

Analisa Perbandingan Pengaruh Gempa terhadap Gedung Bertingkat Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Aviska Triayaska¹, Retno Trimurtiningrum²

^{1,2}Fakultas Teknik/Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

¹E-mail: aviskatriayaska@gmail.com

²E-mail: retnotrimurti@untag-sby.ac.id

Abstract — Earthquakes are one of the important factors that need to be considered in planning building structures considering that Indonesia is an earthquake-prone country. Therefore, all building structures must be able to withstand vertical forces (field loads) and horizontal forces (wind and earthquake loads). In designing buildings, especially in earthquake-prone areas, the structure in receiving earthquake loads is very important to analyze. In conducting the analysis, it is necessary to have the latest earthquake regulations used as a reference, one of which is SNI 1726: 2019. This study aims to determine the effect of earthquake forces such as mass participation values, base shear force values, and inter-floor deviation values based on old earthquake regulations and the latest earthquake regulations, namely SNI 1726: 2012 and SNI 1726: 2019. The results of the analysis show that the comparison of the spectrum response values has increased the S-a value by 5.35%, the mass participation value increased by 0.4% for the x direction and by 0.2% for the y direction, the internal force value in the x direction has a smaller percentage than the beam and column in the y direction, the base shear force value increased by 17.72% for the x direction and 16.81% for the y direction, the deviation between floors increased by 0.0583% to 0.0920%.

Keywords: earthquakes; base shear forces; drift.

Abstrak — Gempa bumi merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam merencanakan struktur bangunan mengingat Indonesia merupakan negara rawan bencana gempa bumi. Maka dari itu seluruh struktur bangunan harus mampu menahan gaya vertikal (beban medan) maupun gaya horizontal (beban angin dan gempa). Dalam mendesain bangunan khususnya di wilayah rawan gempa, struktur dalam menerima beban gempa sangat penting untuk dianalisis. Dalam melakukan analisis tersebut, perlu adanya peraturan gempa terbaru yang digunakan sebagai acuan salah satunya yaitu SNI 1726:2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gaya gempa seperti nilai partisipasi massa, nilai gaya geser dasar, dan nilai simpangan antar lantai berdasarkan peraturan gempa lama dan peraturan gempa terbaru, yaitu SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan nilai respons spektrum mengalami peningkatan nilai S-a sebesar 5,35%, nilai partisipasi massa meningkat sebesar 0,4% untuk arah x dan sebesar 0,2% untuk arah y, nilai gaya dalam pada arah x memiliki presentase lebih kecil dari balok dan kolom arah y, nilai gaya geser dasar meningkat sebesar 17,72% untuk arah x dan 16,81% untuk arah y, simpangan antar lantai terjadi peningkatan sebesar 0,0583% hingga 0,0920%.

Kata-kata kunci: gempa bumi; gaya geser dasar; simpangan.

I. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan struktur bangunan. Saat terjadi gempa, elemen struktur bangunan mengalami deformasi sehingga mengakibatkan beban tambahan pada bangunan (Santoso & Astawa, 2022).

Negara Indonesia tergolong rawan bencana geologi, khususnya bencana gempa bumi. Hal ini dikarenakan letak Indonesia yang berada pada lintasan Cincin Api Pasifik (Ring of Fire) dan tiga lempeng benua (Triple Junction Plate Convergence). Berdasarkan catatan dari Badan Geologi sejak tahun 2000 hingga 2022 telah terjadi sebanyak 5 hingga 26 kejadian gempa bumi

merusak (Destructive Earthquake) di Indonesia (Kementerian ESDM, 2022).

Adapun gempa bumi yang tidak berpotensi tsunami terjadi di Surabaya pada tahun 2022 dengan kekuatan 4,1 SR. Berdasarkan hasil analisa Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), gempa yang terjadi merupakan jenis gempa bumi dangkal, sehingga getaran yang dirasakan tidak terlalu besar dan tidak menimbulkan kerugian seperti hilangnya korban jiwa dan kerusakan pada bangunan (Dinas Kominfo Provinsi Jawa Timur, 2022). Oleh karena itu, seluruh struktur bangunan harus mampu menahan gaya vertikal (beban medan) maupun gaya horizontal (beban angin dan

gempa). Dalam mendesain bangunan khususnya di wilayah rawan gempa, kinerja struktur dalam menerima beban gempa sangat penting untuk dianalisis. Hal tersebut untuk mengetahui bagaimanakah respon dan kinerja struktur saat menerima beban gempa rencana (Sarya et al., 2021).

