

Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Baja 7-Lantai Berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019

Hendry

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

Retno Trimurtiningrum

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

E-mail : hendry.1909@yahoo.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik, sehingga rawan terjadinya gempa yang tinggi. Mengantisipasi ancaman gempa ini, diterbitkanlah SNI pembebanan gempa terbaru, berupa SNI 03-1726-2019. Terbitnya SNI terbaru ini menyebabkan bangunan yang direncanakan dengan SNI pembebanan gempa terdahulu, yakni SNI 03-1726-2012 perlu dianalisis ulang kekuatan dan perilaku strukturnya terhadap SNI 03-1726-2019. Gedung yang dianalisis merupakan Gedung Perkantoran dengan struktur baja setinggi 7-lantai yang dibangun pada bulan Mei tahun 2019. Analisis bertujuan untuk mengetahui perbandingan gaya geser dasar statik, gaya geser dasar dinamis, gaya dalam,. Analisis dihitung dengan metode statik ekuivalen dan respon spektrum. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan gaya geser dasar statik arah X dan Y sebesar 15,5%, gaya geser dasar dinamis arah X 17,7% dan arah Y 18,8%, gaya dalam pada balok sebesar 0% gaya aksial, 4,06% gaya geser, 10,87% momen, sedangkan pada kolom mengalami peningkatan 0% gaya aksial, 20,2% gaya geser, 18,36% momen. Simpangan antar lantai berdasarkan SNI 03-1726-2019 lebih besar 20,12% pada sumbu X dan 16,79% pada sumbu Y. Struktur gedung mampu menahan beban gempa SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019.

Kata kunci: struktur baja, sni gempa, gaya geser dasar.

Abstract

Indonesia is a country that is located at the junction of 3 tectonic plates, therefore Indonesia is prone to high earthquakes. To prevent this earthquake threat, the new design earthquake codes has been published, called SNI 03-1726-2019. When SNI 03-1726-2019 has been published, causes the buildings that designed with the older SNI 03-1726-2012 need to re-analyze their structural strength and behavior against the latest SNI 03-1726-2019. The building being analyzed was 7-storey steel structural. That was built in May 2019. This analysis intend to get the comparison of building static base shear, dynamic base shear, and element forces. This analysis using static equivalent dan response spectrume method. The results of this study indicate the static base shear have increase 15.5% on the x and y-axis, dynamic base shear increase 17.7% on the x-axis and 18.8% on the y-axis, elemen forces on the beam increase 0% for axial force, 4.06% for shear force, 10.87% for moment, on the column increase 0% for axial force, 20.2% for shear forces, 18.36% for moment. The deviation between floors based on SNI 03-1726-2019 was 20.12% greater on the x-axis and 16.79% on the the y-axis. The building structural is strength enough to withstand from SNI 03-1726-2012 and SNI 03-1726-2019 earthquake load.

Keywords: steel structural, earthquake code, base shear.

1. PENDAHULUAN

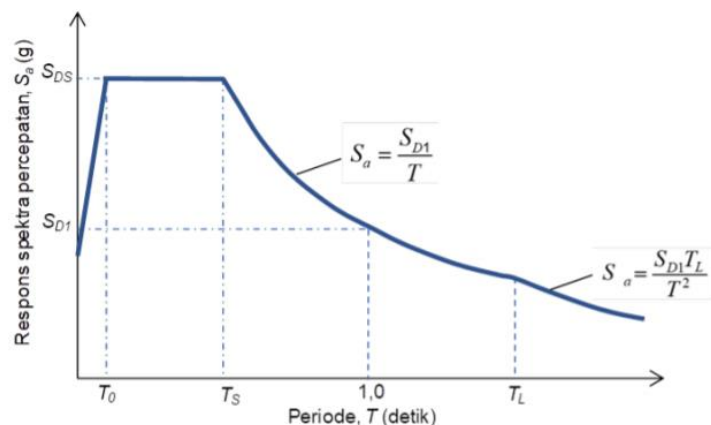
Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik, sehingga rawan terjadi intensitas dan kekuatan gempa yang tinggi. Dalam mengantisipasi hal ini, diterbitkanlah SNI 03-1726-2019 untuk memperbaharui SNI 03-1726-2012 [1]. Dengan terbitnya SNI 03-1726-2019 [2], maka bangunan yang didesain dengan SNI 03-1726-2012 sudah seharusnya dilakukan analisis ulang dengan SNI terbaru ini, untuk mengetahui kekuatan dan perilaku struktur terhadap SNI terbaru ini.

