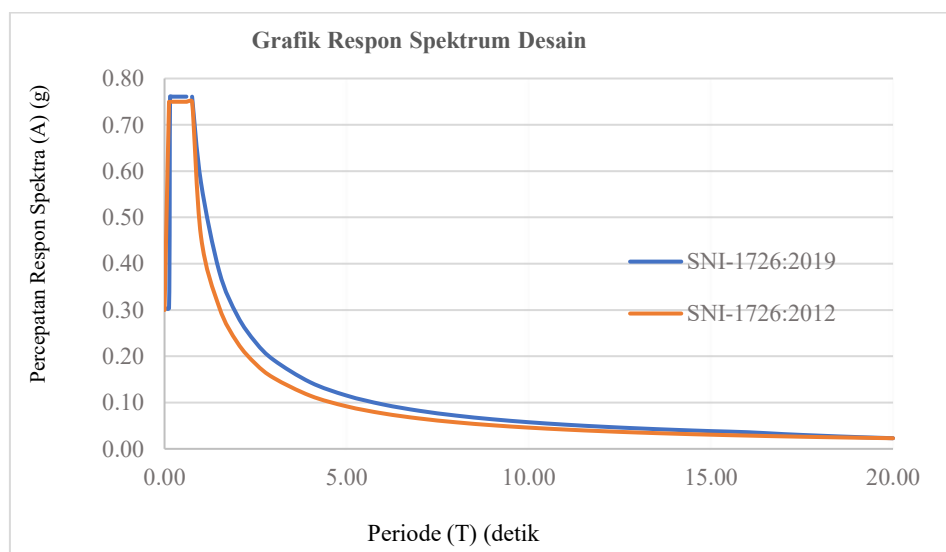
Beban hidup didistribusikan sebagai beban terbagi merata dalam pemodelan di *software ETABS*.

C. Beban Gempa

Beban gempa pada struktur bangunan dianalisis berdasarkan parameter yang dihitung sesuai SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, dengan Faktor keutamaan gempa (*I_e*) untuk kategori risiko IV adalah 1,5.

- Parameter percepatan gempa (SNI 1726:2012)
 $S_s = 1,036 \text{ g}$
 $S_1 = 0,442 \text{ g}$
- Parameter respon spektral (SNI 1726:2012)
 $S_{DS} = 0,74978 \text{ g} \geq 50$
 $S_1 = 0,45909 \text{ g} \geq 20$
- Parameter percepatan gempa (SNI 1726:2019)
 $S_s = 1,0610 \text{ g}$
 $S_1 = 0,4722 \text{ g}$
- Parameter respon spektral (SNI 1726:2019)
 $S_{DS} = 0,7608 \text{ g} \geq 50$
 $S_1 = 0,5754 \text{ g} \geq 20$

Hasil dari nilai S_{DS} dan S_{D1} berdasarkan kedua SNI yang berbeda, struktur gedung termasuk kategori desain seismik (KDS) “D” dan dipilih Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Grafik perbandingan spektrum respon desain dari SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Respon Spektrum Desain

D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam studi kasus ini yakni kombinasi beban dengan pengaruh beban seismik diperhitungkan bersama dengan kombinasi beban dasar yakni kombinasi metode ultimit atau terfaktor (*Load and Resistance Factor Design*). Sebagaimana yang diatur dalam SNI 1726:2012 Pasal 4.2.2 dan SNI 1726:2019 Pasal 4.2.2. Perhitungan beban angin arah X dan Y sudah sesuai dalam aturan SNI 1727:2020 Pasal 27.3.5.

