



STUDI KOMPARASI DESAIN BANGUNAN GEDUNG BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI) 1726 - 2012 DAN 1726 - 2019

Muspidayani¹, Rifana S.S.I Kawet², Nova A. R. A Mamarimbing³

¹²³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado

Email: muspidayani300@gmail.com

ABSTRAK

Seiring terjadinya gempa besar 7 tahun terakhir, yang menyebabkan banyak kerusakan pada bangunan peraturan perencanaan bangunan tahan gempa, SNI 1726-2012 diperbaharui menjadi SNI 1726-2019. Hal tersebut tentunya akan mempengaruhi hasil perencanaan struktur. Dalam penelitian ini dibandingkan analisis struktur gedung Dekanat FIP UNIMA, Kota Tomohon menggunakan metode dinamik respon spectrum dari kedua peraturan gempa tersebut. Dengan membuat dua pemodelan struktur menggunakan program SAP2000 kemudian diberi beban gempa berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019. Hasil analisis berdasarkan SNI 1726-2019 mengalami peningkatan dibanding SNI 1726-2012 nilai SDS dan SD1 meningkat sebesar 23,58% dan 17,82%. Hal tersebut berdampak pada hasil analisa nilai gaya geser dasar meningkat sebesar 24,56%. Beberapa balok dan kolom berdasarkan SNI 1725-2019 mengalami over-reinforced. Persentase peningkatan gaya dalam pada balok dan kolom rata-rata sebesar 17,61% dan 19,27%. Terjadi peningkatan rasio dan kebutuhan tulangan pada kolom dan balok mengacu pada SNI 2847-2013 dan SNI 2847-2019.

Kata Kunci: Struktur tahan gempa, Dinamik Respon Spektrum, SAP 2000, Rasio dan kebutuhan tulangan.

ABSTRACT

Along with the 7-year big earthquake, which caused a lot of damage to earthquake-resistant buildings, the last SNI 1726-2012 became SNI 1726-2019. This will certainly affect the results of structural planning. In this study, compared to the analysis of the structure of the Dean of FIP UNIMA, Tomohon City, using the dynamic response spectrum method of the two earthquake regulations. By making two structural models using the SAP2000 program, they are then given an earthquake load based on SNI 1726-2012 and SNI 1726-2019. The results of the analysis based on SNI 1726-2019 increased compared to SNI 1726-2012, the values of SDS and SD1 increased by 23.58% and 17.82%, respectively. This has an impact on the results of the analysis of the value of the basic shear force increasing by 24.56%. Some beams and columns based on SNI 1725-2019 were over-reinforced. The percentage increase in internal forces on beams and columns averaged 17.61% and 19.27%, respectively. There is an increase in the ratio and the need for reinforcement in columns and beams referring to SNI 2847-2013 and SNI 2847-2019.

Keywords: Earthquake resistant structure, Dynamic Response Spectrum, SAP 2000, Reinforcement ratio and requirement.



PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya reaksi gempa besar setelah tahun 2010 yang menyebabkan banyak kerusakan pada bangunan, SNI 1726-2012 (mengacu pada peta gempa 2010), diperbaharui menjadi SNI 1726-2019 (mengacu pada peta gempa 2017) yang merupakan pengembangan tanggap gempa skala besar 7 tahun terakhir di Indonesia. Adanya pembaharuan terhadap beberapa standar yang digunakan dalam perencanaan bangunan tentunya akan mempengaruhi hasil perencanaan struktur. Untuk dapat mengetahui pengaruh perubahan standar desain suatu bangunan diperlukan sebuah survey peninjauan kembali struktur gedung yang dibangun berdasarkan standar lama.

Sehingga penyusun hendak menganalisis kembali struktur gedung Dekanat fakultas ilmu pendidikan UNIMA, kota Tomohon berdasarkan standar terbaru yaitu SNI gempa 1726-2019 dan SNI beton 2847-2019, untuk mengetahui bagaimana hasil analisis berdasarkan standar terbaru, kemudian membandingkan hasil analisis struktur yang menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013 dengan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019. Menggunakan aplikasi sap2000 v22.0.0

Konstruksi Tahan Gempa

Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang dapat menahan beban gempa rencana tanpa mengalami kerusakan atau keruntuhan berlebih akibat gempa (Sulendra, 2010). Berdasarkan petunjuk teknis bangunan tahan gempa, tingkat keamanan minimum bangunan

tahan gempa adalah apabila terpenuhinya konsep-konsep berikut ini.