Standar gempa yang digunakan dalam perencanaan struktur bangunan terus mengalami perubahan atau revisi dari masa ke masa, salah satu peraturan dan standar yang mengalami perubahan yaitu peraturan dan standarisasi mengenai bangunan tahan gempa. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan bangunan hotel yang didirikan pada tahun 2015 dengan jumlah 10 lantai yang berlokasi di Kota Surabaya. Alasan pemilihan bangunan karena masih menggunakan aturan SNI 1726:2012 dalam perencanaannya, sehingga perlu ditinjau kembali pada struktur menggunakan SNI pembebanan gempa terbaru yaitu SNI 1726:2019. Pengaruh gempa yang ingin diteliti yaitu mengetahui seberapa besar perbedaan partisipasi massa, gaya geser dasar, serta perbedaan simpangan maupun simpangan antar lantai pada gedung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Mati

Beban mati merupakan berat dari semua gedung yang bersifat tetap. Perhitungan beban mati pada penelitian ini berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983) tabel 2.1 dan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perencanaan beban mati

Jenis Beban	Beban (kg/m ³)
Beton bertulang	2400
Aspal	14
Instalasi MEP	30
Penggantung	7
Plafond	11
Sanitasi	20
Spesi	42
Tegel	24

Sumber: PPIUG, 1983

2.2 Beban Hidup

Beban hidup merupakan seluruh beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban pada lantai yang dapat berpindah. Perhitungan beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 pasal 4.3.1 dan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perencanaan beban mati

Jenis Beban	Beban (kN/m ²)
Lobi	100
Tangga Permanen	300
Ruang Publik	100
Atap	20

Sumber: SNI 1727:2020

2.3 Beban Gempa

Beban gempa dianalisis dengan menggunakan metode dinamis respon spektrum. Peraturan gempa yang digunakan yaitu SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Deskripsi bangunan dijelaskan secara terperinci pada tabel 3.

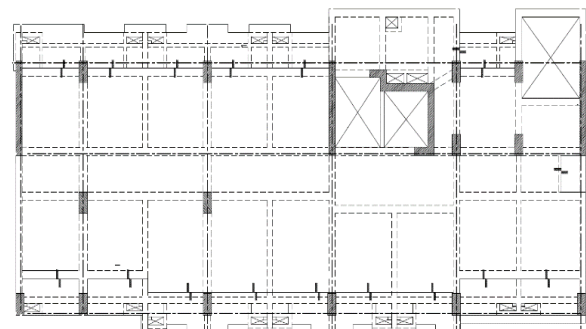
Tabel 3. Deskripsi bangunan

Kriteria	Deskripsi
Fungsi Bangunan	Hotel
Material Bangunan	Beton Bertulang
Lokasi Bangunan	Surabaya
Lokasi Bangunan	Surabaya
Luas Bangunan	798 m ²
Tinggi Bangunan	36,4 m
Jumlah Lantai	10 Lantai
Mutu Beton (f'_c)	K-300
Mutu Baja (f_y)	240 MPa (Tulangan Polos) 400 MPa (Tulangan Ulir)

(Sumber: Data Sekunder, 2023)

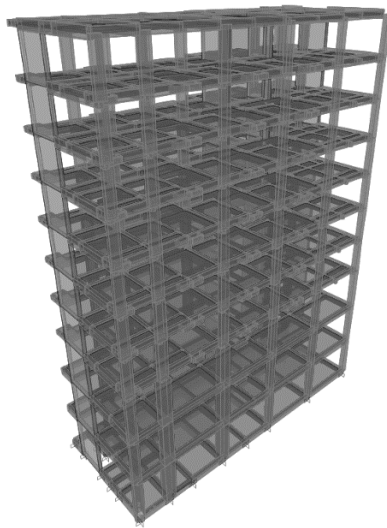
2.4 Permodelan Struktur

Berikut merupakan denah bangunan dan permodelan struktur bangunan yang telah dimodelkan pada *software* SAP2000 V.22.2.0, dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Denah bangunan

Permodelan bangunan dilakukan sesuai denah eksisting gedung penelitian yang berjumlah 10 lantai dengan menggunakan material beton bertulang.