3.3. Analisis Periode Fundamental Struktur

A. Koefisien untuk Batas Periode

$$\begin{aligned} C_u &= 1,4 \text{ (Tabel 17 SNI 1726:2019)} \\ C_t &= 0,0466 \text{ (Tabel 18 SNI 1726:2019)} \\ x &= 0,9 \text{ (Tabel 18 SNI 1726:2019)} \\ h &= 26,98 \text{ m (tinggi bangunan seismik)} \end{aligned}$$

B. Periode Fundamental Pendekatan

$$\begin{aligned} T_a &= C_t \times h^x \\ &= 0,0466 \times (26,98)^{0,9} = 0,946 \text{ detik} \end{aligned}$$

C. Periode Maksimum

$$\begin{aligned} T_{\max} &= C_u \times T_a \\ &= 1,4 \times 0,946 = 1,3244 \text{ detik} \end{aligned}$$

D. Periode Fundamental Pendekatan Hasil Analisa Program ETABS.

$$\begin{aligned} \text{Mode 1-Arah X} &= 1,017 \text{ detik} \\ \text{Mode 2-Arah Y} &= 1,088 \text{ detik} \end{aligned}$$

(Kontrol),

> Arah X;

$$T_c = 1,017 \text{ detik}$$

$$T_a = 0,946 \text{ detik}$$

$$T_{\max} = 1,3244 \text{ detik}$$

$$T_c < T_{\max}, \text{ maka } T = T_c = 1,017 \text{ detik,}$$

> Arah Y;

$$T_c = 1,088 \text{ detik}$$

$$T_a = 0,946 \text{ detik}$$

$$T_{\max} = 1,3244 \text{ detik}$$

$$T_c < T_{\max}, \text{ maka } T = T_c = 1,088 \text{ detik}$$

3.4. Analisis Partisipasi Massa Ragam

Partisipasi massa ragam sesuai SNI 1726:2012, hasil running di program ETABS dilakukan sampai modal ke-24, Sehingga berdasarkan hasil analisis, arah x pada modal ke-16 dan arah y pada modal ke-18 sudah memenuhi syarat paling sedikit 90% .

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	1,088	0,0218	0,7246	0	0,0218	0,7246	0	0,2616
Modal	2	1,017	0,6475	0,006	0	0,6694	0,7307	0	0,0084
Modal	3	0,928	0,1204	0,0331	0	0,7897	0,7638	0	0,0001
Modal	4	0,63	4,073E-06	9,389E-06	0	0,7898	0,7638	0	1,871E-05
Modal	5	0,609	5,781E-06	0,0001	0	0,7898	0,7639	0	0,0011
Modal	6	0,553	0	0	0	0,7898	0,7639	0	1,496E-05
Modal	20	0,184	0,0004	0,0002	0	0,9214	0,9279	0	0,0005
Modal	21	0,183	1,315E-05	0,0001	0	0,9214	0,928	0	4,514E-05
Modal	22	0,182	0,0051	0,0004	0	0,9266	0,9284	0	0,0002
Modal	23	0,14	0,0584	0,0006	0	0,985	0,929	0	0,001
Modal	24	0,117	0	0,0576	0	0,985	0,9867	0	0,1462

Gambar 5. Modal Partisipasi Massa (SNI 1726:2012)

Partisipasi massa ragam sesuai SNI 1726:2019, hasil running di program ETABS dilakukan sampai modal ke-81, dicari agar mendekati 100%. Sehingga berdasarkan hasil analisis, arah x pada modal ke-16 dan arah y pada modal ke-18 sudah memenuhi syarat paling sedikit 90%.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	1,088	0,0218	0,7246	0	0,0218	0,7246	0	0,2616
Modal	2	1,017	0,6475	0,006	0	0,6694	0,7307	0	0,0084
Modal	3	0,928	0,1204	0,0331	0	0,7897	0,7638	0	0,0001
Modal	4	0,63	4,073E-06	9,389E-06	0	0,7898	0,7638	0	1,871E-05
Modal	5	0,609	5,781E-06	0,0001	0	0,7898	0,7639	0	0,0011
Modal	6	0,553	0	0	0	0,7898	0,7639	0	1,496E-05
Modal	78	0,042	2,517E-06	8,358E-07	0	0,9999	0,9999	0	2,757E-06
Modal	79	0,041	8,167E-06	4,063E-05	0	0,9999	0,9999	0	0,0001
Modal	80	0,041	4,072E-06	3,126E-05	0	0,9999	1	0	0,0001
Modal	81	0,039	0,0001	1,326E-06	0	1	1	0	3,384E-06
Modal	82	0,038	0	1,634E-05	0	1	1	0	0,0001