Gempa ringan, tidak merusak bangunan. Gempa sedang dapat merusak elemen non-struktural suatu bangunan, tetapi tidak merusak elemen strukturalnya. Gempa yang sangat kuat dapat merusak baik elemen non-struktur maupun elemen strukturalnya, namun, kerusakan tersebut harus dapat segera diperbaiki agar bisa berfungsi kembali.

Perancangan Komponen Struktur

Tiga kondisi dalam perancangan struktur yaitu, kondisi *under reinforced*, kondisi *balance* (seimbang), dan kondisi *over reinforced*. Under reinforced adalah ketika besi leleh sebelum beton runtuh. Kondisi *balance* (seimbang) adalah ketika regangan beton mencapai 0,003 dan baja mencapai regangan leleh. Sedangkan, *over reinforced* adalah ketika beton hancur sebelum tulangan leleh.

Kondisi yang digunakan untuk perencanaan struktur adalah kondisi *under reinforced*, karena baja lebih lemah dari beton, menyebabkan struktur tampak melengkung sebelum runtuh. Tentunya kondisi ini lebih aman bagi penghuni gedung.

Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1726 tahun 2012 dan 2019 pasal 4.2.2, dalam metode *ultimit*, komponen struktur dan fondasi

harus didesain agar kuat rencananya sama atau lebih besar dari beban terfaktor.

Tabel 1. Kombinasi pembebanan dasar

SNI 1726-2012 pasal 4.2.2	SNI 1726-2019 pasal 4.2.2.1
1,4D	1,4D
1,2D + 1,6 L + 0,5(Lr atau R)	1,2D + 1,6 L + 0,5(Lr atau R)
1,2D + 1,6(Lr atau R) + (L atau 0,5W)	1,2D + 1,6(Lr atau R) + (L atau 0,5W)
1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr atau R)	1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr atau R)
0,9D + 1,0W	0,9D + 1,0W
1,2D + 1,0E + L	1,2D + Ev + Eh + L
0,9D + 1,0E	0,9D - Ev + Eh

Untuk nomor 6 dan 7 beban gempa diatur oleh SNI 1726 tahun 2012 dan 2019 pasal 7.4, faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal dan beban gempa nominal, yaitu sebagai berikut:

- $(1,2 + 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 1,0 \rho$
 $EX \pm 0,3 \rho EY$
- $(1,2 + 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 0,3 \rho$
 $EX \pm 1,0 \rho EY$
- $(0,9 - 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 1,0 \rho$
 $EX \pm 0,3 \rho EY$
- $(0,9 - 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 0,3 \rho$
 $EX \pm 1,0 \rho EY$

Analisis Beban Gempa

Sesuai pasal 7.7.2 SNI 1726-2012 dan pasal 7.7. SNI 1726-2019, analisis pembebanan gempa dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu analisis gaya lateral ekuivalen, Analisis spektrum respons ragam dan prosedur respons riwayat waktu seismik.

Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan

Berdasarkan SNI-1726-2012 Pasal 4.1.2 tabel 1 dan SNI-1726-2019 Pasal 4.1.2 tabel 3 membagi resiko struktur bangunan berdasarkan fungsi bangunan tersebut, struktur bangunan dapat dikategorikan lebih dari satu kategori resiko. Dengan faktor keutamaan gempa, *I_e* yang digunakan untuk pemanfaatan khusus tetap agar bangunan dapat beroperasi setelah mengalami gempa bumi.

Kelas Situs Dan Koefisien Situs

Berdasarkan SNI 1726-2012 Pasal 5.3 tabel 3 dan SNI 1726-2019 Pasal 5.3 tabel 5 membagi kelas situs ke dalam 6 kategori yakni A, B, C, D, E dan F, pembagian kategori kelas situs dilakukan untuk mengetahui jenis tanah yang ada pada bangunan.

Setelah menentukan kelas situs selanjutnya menentukan koefisien situs F_a (SNI 1726-2012 Pasal 6.2 tabel 4 dan SNI 1726-2019 Pasal 6.2 tabel 6) dan F_v (SNI 1726-2012 Pasal 6.2 tabel 5 dan SNI 1726-2019 Pasal 6.2 tabel 7), koefisien situs F_a merupakan faktor amplifikasi getaran yang terkait percepatan pada getaran periode pendek, sedangkan koefisien situs F_v adalah faktor amplifikasi terkait percepatan pada getaran periode 1 detik.