Gedung yang di analisis ini berlokasi di kota DKI Jakarta terdiri dari 7 lantai. Gedung ini dipilih sebagai objek analisis karena masih memakai standar desain SNI 03-1726-2012, sehingga perlu dilakukan analisis ulang dengan standar SNI 1726-2019. Analisis gempa dalam penelitian ini menggunakan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamis respon spektrum untuk mendapat perbandingan gaya geser dasar dan gaya dalam pada elemen struktur yang kemudian dianalisis penampang struktur sesuai dengan SNI 1729-2015 [3].

Pembaharuan SNI 03-1726-2012 menjadi SNI 03-1726-2019 dikarenakan ada perubahan peta gempa di Indonesia, sehingga mengakibatkan berubahnya juga parameter parameter desain gempa seperti parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan parameter S_1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik).

Tabel 1. Pembaharuan SNI 03-1726-2019 terhadap SNI 03-1726-2012

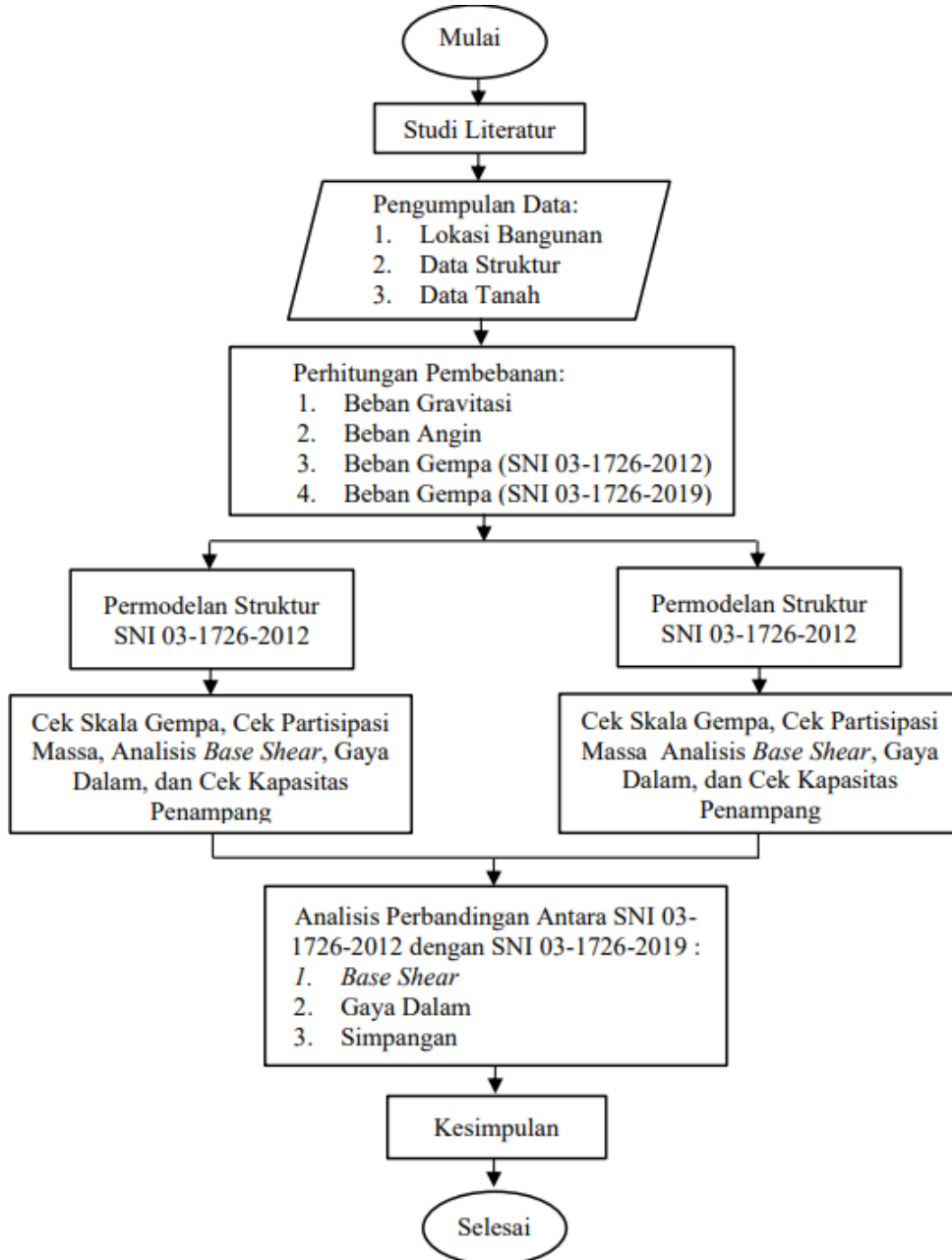
No	Parameter yang diperbaharui
1	Peta gempa sehingga nilai parameter S_s dan S_1 mengalami perubahan atau peningkatan.
2	Tabel koefisien situs F_a dan F_v
3	Adanya penambahan perioda panjang (T_L) pada spektrum respons desain SNI 03-1726-2019