Gambar 6. Modal Partisipasi Massa (SNI 1726:2019)

3.5. Hasil Analisis Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Analisis gaya geser dasar dianalisis dari analisis ragam (dinamik) dan dihitung melalui metode statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Perhitungan gaya geser dasar (V) sebagai berikut.

$$V = C_s \times W$$

dengan ;

C_s = koefisien respons seismik

W = berat seismik efektif struktur, yang di definisikan sesuai SNI 1726 (Nilai W diperoleh dari kalkulasi pada program ETABS) = 39480,3811 kN.

Gaya geser dasar seismik selanjutnya didistribusikan vertikal ke lantai di atasnya. Hasil analisis distribusi gaya lateral gempa dalam arah X dan Y pada tiap tingkat gedung dianalisis dalam program ETABS sesuai SNI 1726:2012 seperti pada diagram di Gambar 7 dan Gambar 8, sesuai SNI 1726:2019 seperti pada diagram di Gambar 8 dan Gambar 9.

Gaya geser tingkat yang bekerja pada tiap lantai merupakan jumlah akumulasi dari semua gaya lateral tingkat tiap lantai yang bekerja di atasnya.

A. Gaya geser dasar seismik (V) sesuai SNI 1726-2012

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,74978}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,1405$$

Nilai C_s yang dihitung pada persamaan diatas, tidak perlu melebihi;

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,4591}{0,946 \left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,09104$$

C_s tidak boleh kurang dari,

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 (0,74978)(1,5) = 0,04948548 \geq 0,01 \dots (\text{OK})$$

Sehingga diperoleh nilai gaya geser dasar seismik (V) ;