Gambar 2. Permodelan struktur

2.5 Respons Spektrum

Untuk memperoleh grafik respons spektrum dapat menggunakan 2 cara, yaitu menggunakan perhitungan SAP2000 dan perhitungan manual. Dalam perhitungan manual dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Jika $T \leq T_0$, maka digunakan persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (1)$$

Jika $T_0 \leq T \leq T_s$, maka digunakan persamaan:

$$S_a = S_{DS} \quad (2)$$

Jika $T_L \geq T \geq T_s$, maka digunakan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T_{0,9s}} \quad (3)$$

Jika $T \geq T_L$, maka digunakan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (4)$$

Persamaan 1, 2, dan 3 merupakan perhitungan gempa yang menggunakan SNI 1726:2012, dan untuk persamaan 1, 2, 3, dan 4 merupakan perhitungan gempa yang menggunakan SNI 1726:2019.

2.6 Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.9.1, untuk memperoleh partisipasi massa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual dalam

masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

Sedangkan berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1, untuk memperoleh partisipasi massa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi 100%. Namun sebagai alternatif, analisis diijinkan memasukkan jumlah ragam paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

2.7 Gaya Dalam

Analisis gaya dalam struktur dilakukan dengan program SAP2000 V.22.2.0 untuk mengetahui berbagai gaya dalam seperti gaya normal (P_u), gaya geser (V_u), dan gaya momen (M_u) yang diterima oleh balok dan kolom.

2.8 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar menurut persamaan berikut berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012 pasal 7.8.1:

$$V = C_s \times W \quad (5)$$

Koefisien C_s menurut persamaan berikut mengacu pada SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012 pasal 7.8.1.1:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (6)$$

Nilai C_s pada persamaan 6 tidak melebihi persamaan:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (7)$$

Nilai C_s juga tidak melebihi persamaan:

$$C_s = 0,044 \times S_{DS} \times I_e \quad (8)$$

Keterangan:

S_{DS} = percepatan respon spektrum periode pendek;

S_{D1} = percepatan respon spektrum periode 1 detik;

R = faktor modifikasi respons;

I_e = faktor keutamaan gempa;

W = massa efektif struktur.

2.9 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai desain (Δ) merupakan perbedaan defleksi pada arah vertikal yang diambil bagian pusat massa teratas dan terbawah dengan dihitung selisih terbesar antar defleksi. Perhitungan defleksi berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dapat dilihat pada persamaan:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \tag{9}$$

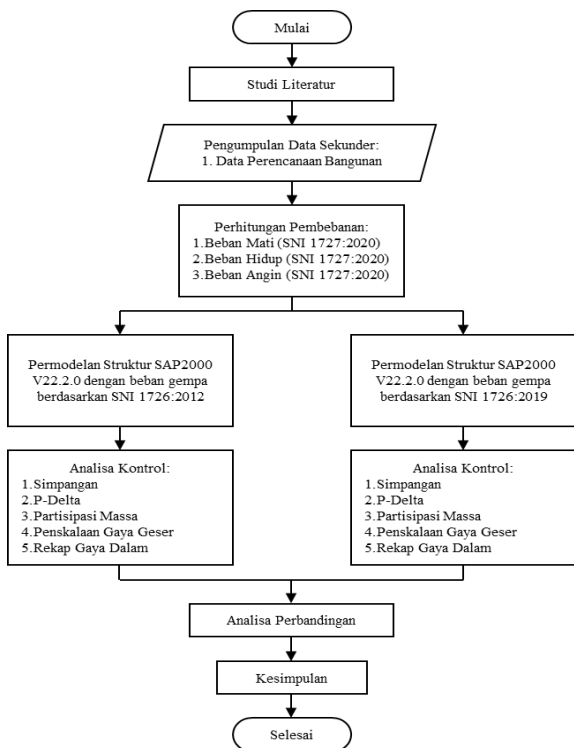
Keterangan:

- C_d = faktor pembesaran simpangan lateral
- δ_{xe} = simpangan di lantai-x
- I_e = faktor keutamaan gempa

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan dan Prosedur Penelitian

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dan menggunakan urutan yang jelas serta teratur, sehingga akan diperoleh hasil yang diharapkan akan sesuai. Maka dari itu tahapan penelitian dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3 Flowchart penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Dari hasil pencarian yang diperoleh, maka didapatkan data perencanaan bangunan, diantaranya sebagai berikut:

a. Deskripsi Bangunan

Bangunan ini didirikan di Surabaya dan difungsikan sebagai bangunan hotel dengan tinggi 36,4 meter dan lebar $27 \times 11,5$ meter. Bangunan ini berjumlah 10 tingkat dengan tinggi tiap lantai 4,2 meter (lantai 1 hingga lantai 3), 3,4 meter (lantai 4 hingga lantai 10).

b. Data Material

Berikut merupakan bahan material yang digunakan dalam bangunan ini, antara lain:

- Mutu Beton : K-300
- Mutu Baja (f_y) : 240 MPa (tulangan polos) : 400 MPa (tulangan ulir)

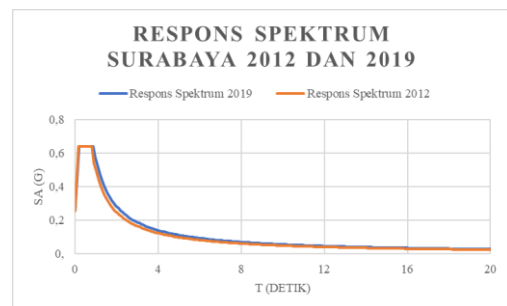
3.3 Pengolahan Data

Perhitungan pembebanan, permodelan struktur, analisis perbandingan hasil, dan kesimpulan. Pembebanan yang diperhitungkan pada penelitian ini terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Perbandingan Respons Spektrum

Berikut merupakan spektrum respon desain Kota Surabaya dengan kondisi tanah lunak berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Perbandingan nilai respons spektrum dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan respons spektrum

Parameter S_a mengalami peningkatan sebesar 5,35% lalu S_s dan S_l pada SNI 1726:2019 mengalami peningkatan sebesar 2,34% dan 22,96% yang juga mempengaruhi meningkatnya nilai F_a dan F_v sebesar 2,94% dan -7,53%. Pada SNI 1726:2019 nilai S_{Ms} dan S_{Ml} juga mengalami peningkatan sebesar 5,35% dan 13,7% yang berbanding lurus dengan peningkatan nilai S_{Ds} dan S_{Dl} . Maka dari itu berdasarkan grafik diatas

SNI 1726:2019 memiliki nilai yang lebih besar daripada SNI 1726:2012 (Darmawan et al., 2021).

4.2 Hasil Analisa Perbandingan Partisipasi Massa

Nilai partisipasi massa dihitung berdasarkan parameter gempa SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Dalam peraturan SNI 1726:2012 untuk memperoleh partisipasi massa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% sedangkan pada SNI 1726:2019 untuk memperoleh partisipasi massa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi 100%. Perbandingan nilai partisipasi massa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perbandingan Nilai Partisipasi Massa

Partisipasi Massa	SNI	SNI	Presentase (%)
	1726:2012 (kgf)	1726:2019 (kgf)	
Arah X	0,986	0,99	0,4
Arah Y	0,978	0,98	0,2

Berdasarkan tabel 4 diatas dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kontrol partisipasi massa antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 memiliki perbedaan nilai pada arah x maupun arah y. Hal ini dikarenakan adanya perbesaran gaya respons spektrum gempa yang terjadi pada SNI 1726:2019 (Sandhi et al., 2020).

4.3 Hasil Analisa Perbandingan Gaya Dalam Gaya dalam yang ditinjau diantaranya gaya normal, gaya geser, dan gaya momen yang diterima oleh balok dan kolom. Berikut merupakan tabel perbedaan gaya dalam yang diterima oleh balok dengan gempa arah x.