Selanjutnya nilai F_a dan F_v digunakan untuk menghitung parameter respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s$$

$$S_{MI} = F_v \cdot S_I$$

Untuk parameter percepatan spektral periode pendek, S_{DS} dan untuk periode 1 detik, S_{DI} dihitung dengan persamaan berikut:

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS}$$

$$S_{DI} = 2/3 S_{MI}$$

Kategori Desain Seismik

KDS dinyatakan dalam huruf A hingga F, dimana A untuk struktur dengan risiko gempa rendah dan F untuk struktur dengan risiko gempa tinggi.

Spektrum Respons Desain

Respons Spektrum adalah spektrum yang direpresentasikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getaran T struktur dan respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa yang ditentukan. Berdasarkan pasal 6.4 SNI 1726-2019 ketentuan pembuatan kurva sebagai berikut:

- a. Untuk $T \leq T_0$. S_a dihitung menggunakan persamaan.

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \text{ dengan } T = 0,2 \frac{S_{DI}}{S_{DS}}$$

- b. Untuk $T_0 \leq T \leq T_s$, maka spektrum respons percepatan desain menggunakan persamaan.

$$S_a = S_{DS}$$

- c. Untuk $T_s \leq T \leq T_L$. S_a dihitung menggunakan persamaan.

$$S_a = \frac{S_{DI}}{T}$$

- d. Untuk $T > T_L$. S_a dihitung menggunakan

persamaan.

$$S_a = \frac{S_{DI} T_L}{T^2}$$

Periode Waktu Getar Alami Struktur

Waktu getar alami yang disyaratkan dalam SNI 1726-2012 Pasal 7.8.2.1 tabel 14 dan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2 tabel 17 tidak boleh melebihi koefisien batas atas pada periode waktu getar alami yang ditinjau (C_u).

Periode waktu getar alami fundamental dihitung dengan rumus berikut:

$$T_{a \min} = C_t \cdot h_n^x / T_{a \min} = 0,1N$$

$T_{a \max}$ untuk struktur dengan ketinggian ≥ 12 tingkat dengan tinggi rata-rata tingkat sekurang-kurangnya 3 m dan menggunakan sistem pemikul gaya gempa terdiri dari rangka pemikul momen beton atau baja pada seluruh elemen strukturnya.

$$T_{a \max} = C_u \cdot T_{\min}$$

C_t dan x ditentukan dalam SNI 1726-2012 Pasal 7.8.2.1 tabel 15 dan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2 tabel 18.

Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar akibat gempa ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W$$

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai persamaan berikut:



$$C_s = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}}$$

Nilai C_s yang dihitung tidak boleh melebihi:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)}$$

Namun tidak boleh kurang dari:

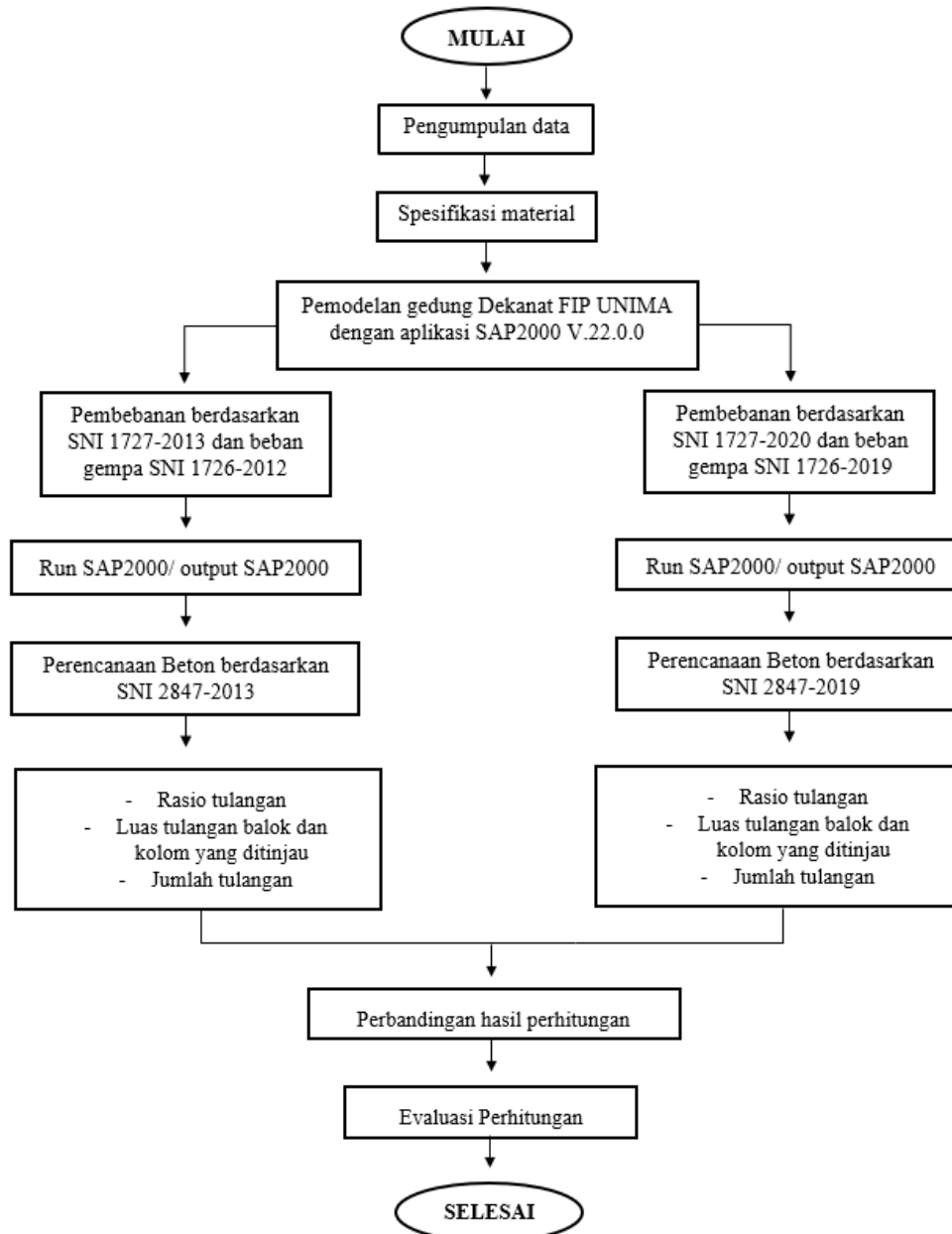
$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

METODE

Tugas akhir ini akan menganalisis kembali struktur beraturan bangunan bertingkat menggunakan metode dinamik respon spektrum berdasarkan standar terbaru SNI 1726-2019, kemudian membandingkan hasil analisis struktur gedung tinjauan berdasarkan standar lama SNI 1726-2012. Dimana gedung tinjauan berstruktur beton bertulang beraturan 4 lantai yang berfungsi sebagai gedung Dekanat Fakultas Ilmu

Pendidikan UNIMA, yang dibangun pada tahun 2013 dan dirancang berdasarkan standar desain SNI 1726-2012 dan 2847-2013. Gedung ini berada di Jalan Kampus, Desa Matani Satu, Kecamatan Tomohon Tengah, Kota Tomohon.

Pemodelan dan perilaku struktural dianalisis menggunakan program SAP2000 v22. 0. 0. Struktur atas gedung yang akan dievaluasi, terdiri dari kolom, balok dan pelat. Saat memodelkan struktur bangunan, rangka atap akan dimasukkan sebagai beban atap, di mana struktur bawahannya/pondasi diasumsikan terkekang sempurna, sebagaimana ditetapkan dalam SNI 1726-2012 dengan SNI 1726-2019. Pembebanan gedung meliputi beban mati (berupa berat struktur sendiri), beban hidup (berupa beban fungsional bangunan gedung) dan beban gempa (berupa beban gempa berdasarkan SNI 1726 tahun 2012 dan 2019), tanpa memperhitungkan beban angin.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis beban gempa dilakukan dengan cara dinamik respons spektrum. Dalam mendefinisikan beban gempa untuk wilayah Tomohon, dapat mengacu pada SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019.