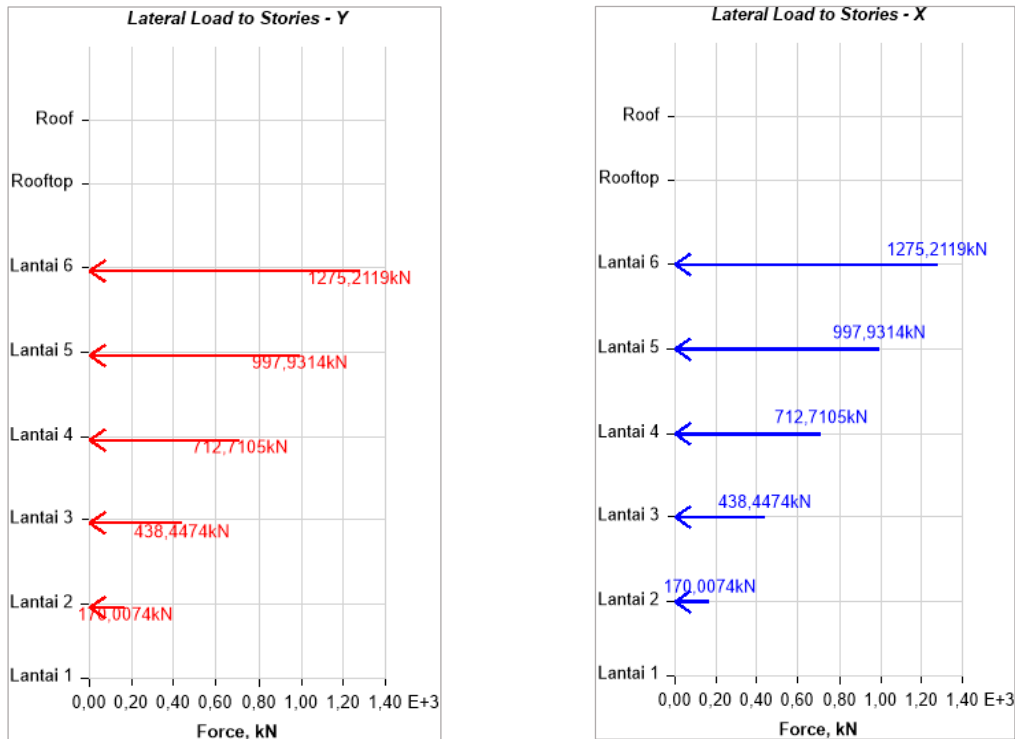
$$V = C_s \times W$$

$$V = 0,09104 \times 39480,3811 \text{ kN} = 3594,3087 \text{ kN}.$$

Tabel 1. Kontrol Gaya Geser Dasar (SNI 1726:2012)

Tipe Gempa		Base Shear		Kontrol	
		Fx (kN)	Fy (kN)	(V/Vt)*85%	
Statik (V)	EQ X	3594,3087	0	85,0000	OK
	EQ Y	0	3594,3087		
Dinamik (Vt)	RSP X	3595,5304	533,374		
	RSP Y	559,374	3595,5304		

Nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 85% nilai respons ragam yang pertama ($V_{dinamik} \geq 0,85V_{statik}$).



Gambar 6. Distribusi Gaya Lateral Tingkat arah Y (kiri) dan arah X (kanan) berdasarkan SNI 1726:2012

B. Gaya geser dasar seismik (V) sesuai SNI 1726-2019

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,7608}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,1426$$

Nilai C_s yang dihitung pada persamaan diatas, tidak perlu melebihi;
Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,5754}{0,946 \left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,1140$$

C_s tidak boleh kurang dari,

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 (0,7608)(1,5) = 0,0502 \geq 0,01 \dots (\text{OK})$$

Sehingga diperoleh nilai gaya geser dasar seismik (V);