Tabel 5. Perbandingan Gaya Dalam Balok Arah X

Lantai	Balok Arah X								
	SNI 1726:2012			SNI 1726:2019			Presentase (%)		
	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)
10	110,0	24,3	13,8	129,1	26,1	15,3	17,3	7,4	11,2
9	96,1	16,4	5,3	120,0	20,5	6,6	25,0	25,0	24,7
8	76,7	13,5	4,3	91,7	16,3	5,1	19,7	20,5	20,7
7	78,4	13,5	4,6	92,7	16,1	5,4	18,3	19,0	17,3
6	73,9	12,6	7,1	86,2	14,8	8,5	16,7	17,5	20,0
5	88,6	16,0	6,0	103,2	18,7	7,2	16,4	17,3	19,9
4	126,3	52,3	17,6	147,2	62,8	21,1	16,6	20,1	19,9
3	81,4	14,9	4,9	96,7	17,5	5,7	18,8	17,7	17,9
2	67,7	13,2	4,3	74,2	15,5	5,0	9,6	17,0	15,9
1	9,3	2,8	1,3	12,0	3,15	1,5	28,6	12,7	16,7

Berdasarkan perbandingan nilai gaya dalam balok arah x dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai

gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 18,7%, 17,4%, dan 18,4%.

Berikut merupakan tabel perbedaan gaya dalam yang diterima oleh balok dengan gempa arah y sebagai berikut.

Tabel 6. Perbandingan gaya dalam balok arah Y

Lantai	Balok Arah X								
	SNI 1726:2012			SNI 1726:2019			Presentase (%)		
	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)
10	50,4	9,0	5,8	53,1	10,0	6,6	5,4	11,7	15,0
9	54,3	7,5	2,6	67,4	8,9	3,1	24,1	18,2	18,8
8	38,3	7,0	2,4	47,0	8,6	2,7	22,6	22,4	13,1
7	44,5	7,2	2,4	52,8	8,5	2,9	18,6	18,4	18,9
6	40,7	7,9	4,3	44,8	8,7	5,2	10,0	9,6	20,9
5	51,0	8,5	3,5	59,6	8,9	4,1	16,8	4,8	17,6
4	63,7	18,4	7,4	74,8	23,3	9,2	17,4	26,3	24,7
3	50,0	9,2	2,9	52,1	10,6	3,3	4,2	14,6	12,7
2	46,8	8,0	2,6	55,7	9,8	3,1	19,0	23,0	22,9
1	10,0	2,6	1,3	11,1	2,8	1,3	11,2	9,0	4,2

Berdasarkan perbandingan nilai gaya dalam balok arah y dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 14,9%, 15,8%, dan 16,9%.

Berikut merupakan tabel perbedaan gaya dalam yang diterima oleh kolom dengan gempa arah x sebagai berikut.

Tabel 7. Perbandingan gaya dalam kolom arah X

Lantai	Kolom Arah X								
	SNI 1726:2012			SNI 1726:2019			Presentase (%)		
	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNmm)
10	84,1	22,6	43,2	95,9	26,1	50,0	14,0	15,5	15,8
9	136,4	36,7	68,0	154,9	42,5	78,8	13,5	15,9	15,9
8	197,2	30,8	52,3	224,9	36,1	61,4	14,0	17,3	17,3
7	269,5	33,0	56,7	309,8	38,9	66,9	14,9	18,0	18,1
6	351,5	34,9	59,6	407,5	41,9	71,7	15,9	20,1	20,1
5	485,5	39,7	67,7	552,4	48,0	81,8	13,8	20,9	20,9
4	732,4	44,1	78,4	857,4	53,6	95,3	17,1	21,6	21,6
3	1046,4	36,7	85,1	1243,5	44,6	103,3	18,8	21,3	21,4
2	1392,4	22,9	76,3	1666,2	27,9	93,1	19,7	21,9	22,0
1	1671,0	15,9	78,7	2004,5	19,5	96,4	20,0	22,4	22,5

Berdasarkan perbandingan nilai gaya dalam kolom arah x dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 16,2%, 19,5%, dan 19,6%.