Gambar 1. Periode Panjang (T_L) pada Spektrum Respons Desain SNI 03-1726-2019

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur, pengumpulan data, perhitungan pembebanan, permodelan struktur, perbandingan gaya geser dasar, gaya dalam, dan perhitungan kapasitas elemen.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

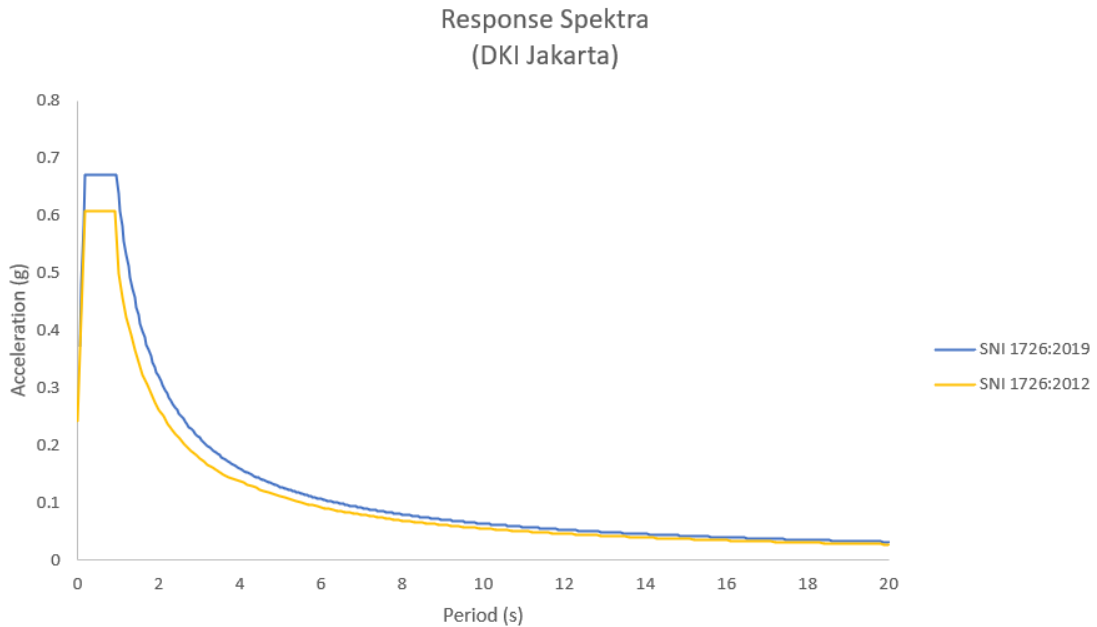
3.1 Kombinasi Pembebanan

Tabel 2. Kombinasi Pembebanan

NO	Kombinasi Pembebanan	
	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
1	1,4 D	1,4 D
2	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau R)	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau R)
3	1,2 D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)	1,2 D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
4	1,2 D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)	1,2 D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
5	1,3214 D + 1,0 L + 1,3 Q_E	0,9 D + 1,0 W
6	0,9 D + 1,0 W	1,334 D + 1,0 L + 1,3 Q_E
7	0,7786 D + 1,3 Q_E	0,766 D + 1,3 Q_E

3.2 Analisis Base Shear

Dari hasil pengolahan data respon spektrum SNI 03-1726-2012 dan respon spektrum SNI 03-1726-2019 didapatkan grafik perbandingan nilai S_a dengan klasifikasi situs tanah lunak (SE), dimana nilai S_a pada SNI 03-1726-2019 lebih besar dibandingkan SNI 03-1726-2012, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Nilai S_a pada SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019

Tabel 3. Berat Total Gedung

Lantai ke	W (kg)	Tinggi (m)
7 (Atap)	638.468,51	5,8
6	751.751,97	4,5
5	747.250,45	4
4	753.563,13	4
3	757.146,05	4,1
2	758.148,27	4,1
Total	4.406.328,38	26,5

Base Shear Statik :

- Base Shear Statik SNI 03-1726-2012

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I} = \frac{0,6075}{8/1,0} = 0,0759375$$

$$C_{s_{max}} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I} \right)} = \frac{0,5535}{1,3944 \left(\frac{8}{1,0} \right)} = 0,049618$$

$$C_{s_{min}} = 0,044 \cdot s_{DS} \cdot I = 0,044 \times 0,6075 \times 1,0 = 0,02673$$

Kondisi $C_s > C_{s_{max}}$, maka nilai C_s yang digunakan adalah nilai $C_{s_{max}}$.