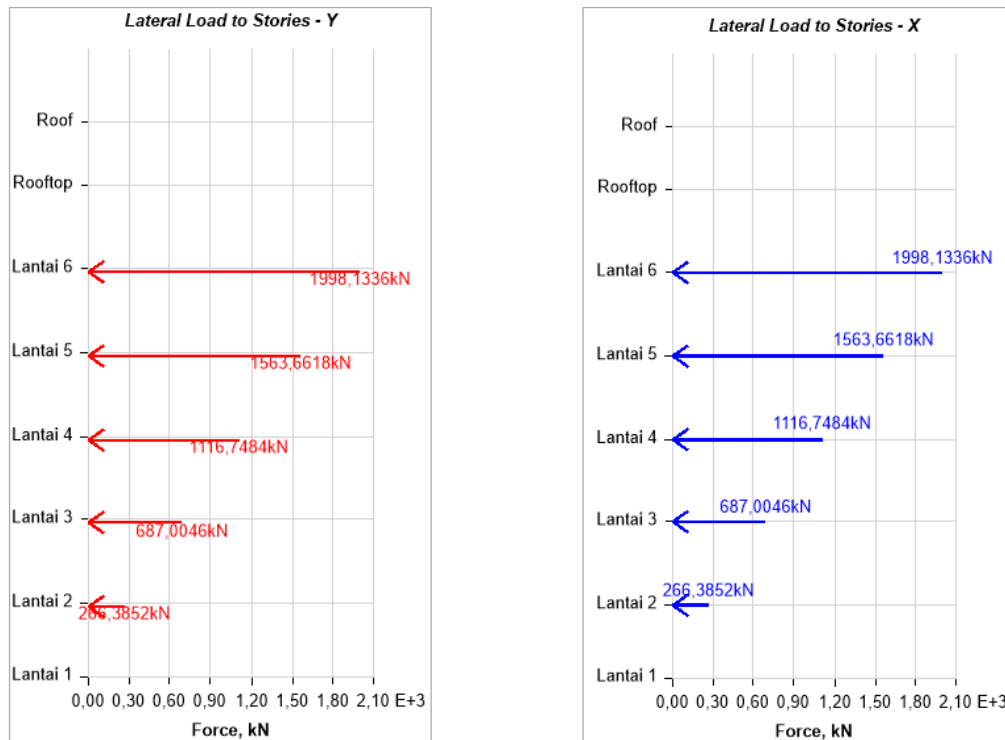
$$V = C_s \times W$$

$$V = 0,1426 \times 39480,3811 \text{ kN} = 5631,9336 \text{ kN}$$

Tabel 2. Kontrol Gaya Geser Dasar (SNI 1726:2019)

Tipe Gempa		Base Shear		Kontrol	
		Fx (kN)	Fy (kN)	(V/Vt)*100%	
Statik (V)	EQ X	5631,9336	0	100,0000	OK
	EQ Y	0	5631,9336		
Dinamik (Vt)	RSP X	5631,9336	840,5113		
	RSP Y	886,439	5631,9336		

Nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 100% nilai respons ragam yang pertama ($V_{dinamik} \geq V_{statik}$).



Gambar 7. Distribusi Aaya Lateral Tingkat arah Y (kiri) dan arah X (kanan) berdasarkan SNI 1726:2019

C. Perbandingan Hasil Gaya Geser Dasar (Base Shear) dari SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019

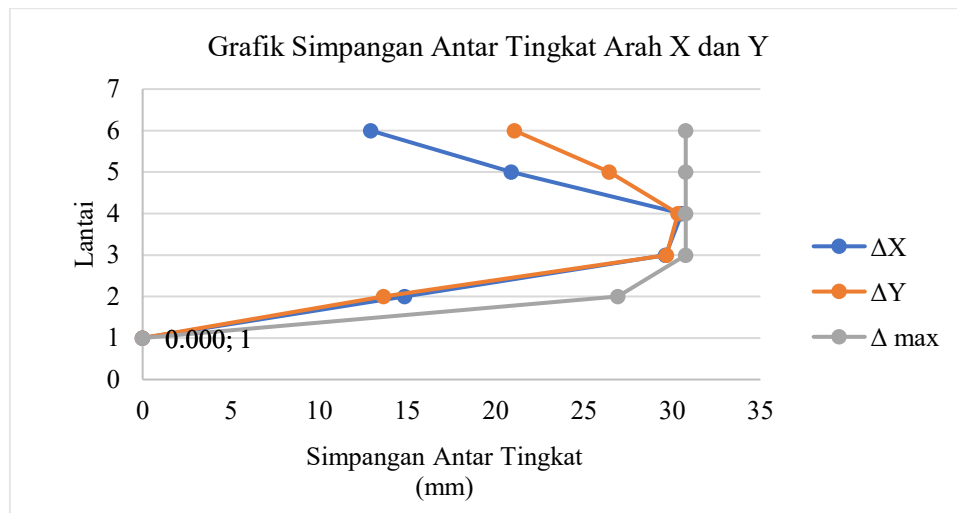
Tabel 3. Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar Sesuai SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Tipe Gempa	Arah	Gaya Geser Dasar		Perbedaan (%)
		SNI 1726-2012 (kN)	SNI 1726-2019 (kN)	
Statik (V)	EQ X	3594,3087	5631,9336	56,690
	EQ Y	3594,3087	5631,9336	
Dinamik (Vt)	RSP X	3595,5304	5631,9336	56,637
	RSP Y	3595,5304	5631,9336	

D. Hasil Analisis Simpangan dan Simpangan Antar Lantai

Tabel 4. Simpangan Arah X&Y dengan Faktor Redudansi (SNI 1726:2012)