Berikut merupakan tabel perbedaan gaya dalam yang diterima oleh kolom dengan gempa arah y sebagai berikut:

Tabel 8. Perbandingan gaya dalam kolom arah Y

Lantai	Kolom Arah Y								
	SNI 1726:2012			SNI 1726:2019			Presentase (%)		
	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNm)	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNm)
10	75,8	38,6	72,0	78,6	43,1	80,4	3,7	11,7	11,7
9	145,0	53,2	91,0	155,6	60,1	102,8	7,3	13,0	12,9
8	227,0	58,1	98,9	247,5	66,6	113,4	9,0	14,6	14,6
7	320,6	60,2	102,4	354,7	69,9	118,9	10,7	16,0	16,1
6	423,9	63,6	109,0	475,3	74,6	127,7	12,1	17,2	17,2
5	543,3	71,1	122,2	616,5	83,9	143,4	13,5	18,0	17,4
4	673,6	80,6	144,3	771,5	95,4	170,9	14,5	18,4	18,4
3	905,8	66,1	153,1	1055,2	78,1	181,0	16,5	18,2	18,3
2	1146,8	39,8	142,0	1343,4	47,2	168,3	17,1	18,7	18,5
1	1332,3	30,1	157,7	1564,6	35,4	186,6	17,4	17,7	18,4

Berdasarkan perbandingan nilai gaya dalam kolom arah y dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 12,2%, 16,4%, dan 16,3%.

4.4 Hasil Analisa Perbandingan Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, nilai gaya geser dasar statik ekuivalen dapat dihitung menggunakan parameter tersebut. Perbandingan nilai gaya geser dasar yang telah diperoleh dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan nilai gaya geser dasar

Gaya Geser Dasar	SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	Presentase (%)
	(kgf)	(kgf)	
Arah X	199984,03	235413,36	17,72
Arah Y	195275,46	228093,76	16,81

Berdasarkan tabel 9 dapat disimpulkan bahwa berdasarkan perhitungan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, terdapat peningkatan nilai gaya geser dasar baik dari arah x maupun arah y. Peningkatan nilai gaya geser dasar tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan nilai parameter spektrum respon seperti nilai S_s dan S_l yang berbanding lurus dengan meningkatnya nilai S_{DS} dan S_{Dl} (Syarif & Djauhari, 2019).

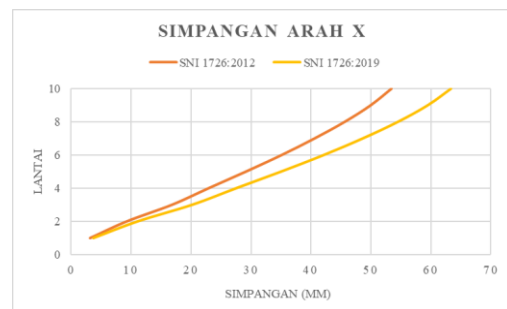
4.5 Hasil Analisa Perbandingan Simpangan dan Simpangan Antar Lantai

Perbandingan simpangan yang dihasilkan berdasarkan perhitungan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 arah x dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan nilai simpangan arah X

Simpangan Lantai	Simpangan Arah X			
	SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	Selisih	Presentase (%)
(n)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)
Lantai 10	53,430	63,301	9,8708	0,0846
Lantai 9	49,953	59,424	9,4714	0,0866
Lantai 8	45,607	54,445	8,8386	0,0883
Lantai 7	40,577	48,576	7,9994	0,0897
Lantai 6	35,075	42,074	6,9991	0,0907
Lantai 5	29,102	34,954	5,8519	0,0914
Lantai 4	22,878	27,495	4,6170	0,0917
Lantai 3	16,754	20,137	3,3827	0,0917
Lantai 2	9,211	11,067	1,8561	0,0915
Lantai 1	3,122	3,744	0,6216	0,0905

Berikut merupakan grafik perhitungan perbandingan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 simpangan arah x.