Sistem struktur untuk arah X dan arah Y sama, sehingga nilai V statik:

$$\begin{aligned} V_x &= V_y \\ &= C_s \times W \\ &= 0,049618 \times 4.406.328,38 \\ &= 218.633,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Base Shear Statik SNI 03-1726-2019

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I} = \frac{0,6701}{8/1,0} = 0,0837625$$

$$C_{s_{max}} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I} \right)} = \frac{0,6394}{1,3944 \left(\frac{8}{1,0} \right)} = 0,057318$$

$$C_{s_{min}} = 0,044 \cdot s_{DS} \cdot I = 0,044 \times 0,6701 \times 1,0 = 0,0294844$$

Kondisi $C_s > C_{s_{max}}$, maka nilai C_s yang digunakan adalah nilai $C_{s_{max}}$.

Sistem struktur untuk arah X dan arah Y sama, sehingga

$$\begin{aligned} V_x &= V_y \\ &= C_s \times W \\ &= 0,057318 \times 4.406.328,38 \\ &= 252.561,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4. Base Shear Statik

Arah	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
X	218.633,2 kg	252.561,9 kg
Y	218.633,2 kg	252.561,9 kg

Base Shear Dinamis :

Tabel 5. Base Shear Dinamis

Arah	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
X	219.637,1 kg	258.678,54 kg
Y	223.996,6 kg	266.293,2 kg

Pengecekan Skala Gempa:

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.9.4.1 tentang skala gaya, bila nilai periode fundamental hasil analisis harus lebih besar dari $C_u T_a$ maka periode T harus diambil sebesar $C_u T_a$, apabila kombinasi respon untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) lebih kecil dari 85% dari gaya geser (V) menggunakan prosedur gaya lateral ekivalen, maka gaya harus dikalikan dengan $0,85 \frac{V}{V_t}$.

Tabel 6. Pengecekan Skala Gempa SNI 03-1726-2012

Arah	SNI 03-1726-2012		
	V dinamis	V statik	Kondisi
X	219.637,1 kg	218.633,2 kg	$V_{dinamis} \geq 85\% V_{statik}$ Memenuhi Syarat
Y	223.996,6 kg	218.633,2 kg	$V_{dinamis} \geq 85\% V_{statik}$ Memenuhi Syarat

Menurut SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1 tentang penskalaan gaya, apabila nilai periode fundamental hasil analisis harus lebih besar dari $C_u T_a$ maka periode T harus diambil sebesar $C_u T_a$, apabila kombinasi respon untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100% dari gaya geser (V) menggunakan prosedur gaya lateral statik ekivalen, maka gaya harus dikalikan dengan $\frac{V}{V_t}$.

Tabel 7. Pengecekan Skala Gempa SNI 03-1726-2019

Arah	SNI 03-1726-2019		
	V dinamis	V statik	Kondisi
X	258.678,54 kg	252.561,93 kg	$V_{dinamis} \geq 100\% V_{statik}$ Memenuhi Syarat
Y	266.293,2 kg	252.561,93 kg	$V_{dinamis} \geq 100\% V_{statik}$ Memenuhi Syarat

Hasil pengecekan skala gempa sudah memenuhi syarat, sehingga tidak perlu dilakukan penskalaan ulang.

Pengecekan Rasio Partisipasi Modal Massa:

Tabel 8. Ratio Partisipasi Modal Massa SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019

Rasio Partisipasi Modal Massa							
SNI 03-1726-2012 (90%)				SNI 03-1726-2019 (90%)			
Mode	Periode (sec)	Sum UX	Sum UY	Mode	Periode (sec)	Sum UX	Sum UY
1	2.631015	0.72	0.0001677	1	2.631015	0.718	0.0001677
2	2.356905	0.72	0.57	2	2.356905	0.719	0.567
3	2.167111	0.72	0.73	3	2.167111	0.72	0.734
4	0.782299	0.84	0.73	4	0.782299	0.838	0.734
5	0.697801	0.84	0.83	5	0.697801	0.838	0.83
6	0.646948	0.84	0.84	6	0.646948	0.838	0.841
7	0.551877	0.84	0.84	7	0.551877	0.838	0.841
8	0.451422	0.84	0.84	8	0.451422	0.841	0.841
9	0.409341	0.84	0.85	9	0.409341	0.841	0.85
10	0.406452	0.84	0.86	10	0.406452	0.842	0.858
11	0.376557	0.85	0.87	11	0.376557	0.854	0.874
12	0.369623	0.9	0.88	12	0.369623	0.9	0.878
13	0.335276	0.9	0.88	13	0.335276	0.901	0.879
14	0.325141	0.9	0.88	14	0.325141	0.901	0.883
15	0.315791	0.9	0.88	15	0.315791	0.901	0.883
16	0.314908	0.9	0.88	16	0.314908	0.901	0.883
17	0.313214	0.9	0.88	17	0.313214	0.901	0.883
18	0.309837	0.9	0.89	18	0.309837	0.901	0.889
19	0.306766	0.9	0.89	19	0.306766	0.901	0.889
20	0.304212	0.9	0.89	20	0.304212	0.901	0.889
21	0.303222	0.9	0.89	21	0.303222	0.901	0.889
22	0.302368	0.9	0.89	22	0.302368	0.901	0.889
23	0.297283	0.9	0.9	23	0.297283	0.901	0.896
24	0.294543	0.9	0.9	24	0.294543	0.901	0.896
25	0.292142	0.9	0.9	25	0.292142	0.901	0.897
26	0.291399	0.9	0.9	26	0.291399	0.901	0.899
27	0.288429	0.9	0.9	27	0.288429	0.901	0.899
28	0.281125	0.9	0.9	28	0.281125	0.901	0.902