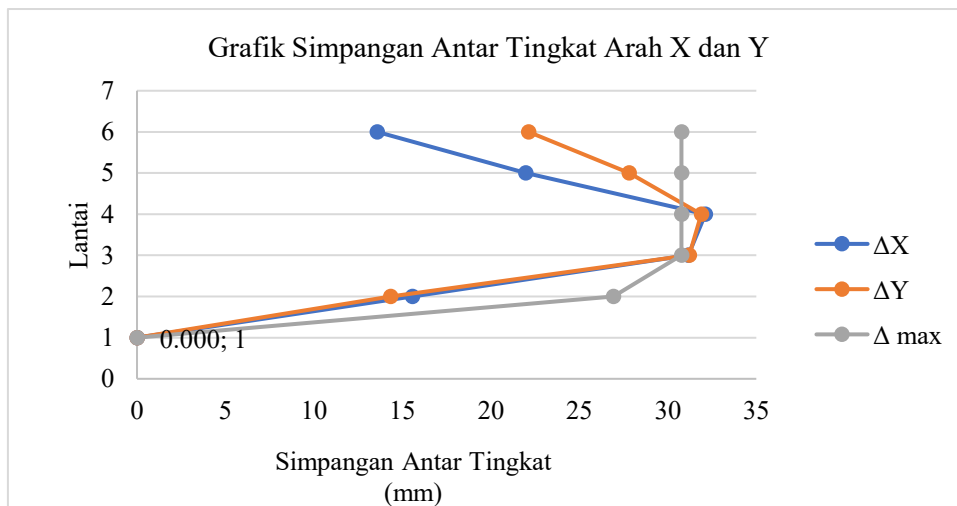
Lantai	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit Δ _{max}	Cek
	Δ _{ex}	Δ _{ey}	Δ _{ex}	Δ _{ey}		Δ _x	Δ _y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
6	29,681	33,044	3,525	5,743	4000	12,925	21,058	30,769	OK
5	26,156	27,301	5,697	7,210	4000	20,889	26,437	30,769	OK
4	20,459	20,091	8,330	8,271	4000	30,543	30,327	30,769	OK
3	12,129	11,82	8,081	8,096	4000	29,630	29,685	30,769	OK
2	4,048	3,724	4,048	3,724	3500	14,843	13,655	26,923	OK



Gambar 8. Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X dan Y sesuai SNI 1726:2012

Tabel 5. Simpangan Arah X&Y dengan Faktor Redudansi (SNI 1726:2019)

Lantai	<i>Displacement</i>		<i>Elastic Drift</i>		<i>h</i>	<i>Inelastic Drift</i>		<i>Drift Limit Δmax</i>	<i>Cek</i>
	δ_{ex}	δ_{ey}	δ_{ex}	δ_{ey}		Δ_x	Δ_y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	
6	31,194	34,736	3,701	6,036	4000	13,570	22,132	30,769	OK
5	27,493	28,7	5,991	7,586	4000	21,967	27,815	30,769	OK
4	21,502	21,114	8,760	8,697	4000	32,120	31,889	30,769	NOT OK
3	12,742	12,417	8,497	8,510	4000	31,156	31,203	30,769	NOT OK
2	4,245	3,907	4,245	3,907	3500	15,565	14,326	26,923	OK