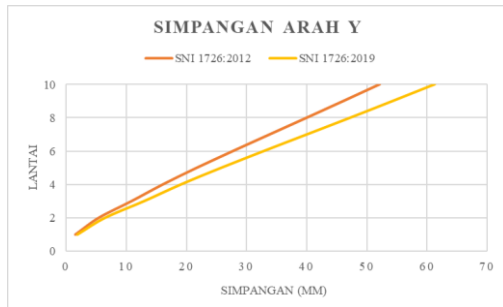
Gambar 5 Grafik perbandingan simpangan arah X

Berikut merupakan Perhitungan simpangan berdasarkan peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 arah y dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan nilai simpangan arah Y

Simpangan Lantai	Simpangan Arah Y			
	SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	Selisih	Presentase (%)
(n)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)
Lantai 10	52,158	61,239	9,0815	0,0801
Lantai 9	46,115	54,243	8,1277	0,0810
Lantai 8	40,014	47,190	7,1767	0,0823
Lantai 7	33,851	39,982	6,1306	0,0830
Lantai 6	27,716	32,790	5,0749	0,0839
Lantai 5	21,733	25,748	4,0149	0,0846
Lantai 4	16,056	19,037	2,9811	0,0849
Lantai 3	10,855	12,905	2,0496	0,0863
Lantai 2	5,395	6,421	1,0260	0,0868
Lantai 1	1,540	1,849	0,3090	0,0912

Berikut merupakan grafik perhitungan perbandingan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 simpangan arah y.



Gambar 6. Grafik perbandingan simpangan arah X

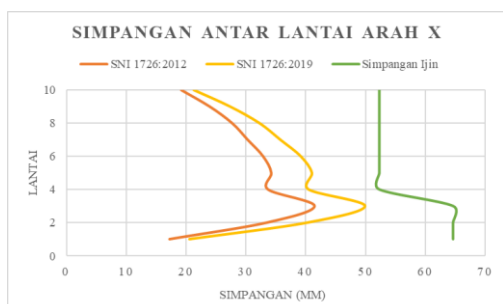
Berdasarkan perhitungan perbandingan simpangan arah x dan y diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai simpangan yang dihitung berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Simpangan yang terjadi pada SNI 1726:2019 mengalami peningkatan sebesar 0,0801% hingga 0,0917%. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan dan peningkatan parameter gempa pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.

Perhitungan simpangan antar lantai berdasarkan peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 arah x dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan nilai simpangan antar lantai arah X

Simpangan Antar Lantai Arah X				
Simpangan Lantai	SNI 1726:2012 (mm)	SNI 1726:2019 (mm)	Selisih (mm)	Presentase (%)
Lantai 10	19,127	21,324	0,0543	52,3077
Lantai 9	23,903	27,383	0,0679	52,3077
Lantai 8	27,662	32,278	0,0770	52,3077
Lantai 7	30,260	35,762	0,0833	52,3077
Lantai 6	32,852	39,162	0,0876	52,3077
Lantai 5	34,232	41,024	0,0903	52,3077
Lantai 4	33,681	40,470	0,0916	52,3077
Lantai 3	41,486	49,883	0,0919	64,6154
Lantai 2	33,489	40,278	0,0920	64,6154
Lantai 1	17,174	20,592	0,0905	64,6154

Berikut merupakan grafik perhitungan perbandingan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 simpangan antar lantai arah x.



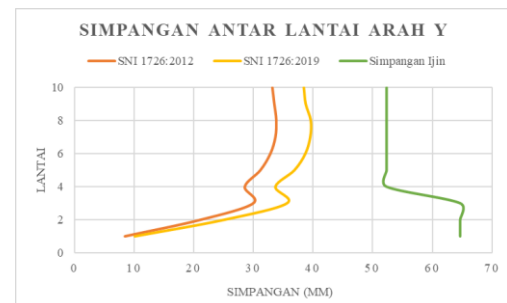
Gambar 7. Grafik perbandingan simpangan arah X

Berikut merupakan perhitungan simpangan antar lantai berdasarkan peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 arah y dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Perbandingan nilai simpangan antar lantai arah Y

Simpangan Antar Lantai Arah Y				
Simpangan Lantai	SNI 1726:2012 (mm)	SNI 1726:2019 (mm)	Selisih (mm)	Presentase (%)
Lantai 10	33,232	38,478	0,0732	52,3077
Lantai 9	33,560	38,791	0,0723	52,3077
Lantai 8	33,892	39,646	0,0782	52,3077
Lantai 7	33,746	39,553	0,0792	52,3077
Lantai 6	32,904	38,733	0,0814	52,3077
Lantai 5	31,223	36,909	0,0835	52,3077
Lantai 4	28,604	33,727	0,0822	52,3077
Lantai 3	30,033	35,662	0,0857	64,6154
Lantai 2	21,202	25,146	0,0851	64,6154
Lantai 1	8,470	10,170	0,0912	64,6154

Berikut merupakan grafik perhitungan perbandingan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 simpangan antar lantai arah y.