Berdasarkan data tabel 8 dapat disimpulkan bahwa, partisipasi massa ragam terkombinasi sudah memenuhi syarat pada SNI 03-1726-2012 sebesar 90% terhadap sumbu X dan sumbu Y pada mode ke-23, sedangkan pada SNI 03-1726-2019 sebesar 90,1% terhadap sumbu X dan 90,2% pada terhadap Y pada mode ke-28.

Analisis Perbandingan Base Shear SNI 03-1726-2012 Dengan SNI 03-1726-2019:

Tabel 9. Perbandingan Base Shear Statik

Arah	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019	Peningkatan (%)
	Base Shear	Base Shear	
X	218.633,2 kg	252.561,9 kg	15,5
Y	218.633,2 kg	252.561,9 kg	15,5

Tabel 10. Perbandingan Base Shear Dinamis

Arah	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019	Peningkatan (%)
	Base Shear	Base Shear	
X	219.637,1 kg	258.678,54 kg	17,7
Y	223.996,6 kg	266.293,2 kg	18,8

Dari hasil perbandingan *base shear* SNI 03-1726-2019 terhadap SNI 03-1726-2012, dapat disimpulkan, pada *base shear* statik pada arah X dan arah Y terjadi peningkatan 15,5%, sedangkan pada *base shear* dinamis pada arah X terjadi peningkatan sebesar 17,7% dan pada arah Y sebesar 18,8%.

3.3 Analisis Gaya Dalam

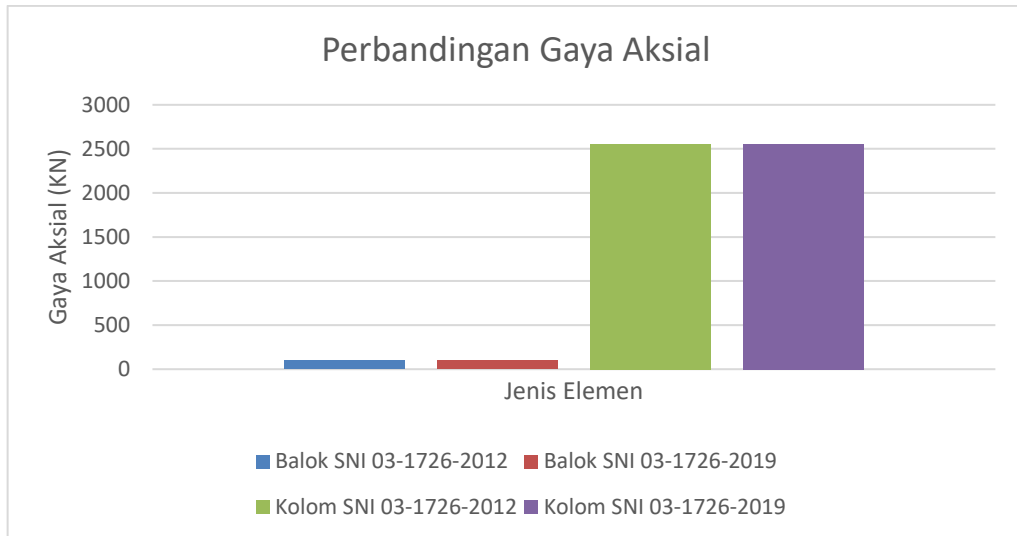
Hasil *output* dan perbandingan gaya dalam antara perhitungan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 sebagai berikut:

Tabel 11 Peningkatan gaya dalam pada balok

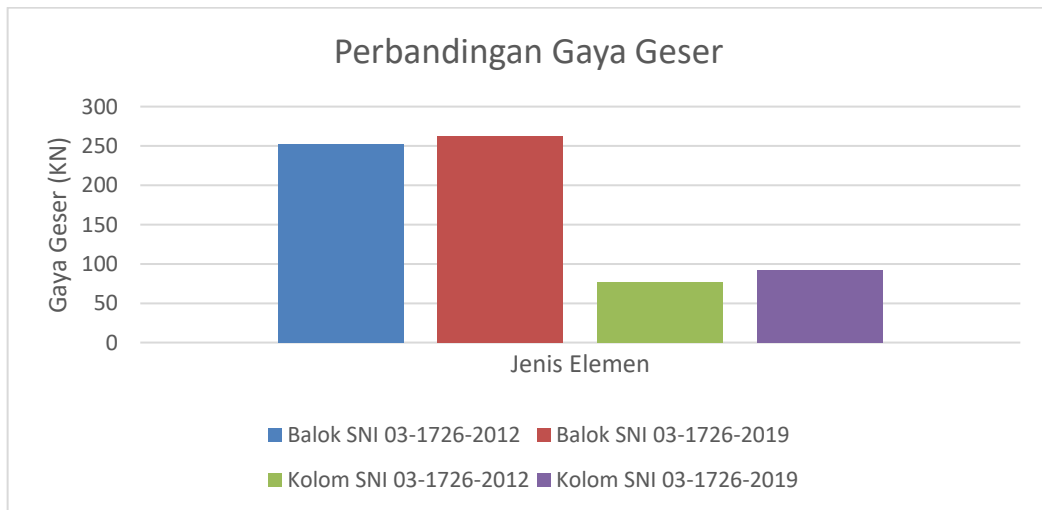
Jenis Gaya	SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	Peningkatan Gaya Dalam
Aksial	98,93 kN	98,93 kN	$= \frac{98,93 - 98,93}{98,93} \times 100 = 0 \%$
Geser	252,46 kN	262,73 kN	$= \frac{262,73 - 252,46}{252,46} \times 100 = 4,06 \%$
Momen	572 kNM	634,19 kNM	$= \frac{634,19 - 572}{572} \times 100 = 10,87 \%$

Tabel 12 Peningkatan gaya dalam pada kolom

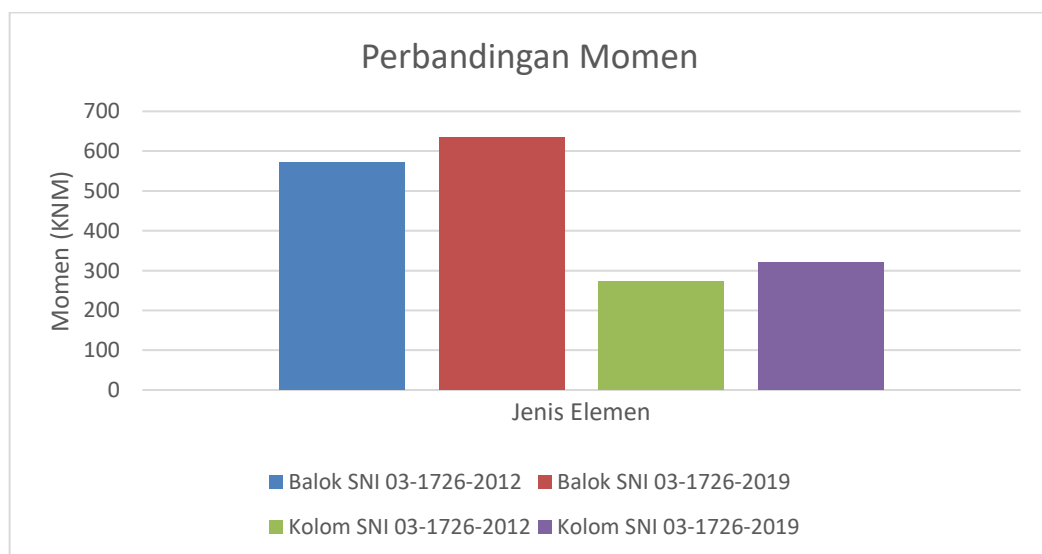
Jenis Gaya	SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	Peningkatan Gaya Dalam
Aksial	2556,6 kN	2556,64 kN	$= \frac{2556,64 - 2556,6}{2556,6} \times 100 = 0 \%$
Geser	76,79 kN	92,3 kN	$= \frac{92,3 - 76,79}{76,79} \times 100 = 20,2 \%$
Momen	271,69 kNM	321,57 kNM	$= \frac{321,57 - 271,69}{271,69} \times 100 = 18,36 \%$



Gambar 4. Perbandingan Gaya Aksial SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019



Gambar 5. Perbandingan Gaya Geser SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019



Gambar 6. Perbandingan Momen SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019

Berdasarkan hasil output gaya dalam antara SNI 03-1726-2019 terhadap SNI 03-1726-2012, dapat disimpulkan untuk gaya aksial tidak terjadi peningkatan, sedangkan untuk gaya geser pada balok terjadi peningkatan sebesar 4,06%, untuk kolom sebesar 20,2%, untuk momen pada balok terjadi peningkatan 10,87%, untuk kolom sebesar 18,36%.