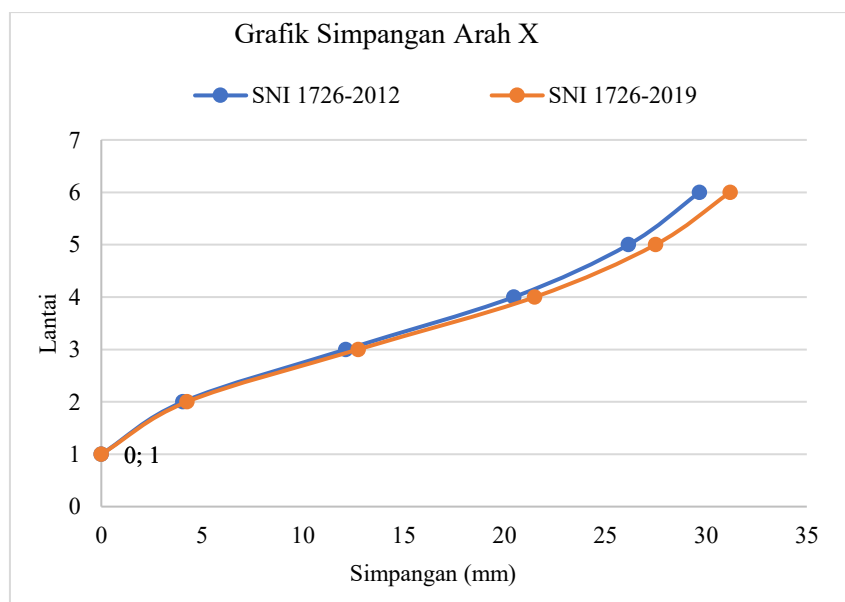


Gambar 9. Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X dan Y sesuai SNI 1726:2019

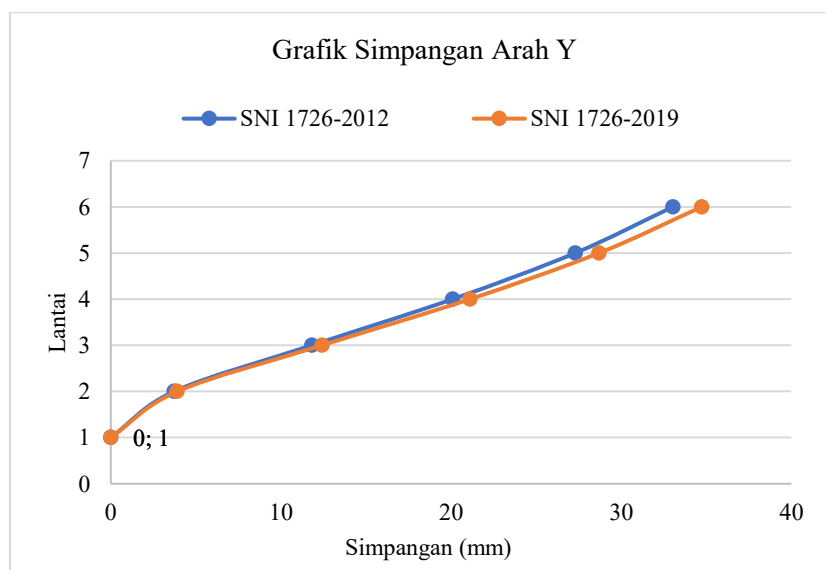
E. Perbandingan Hasil Analisis Simpangan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Tabel 6. Perbandingan Nilai Simpangan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Lantai	Displacement		Perbedaan %	Displacement		Perbedaan %
	δe_x			δe_y		
	SNI 1726:2012	SNI 1726:2019		SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	
6	29,681	31,194	5,10	33,044	34,736	5,12
5	26,156	27,493	5,11	27,301	28,7	5,12
4	20,459	21,502	5,10	20,091	21,114	5,09
3	12,129	12,742	5,05	11,82	12,417	5,05
2	4,048	4,245	4,87	3,724	3,907	4,91



Gambar 10. Grafik Simpangan Arah X berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2012