Parameter gempa yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan output puskim SNI

Parameter	Standar		Perbedaan (%)
	1726-2012	1726-2019	
Kategori Resiko	IV	IV	0
Faktor Keutamaan	1,5	1,5	0
Ss	1,0300 g	1,0616 g	3,07
S1	0,4480 g	0,4756 g	6,16
Koefisien Situs Fa	1,000 g	1,200 g	20,00
Koefisien Situs Fv	1,352 g	1,500 g	10,95
SMS (Ss x Fa)	1,030 g	1,274 g	23,69
SMI (S1 x Fv)	0,606 g	0,713 g	17,66
SDs (2/3 SMS)	0,687 g	0,849 g	23,58
SD1 (2/3 SMI)	0,404 g	0,476 g	17,82

Menentukan Kategori desain seismic

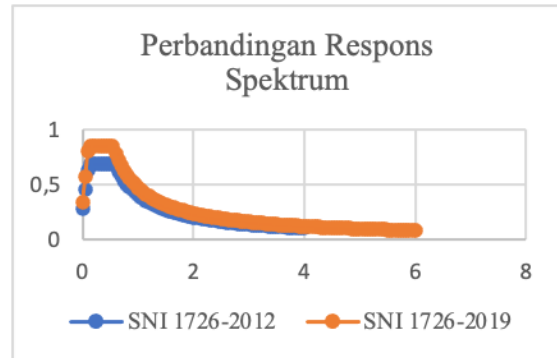
Struktur diklasifikasikan sebagai KDS D. Berdasarkan tabel 6 dan 7 SNI 1726-2012, dengan nilai Sds sebesar 0,687 g, nilai Sd1 sebesar 0,404 g dan berdasarkan tabel 8 dan 9 SNI 1726-2019, dengan nilai Sds sebesar 0,849 g, nilai Sd1 sebesar 0,476.

Menentukan Sistem Struktur Terhadap Tingkat Resiko Gempa

Sistem struktur yang digunakan berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI

1726-2012 dengan SNI 1726-2019

1726-2019 dengan KDS D, adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).



Gambar 2. Perbandingan grafik respon spektrum

Kombinasi pembebanan

Berdasarkan SNI 1726-2012 Pasal 4.2.2 dan 7.4.2 serta SNI 1726-2019 Pasal 7.3.4.2 dengan nilai redundansi = 1,3, berikut kombinasi pembebanan yang digunakan pada aplikasi SAP 2000.

Tabel 3. Perbandingan Kombinasi Pembebanan

No	SNI-1726-2012 (SDS = 0,69)	SNI-1726-2019 (SDS = 0,85)
Kombinasi Pembebanan Non-Gempa		
1	1,4 DL + 1,4 SDL	1,4 DL + 1,4 SDL
2	1,2 DL + 1,2 SDL + 1,6 LL	1,2 DL + 1,2 SDL + 1,6 LL
Kombinasi pembebanan gempa awal		
3	1,37DL+1,37SDL+1,0LL+1,3Ex + 0,39Ey	1,34DL+1,34SDL+1,0LL+1,3Ex+0,39Ey
4	1,37DL+1,37SDL+1,0LL+1,3Ex-0,39Ey	1,34DL+1,34SDL+1,0LL+1,3Ex-0,39Ey
5	1,37DL+1,37SDL+1,0LL-1,3Ex+0,39Ey	1,34DL+1,34SDL+1,0LL-1,3Ex+0,39Ey
6	1,37DL+1,37SDL+1,0LL-1,3Ex-0,39Ey	1,34DL+1,34SDL+1,0LL-1,3Ex-0,39Ey
7	1,37DL+1,37SDL+1,0LL+1,3Ey+0,39Ex	1,34DL+1,34SDL+1,0LL+1,3Ey+0,39Ex
8	1,37DL+1,37SDL+1,0LL+1,3Ey-0,39Ex	1,34DL+1,34SDL+1,0LL+1,3Ey-0,39Ex
9	1,37DL+1,37SDL+1,0LL-1,3Ey+0,39Ex	1,34DL+1,34SDL+1,0LL-1,3Ey+0,39Ex
10	1,37DL+1,37SDL+1,0LL-1,3Ey-0,39Ex	1,34DL+1,34SDL+1,0LL-1,3Ey-0,39Ex
Kombinasi pembebanan gempa akibat efek gempa vertikal		
11	0,73 DL + 0,73 SDL + 1,3 Ex + 0,39 Ey	0,76 DL + 0,76 SDL + 1,3 Ex + 0,39 Ey
12	0,73 DL + 0,73 SDL + 1,3 Ex - 0,39 Ey	0,76 DL + 0,76 SDL + 1,3 Ex - 0,39 Ey
13	0,73 DL + 0,73 SDL - 1,3 Ex + 0,39 Ey	0,76 DL + 0,76 SDL - 1,3 Ex + 0,39 Ey
14	0,73 DL + 0,73 SDL - 1,3 Ex - 0,39 Ey	0,76 DL + 0,76 SDL - 1,3 Ex - 0,39 Ey
15	0,73 DL + 0,73 SDL + 1,3 Ey + 0,39 Ex	0,76 DL + 0,76 SDL + 1,3 Ey + 0,39 Ex
16	0,73 DL + 0,73 SDL + 1,3 Ey - 0,39 Ex	0,76 DL + 0,76 SDL + 1,3 Ey - 0,39 Ex
17	0,73 DL + 0,73 SDL - 1,3 Ey + 0,39 Ex	0,76 DL + 0,76 SDL - 1,3 Ey + 0,39 Ex
18	0,73 DL + 0,73 SDL - 1,3 Ey - 0,39 Ex	0,76 DL + 0,76 SDL - 1,3 Ey - 0,39 Ex