3.4 Cek Simpangan

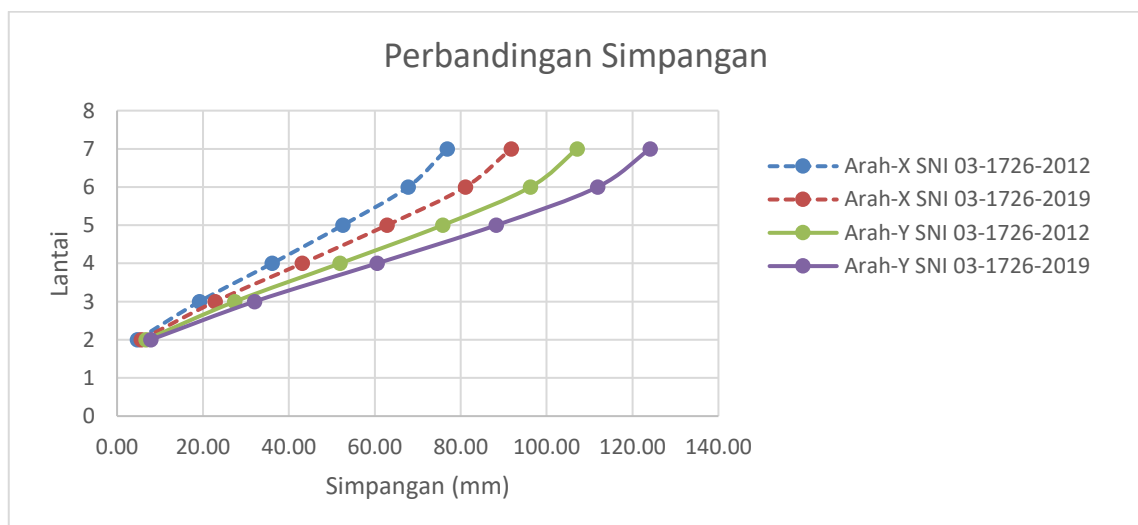
Hasil simpangan dan simpangan antar lantai menggunakan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 seperti berikut:

Tabel 13. Simpangan

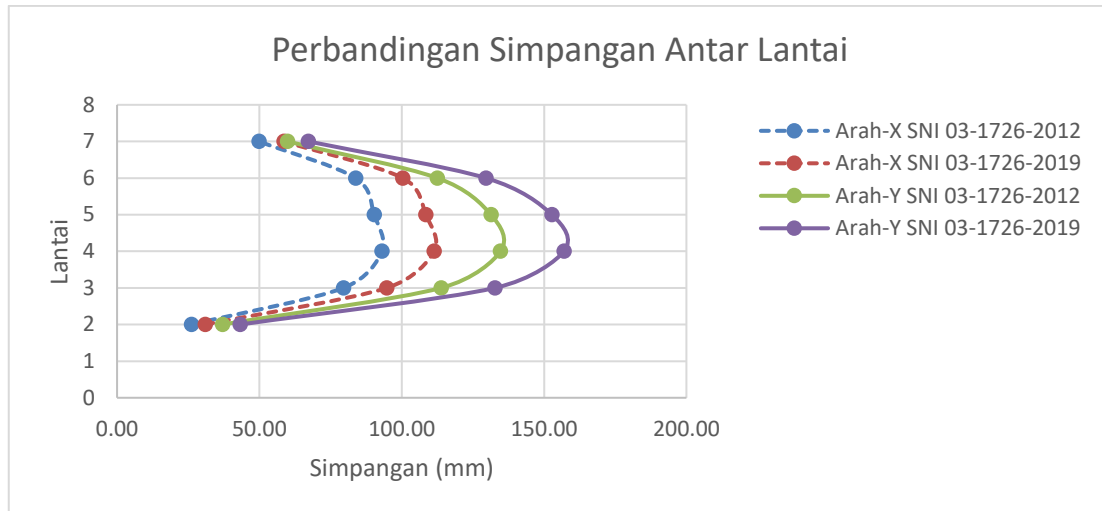
Lantai	Tinggi (m)	Arah-X (mm)		Arah-Y (mm)	
		SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
2	4.1	4.75	5.64	6.73	7.86
3	4.1	19.21	22.86	27.42	31.99
4	4.0	36.12	43.11	51.91	60.53
5	4.0	52.54	62.83	75.79	88.3
6	4.5	67.77	81.08	96.25	111.86
7	5.8	76.84	91.75	107.13	124.08