Gambar 11. Grafik Simpangan Arah X berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang ditinjau dari pengaruh perubahan beban gempa desain sesuai SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019, pada struktur gedung kuliah Jurusan Teknik Sipil UNSRAT, 6 lantai di Kota Manado dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat peningkatan beberapa nilai parameter spektrum respon yang didapatkan dari peraturan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019. Nilai parameter S_s dan S_1 masing-masing meningkat sebesar 2,4131% dan 6,787%, olehnya nilai parameter S_{DS} dan S_{D1} juga mengalami peningkatan masing-masing sebesar 1,467% dan 25,33% pada SNI 1726-2019. Hal tersebut menyebabkan perbedaan gambar spektrum desain serta meningkatnya nilai S_a puncak pada grafik spektrum respon desain berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019.
2. Hasil nilai gaya geser dasar seismik mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada SNI 1726-2019 yakni sebesar 56,7% untuk kedua arah X dan Y yang dianalisis secara statik ekuivalen, serta sebesar 56,6% untuk arah X dan Y pada analisis dinamik dengan metode analisis ragam spektrum respon.
3. Perbedaan nilai simpangan antar lantai (Inelastic Drift) yang dihasilkan dari SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 mengalami peningkatan sebesar 4,87% - 4,99% dalam arah X serta sebesar 4,91% - 5,10% dalam arah Y pada SNI 1726-2019, hal ini menyebabkan struktur bangunan yang dianalisis sesuai SNI 1726-2019 menunjukkan tingkat kinerja yang tidak aman dikarenakan simpangan antar lantai pada lantai 3 dan 4 telah melewati batas maksimum simpangan antar lantai (Drift Limit) yang diizinkan.
4. Perbedaan nilai simpangan (Displacement) yang di hasilkan dari SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 dalam arah X dan arah Y terjadi peningkatan sebesar 4,91% - 5,12% pada SNI 1726-2019.

5. Saran

1. Untuk struktur bangunan yang dirancang di daerah rawan gempa, harus memperhatikan hasil dari analisis simpangan yang dianalisis dimana simpangan antar lantai (drift) yang terjadi harus jauh di bawah batas maksimum (*drift limit*) yang ditentukan. Hal ini penting mengingat parameter respons gerak tanah (PGA , S_{DS} , S_{D1}) cenderung meningkat dari waktu ke waktu seiring dengan pembaruan data seismik dan revisi peta zonasi gempa.
2. Perbandingan berbagai sistem struktur (misalnya: SRPMB, SRPMM, dan SRPMK) juga dapat dilakukan pada studi lanjutan agar diperoleh sistem yang paling efisien dan aman berdasarkan karakteristik struktur gedung dan wilayah seismik yang ditinjau.
3. Disarankan untuk menggunakan analisis respons dinamik (respons spektrum atau time history) dalam studi lanjut, karena pendekatan tersebut mampu memberikan gambaran perilaku struktur yang lebih akurat dalam menghadapi beban gempa, dibandingkan analisis statik ekuivalen.

Referensi

- American Society of Civil Engineer, 2016. Minimum Design Load for Buildings And Other Structures. ASCE 7-16.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 1726:2012*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 1726:2019*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, SNI 2847:2019*. Jakarta.
- HAKI (Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia). (2018). Shortcourse HAKI 2018 : Perancangan Struktur Tahan Gempa. Jakarta: HAKI (Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia).
- Honarto, Ricky Januar, Banu Dwi Handono, and Ronny Pandaleke. 2019. "Perencanaan Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado"*Jurnal Sipil Statik*, 7(2):201-8.
- Faizah, Restu & Rahma Amaliah. (2021). Comparative Study of Indonesia Spectra Response

Parameters for Buildings According to 2012 and 2019 Seismic Codes. *International Journal of Integrated Engineering*, 168-175.

Michael Timbu Dona1, Sudirman Indra, & Ester Priskasari. (2022). Beban Gempa Dan Base Shear Menurut SNI 1726-2012 Dan SNI 1726-2019 Pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Malang. Seminar Nasional. Malang: ITN-Malang.

Agustinus Agus Setiawan. (2014). Studi Perbandingan Gaya Geser Dasar Seismik Berdasarkan SNI-03-1726-2002 dan SNI-03-1726- 2012 Studi Kasus Struktur Gedung Grand Edge Semarang. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 95-104.

Suradjin Sutjipto & Indrawati Sumeru. (2018). Spektrum Respons Desain RSNI 1726:2018 Berdasarkan Peta Gempa Indonesia 2017. Seminar HAKI 2018. Jakarta.