Gambar 8. Grafik perbandingan simpangan arah Y

Berdasarkan perhitungan perbandingan simpangan antar lantai arah x dan y diatas, dapat disimpulkan bahwa simpangan yang terjadi masih memenuhi batas maksimum yang diijinkan. Simpangan yang terjadi pada perhitungan SNI 1726:2019 mengalami peningkatan sebesar 0,0583% hingga 0,0920%. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan dan peningkatan parameter gempa seperti spektral desain atau koefisien situs pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 (Wicaksana & Rosyidah, 2021).

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan nilai respons spektrum, partisipasi massa, gaya dalam, gaya geser dasar, dan nilai simpangan antar lantai terhadap permodelan bangunan yang dianalisis berdasarkan peraturan gempa SNI 1726:2012 dan

SNI 1726:2019. Perbedaan nilai respons spektrum mengalami peningkatan nilai S_a sebesar 5,35%. Nilai partisipasi massa mengalami peningkatan sebesar 0,4% untuk arah x dan sebesar 0,2% untuk arah y. Nilai gaya dalam yang diterima balok arah x memiliki rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 18,7%, 17,4%, dan 18,4%. Nilai gaya dalam balok arah y memiliki rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 14,9%, 15,8%, dan 16,9%. Nilai gaya dalam kolom arah x memiliki rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 16,2%, 19,5%, dan 19,6%. Nilai gaya dalam kolom arah y dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai gaya normal, geser, dan momen diperoleh masing-masing sebesar 12,2%, 16,4%, dan 16,3%. Perbedaan nilai gaya geser dasar yang terjadi yaitu meningkat sebesar 17,72% untuk arah x dan 16,81% untuk arah y. Pada kontrol simpangan antar lantai, semua permodelan memenuhi batas ijin simpangan yang telah ditentukan. Perbedaan simpangan antar lantai terjadi peningkatan sebesar 0,0583% hingga 0,0920%. Peningkatan yang terjadi diakibatkan karena adanya perubahan beberapa parameter seperti koefisien situs F_a dan F_v , serta adanya peningkatan nilai spektral desain pada peraturan gempa baru yaitu SNI 1726:2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, R. R., Susanti, E., & Fitriyah, D. K. (2021). *Studi komparasi parameter respon spektrum gempa SNI 1726 2012 terhadap SNI 1726 2019*. 139–145.
- Dinas Kominfo Provinsi Jawa Timur. (2022). *Gempa tektonik magnitudo 4,1 dirasakan di Surabaya*. Dinas Kominfo Provinsi Jawa Timur.
- Kementerian ESDM. (n.d.). *gempa bumi merusak di Indonesia tahun 2021*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi.
- Sandhi, R. D., Wibowo, A., & Smd, A. (2020). *Kajian analisis pushover untuk performance based design pada Gedung Fakultas Ilmu Sosial dan Politik (FISIP) Universitas Brawijaya*.
- Santoso, A. N., & Astawa, M. D. (2022). Performance Evaluation of 34 floors building structure in Surabaya based on SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 185–201. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i2.3807>
- Sarya, G., Trimurtiningrum, R., Hartatik, N., & Rochman, A. A. (2021). Studi Komparasi pengaruh gempa terhadap gedung beton bertulang berdasarkan SNI 03-1726-2012 Dan SNI 03-1726-2019. *Extrapolasi*, 18(2), 29–38. <https://doi.org/10.30996/extrapolasi.v18i2.6020>
- Syarif, H. A., & Djauhari, Z. (2019). Respons struktur sistem flat slab-drop panel pada gedung bertingkat tidak beraturan terhadap beban gempa dengan analisis respons spektum. *Jurnal Aplikasi Teknologi (APTEK)*, 11(2), 97–104. <https://journal.upp.ac.id/index.php/aptek/article/view/65>
- Wicaksana, A., & Rosyidah, A. (2021). Pembedingan perancangan bangunan tahan gempa menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 18(1), 88–99. <https://doi.org/10.30630/jirs.v18i1.416>