Tabel 14. Simpangan Antar Lantai

Lantai	Tinggi (m)	Arah-X (mm)		Arah-Y (mm)	
		SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
2	4.1	26.13	31.00	37.02	43.23
3	4.1	79.52	94.73	113.80	132.72
4	4.0	93.00	111.36	134.70	156.97
5	4.0	90.30	108.47	131.34	152.74
6	4.5	83.77	100.37	112.53	129.58
7	5.8	49.90	58.67	59.84	67.21



Gambar 7. Grafik Simpangan



Gambar 8. Grafik Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan grafik di atas, dapat disimpulkan simpangan antar lantai pada SNI 03-1726-2019 lebih besar daripada simpangan antar lantai SNI 03-1726-2012, hal tersebut sesuai dengan penelitian Aziz Wicaksana dan Anis Rosyidah yang menyatakan bahwa pembesaran tersebut terjadi karena adanya peningkatan gaya geser gempa[4].

Pada grafik di atas didapatkan simpangan antar lantai terbesar arah X dan Y pada SNI 03-1726-2019 mengalami peningkatan masing masing sebesar 20,12% dan 16,79% dari simpangan antar lantai pada SNI 03-1726-2012.

3.5 Cek kapasitas penampang

3.5.1 Kapasitas Balok

Tabel 15. Hasil Perhitungan Kapasitas Balok

Balok WF 600×200×11×17	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
Kapasitas Lentur	1.127,47 kNM ≥ 572 kNM (OK)	1.127,47 kNM ≥ 634,19 kNM (OK)
Kapasitas Geser	896,54 kN ≥ 252,46 kN (OK)	896,54 kN ≥ 262,73 kN (OK)

3.5.2 Kapasitas Kolom

Tabel 16. Hasil Perhitungan Kapasitas Kolom

Kolom KC 588× 300×12× 20	SNI 03-1726-2012	SNI 03-1726-2019
Kapasitas Tekan	8.231,39 kN ≥ 2.556,6 kN (OK)	8.231,39 kN ≥ 2.556,6 kN (OK)
Kapasitas Lentur	930,72 kNM ≥ 271,69 kNM (OK)	930,72 kNM ≥ 321,57 kNM (OK)
Kapasitas Geser	852,24 kN ≥ 76,79 kN (OK)	852,24 kN ≥ 92,3 kN (OK)

3.5.3 Cek SRPMK

Struktur bangunan yang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus harus memenuhi syarat ketentuan dari SNI 1729:2015 Pasal E3 yaitu rasio momen Antara balok dan kolom harus :

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} > 1,0$$

Tabel 17. Hasil Pengecekan Persyaratan SRPMK

SNI	Rasio SRPMK
03-1726-2012	1,3 > 1,0 (OK)
03-1726-2019	1,29 > 1,0 (OK)

Hasil pengecekan kapasitas penampang menunjukkan kondisi memenuhi semua persyaratan, baik pada kapasitas balok, kolom maupun persyaratan SRMPK.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perbandingan antara SNI 03-1726-2019 terhadap SNI 03-1726-2012, maka dapat disimpulkan:

1. Peningkatan gaya geser dasar statik arah X dan arah Y sebesar 15,5%, gaya geser dasar dinamis arah X 17,7% dan arah Y 18,8%.
2. Pada gaya dalam balok terjadi peningkatan sebesar 0% gaya aksial, 4,06% gaya geser, 10,87% momen, sedangkan pada kolom mengalami peningkatan 0% gaya aksial, 20,2% gaya geser, 18,36% momen.
3. Pada simpangan antar lantai terbesar arah X dan Y pada SNI 03-1726-2019 mengalami peningkatan masing masing sebesar 20,12% dan 16,79% dari simpangan antar lantai pada SNI 03-1726-2012.
4. Hasil perhitungan kapasitas struktur, didapatkan kondisi struktur gedung mampu menahan beban gempa SNI 03-1726-2012 dan beban gempa SNI 03-1726-2019.

5. REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non-Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non-Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 03-1729-2015 tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] A. Wicaksana, A. Rosyidah. 2021. Perbandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil* Vol. 18 No. 1 Edisi April 2021, Politeknik Negeri Jakarta. Jawa Barat.