Pengecekan Perilaku Struktur

Setelah pemodelan struktur dan pembebanan, maka struktur perlu di cek terhadap standar dan persyaratan yang berlaku.

1. Pemeriksaan Jumlah Ragam

Didapat jumlah ragam 99%, ini sudah memenuhi persyaratan pada SNI 1726-2012 Pasal 7.9.1 SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.1 dimana jumlah ragam minimum 90%.

2. Pemeriksaan Periode alami fundamental

Menurut SNI 1726-2012 Pasal 7.8.2 dan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2, periode bangunan mempunyai dua nilai batas, T_a minimum dan T_a maximum, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter periode alami fundamental

Parameter	1726-2012	1726-2019	Keterangan
$C_t = 0,0466$	Tabel 15	Tabel 18	
$\alpha = 0,9$	Tabel 15	Tabel 18	
$T_{a \text{ min}} = C_t \cdot h_n^x$			
$C_u = 1,4$	Tabel 14	Tabel 17	Karena nilai $SD1 \geq 0,4$
$T_{a \text{ Max}} = C_u \cdot T_{\text{min}}$			

Tabel 5. Perbandingan periode alami fundamental

Parameter	$T_a \text{ Min}$ ($C_t \cdot h_n^x$)	<	T_a dari SAP(Tc) (Found mode 1)	<	$T_a \text{ Max}$ ($C_u \cdot T_{\text{min}}$)
SNI-1726-2012	0,57	<	0,947	<	0,79
SNI-1726-2019	0,57	<	1,337	<	0,79

Ket: Karena T SAP lebih besar dari T Max

maka T_a yang digunakan adalah $T_a \text{ Max}$.

3. Pemeriksaan Gaya Geser Dasar Nominal (V)

Berdasarkan SNI 1726-2012 dan 1726-2019 pasal 7.8.1, gaya geser dasar nominal statik bisa didapatkan berdasarkan persamaan berikut. ($V = C_s \cdot W$).

Perhitungan koefisien Respons Seismik (C_s)

Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.1.1 didapat nilai C_s berikut:

Tabel 6. Koefisien respons seismik (C_s)

Parameter	$C_s = \frac{SDS}{(7)}$	$C_s \text{ Max} = \frac{SD1}{7(7)}$	$C_s \text{ Min} = 0,044 \times SDS$ $\alpha I \geq 0,01$	C_s yang dipakai
SNI-1726-2012	0,057	0,096	0,045	0,057
SNI-1726-2019	0,071	0,113	0,056	0,071
Perbedaan %				24,561

Cat: Karena $SD1 \geq 0,4 < 0,6$, maka nilai $C_s \text{ min} = 0,044 \times SDS \times I \geq 0,01$

Perhitungan Nilai berat total gedung (W)

Berat total gedung di dapat dari kombinasi pembebanan sebesar $W = 29600,488 \text{ Kn}$.

Tabel 7. Perbandingan Nilai V

Parameter	$V = C_s \cdot W \text{ (Kn)}$
2012	1687,228
2019	2010,635
Perbedaan %	24,56

4. Kontrol Nilai V terhadap gaya gempa arah X dan Y

Nilai V harus sama atau minimal mendekati nilai gaya geser gempa dinamik

(V ≤ Gaya X dan Y).

V : FX dan FY (Hampir sama atau mendekati)...ok !!!

Tabel 8. Perubahan parameter U1 & U2

Parameter	U1	U2
2012	1,259	4,096
2019	1.892	6.183

Dengan merubah skala faktor pada program maka diperoleh nilai gaya Fx dan Fy sesuai atau mendekati nilai V.

5. Kontrol total tabel massa harus sama dengan berat gedung atau minimal mendekati:

Total tabel massa = berat gedung atau minimal mendekati:

Massa = W/g (Kn)	Wt (Kn)
3018,30	3018,74

Tabel 9. Perbandingan nilai gaya gempa setelah parameter U1 & U2 dirubah

Parameter	TABLE: Base Reactions				
	Output Case Text	Step Type Text	Global FX KN	Global FY KN	V = Cs.W KN
SNI 1726-2012	COMB3	Max	1689,482	1688,321	1687,228
	COMB3	Min	-1689,482	-1688,321	
SNI 1726-2019	COMB3	Max	2103,242	2104,519	2101,635
	COMB3	Min	-2103,242	-2104,519	
Perbedaan gaya gempa dinamik %		Max	24,490	24,652	%
		Min	24,490	24,652	%

Total Massa & Berat Gedung (Hampir sama/mendekati)...Ok !!!!

Hasil Gaya Dalam Struktur

Setelah memeriksa perilaku struktur, didapat gaya dalam balok dan kolom berikut:

Tabel 10. Output gaya dalam kolom

Lantai	P 2012 (Kn)	P 2019 (Kn)	Perbedaan %	M2 2012 (Kn/m)	M2 2019 (Kn/m)	Perbedaan %	V3 2012 (Kn/m)	V3 2019 (Kn/m)	perbedaan %
1	1.254,78	1.271,45	1,33	381,93	489,58	29,32	164,64	202,23	22,83
2	911,33	932,61	2,34	321,95	385,39	19,71	157,88	188,51	19,40
3	566,61	577,37	1,90	243,79	304,38	30,59	113,55	146,77	29,25
4	231,77	234,02	0,97	109,64	136,13	31,46	50,68	65,14	30,50
Teras	103,38	113,43	9,72	93,34	114,63	30,31	45,74	57,22	29,48
Rata-rata			3,25			28,26			26,29
Total rata-rata									19,27

Tabel 11. Output gaya dalam balok

Lantai	M3+ 2012 (KGF/M)	M3+ 2019 (KGF/M)	perbedaan %	M3- 2012 (KGF/M)	M3- 2019 (KGF/M)	perbedaan %	V2 2012 KGF	V2 2019 KGF	perbedaan %	
1	B1-2	86,03	95,13	10,57	158,21	187,24	18,35	92,01	93,16	1,25
	B3	237,38	258,11	8,73	312,53	347,78	11,28	137,48	142,89	3,93
	B4	37,74	49,06	29,98	65,71	72,57	10,44	52,98	57,34	8,23

2	B1-2	72,80	88,56	21,66	145,86	161,07	10,43	86,56	90,36	4,39
	B3	211,06	246,72	16,89	279,43	312,80	11,94	126,85	138,21	8,96
	B4	33,52	43,84	30,79	59,55	69,04	15,94	49,90	55,59	11,39
3	B1-2	46,77	61,21	30,87	109,23	129,86	18,88	74,63	80,22	7,49
	B3	122,64	161,17	31,42	193,96	244,26	25,93	99,67	115,84	16,23
	B4	20,08	23,67	30,37	44,55	55,15	23,80	41,14	47,49	15,45
4	Ba	33,35	44,37	33,04	60,63	80,51	32,79	33,05	41,95	26,91
Rata-rata				24,43			17,98			10,42
Total rata-rata				17,61						

Hasil Penulangan

Penelitian ini hanya meninjau balok dan kolom dengan nilai gaya dalam terbesar di setiap lantainya. Berikut hasil penulangan dalam bentuk tabel:

Tabel 12. Hasil analisis penampang balok SNI 1726-2012

Tipe Balok	Dimensi (mm)		Tumpuan		Lapangan		Sengkang	
	b	h	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tumpuan	Lapangan
B1 & B2	300	550	3D22	6D22	5D22	3D22	Ø10-150	Ø10-175
B3	300	500	2D22	4D22	4D22	2D22	Ø10-125	Ø10-175
B4	250	400	2D22	3D22	2D22	2D19	Ø10-150	Ø10-150
Rb	250	400	2D22	3D22	2D22	2D22	Ø10-150	Ø10-175

Tabel 13. Hasil analisis penampang balok SNI 1726-2019

Tipe Balok	Dimensi (mm)		Tumpuan		Lapangan		Sengkang	
	b	h	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tumpuan	Lapangan
B1 & B2	350	550	4D22	6D22	6D22	3D22	Ø10-100	Ø10-150
B3	300	550	3D22	5D22	4D22	2D22	Ø10-100	Ø10-150
B4	250	450	3D22	5D22	3D22	2D22	Ø10-100	Ø10-150
Rb	250	400	2D22	3D22	3D22	2D22	Ø10-100	Ø10-150

Tabel 14. Hasil analisis penampang kolom SNI 1726-2012

Lantai	Tipe Kolom	Dimensi (mm)		Tulangan Utama	Sengkang
		b	h		
1	K1	450	450	16D22	Ø10-125
2	K2	450	450	16D22	Ø10-125
3	K3	450	450	16D16	Ø10-125
4	K4	450	450	16D16	Ø10-125
5	Teras	300	300	12D16	Ø10-125

Tabel 15. Hasil analisis penampang kolom SNI 1726-2019

Lantai	Tipe Kolom	Dimensi (mm)		Tulangan Utama	Sengkang
		b	h		
1	K1	500	500	16D24	Ø10-100
2	K2	500	500	16D24	Ø10-100
3	K3	500	500	16D22	Ø10-100
4	K4	500	500	16D22	Ø10-100
5	Teras	350	350	12D19	Ø10-100

Berdasarkan hasil penulangan yang dapat dilihat dari Tabel 12 - Tabel 15, jumlah tulangan dan dimensi balok, kolom berdasarkan SNI 1726-2019 mengalami peningkatan dibandingkan dengan SNI 1726-2012.

SIMPULAN

Hasil perbandingan analisis struktur bangunan berdasarkan SNI 1726-2019 lebih tinggi dibandingkan SNI 1726-2012, menunjukkan nilai parameter SDS dan parameter SD1 mengalami peningkatan sebesar 23,58% dan 17,82% karena terjadi perubahan pada peta gempa yang digunakan. Nilai percepatan respon (SA) mengalami peningkatan rata-rata sebesar 17,54%. Nilai faktor beban yang digunakan (load factor) dalam kombinasi pembebanan antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 berbeda, hal ini karena nilai SDS yang di dapat berbeda. Gaya geser dasar nominal (V) meningkat sebesar 24,56%, karena meningkatnya nilai koefisien gempa (Cs). Output gaya dalam yang dihasilkan balok dan kolom meningkat rata-rata sebesar 17,61% pada balok dan 19,27% pada kolom.

Hasil analisis struktur kolom dan balok yang dibebani gaya gempa berdasarkan SNI 2847-2019 mengalami peningkatan rasio dan kebutuhan tulangan dibanding dengan SNI 2847-2013. Beberapa balok dan kolom berdasarkan SNI 1725-2019 mengalami over-reinforced sehingga dimensi penampang balok dan kolom harus diperbesar.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *SNI 03-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 03-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.



- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *SNI 03-2847-2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. *SNI 03-2847-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Ismail Batara. 2021. *Contoh desain struktur bangunan dengan SAP200 Versi 22*. Mamuju: Ebook.
- Dede S. 2020. *Studi Analisis Bangunan Gedung Bertingkat dengan Perbandingan SNI- 1726-2012 dan SNI 1726-2019 berpengaruh Terhadap Rasio Tulangan*. Skripsi. Jakarta: Program S1 Universitas Persada Indonesia YAI.
- Annisa F. R. 2019. *Kajian Penulangan Pada Portal AS 3 Dibandingkan Dengan Tulangan Terpasang Menggunakan SAP200 Pada Bangunan Pelita Nusantara*. Skripsi. Medan: Program Sarjana Terapan Politeknik Negeri Medan.