

Analisis perbandingan perilaku struktur hotel 10 lantai berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019

Dany Raihan Muzaky^{1,*}, Astriana Hardawati¹, Sarwidi¹, Atika Ulfah Jamal¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Perilaku struktur
Simpangan antar tingkat
Gempa

Corresponding Author:

Dany Raihan Muzaky
danymuzaky@gmail.com

Abstract

Indonesia is one of the countries prone to earthquakes, both tectonic and volcanic earthquakes. Therefore, there is a need for further research and analysis of the behavior of building structures. This has become one of the factors in the improvement of earthquake resistance regulations for building and non-building structures, from SNI 1726-2012 to SNI 1726-2019. This research was conducted using the static equivalent method and spectrum response according to SNI 1726-2012 and SNI 1726-2019 regulations. Modelling of the building structure using the SAP 2000 v.22 program. The research purpose is to examine the comparison of structural behavior in the form of displacement, story drift, and drift ratio of the building. The results showed that the structural behavior in the form of displacement, story drift, and drift ratio due to spectrum response earthquake loads, both in the x-direction and y-direction according to SNI 1726-2019 has a greater value than SNI 1726-2012.

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi, baik gempa tektonik maupun gempa vulkanik. Hal ini disebabkan karena Indonesia berada diatas bagian Cincin Api Pasifik (Ring of Fire). Oleh karena itu perlu adanya penelitian dan analisis lebih lanjut mengenai perilaku struktur bangunan. Hal tersebut menjadi salah satu faktor perbaikan peraturan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non-gedung, dari SNI 1726-2012 menjadi SNI 1726-2019. Terdapat beberapa perubahan dari peraturan yang lama diantaranya adalah kombinasi beban, spektrum respons desain, analisis ragam dan penskalaan gaya. Dengan adanya beberapa perubahan tersebut tentu diperlukan analisis terhadap bangunan-bangunan yang sudah berdiri sebelum peraturan baru tersebut terbit, yang bertujuan untuk mengetahui

perilaku struktur bangunan akibat perubahan peraturan tersebut.

Landasan Teori

Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya permukaan tanah karena pelepasan energi secara tiba-tiba akibat dari pecah/slipnya massa batuan di lapisan kerak bumi, dimana energi tersebut merambat dari pusat gempa ke segala arah sehingga menyebabkan permukaan tanah menjadi bergetar (Pawirodikromo, 2012). Deformasi merupakan parameter kunci untuk desain gempa berbasis kinerja daripada gaya atau kekuatan. Deformasi dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori. a) Pergerakan bangunan secara keseluruhan & pergeseran lantai & deformasi internal lainnya. b) Pergeseran lantai & deformasi internal lainnya. c) Deformasi inelastis untuk

komponen dan elemen struktur (Kumawat dan Kalurkar, 2014)

Bangunan Tahan Gempa

Prinsip-prinsip desain bangunan tahan gempa (Pawirodikromo, 2012) adalah sebagai berikut ini.

- a. Pada gempa kecil (*minor earthquake*) yang sering terjadi, maka struktur utama bangunan harus tidak rusak dan berfungsi dengan baik. Kerusakan kecil pada elemen non struktur masih dapat ditoleransi.
- b. Pada gempa menengah (*moderate earthquake*) relatif jarang terjadi, maka struktur utama bangunan boleh rusak/retak ringan tetapi masih dapat diperbaiki. Elemen non struktur dapat saja rusak tetapi masih dapat diganti dengan yang baru.
- c. Pada gempa kuat (*strong earthquake*) yang jarang terjadi, maka bangunan boleh rusak tetapi tidak boleh runtuh total (*totally collapse*).

Struktur yang mengalami gempa bumi akan mengalami gaya seismik yang dikembangkan selama gempa bumi. Gaya seismik mengembangkan gelombang seismik yang menghasilkan gerakan tanah. Gempa bumi adalah gerakan permukaan bumi. Ketika struktur mengalami gerakan tanah selama gempa, getaran yang terjadi akan direspon oleh struktur. Ketika gerakan tanah terjadi, ia akan mempengaruhi struktur dalam tiga arah tegak lurus, satu arah vertikal Z dan dua arah horizontal X & Y (Chauhan .R dkk, 2021)

Klasifikasi Bangunan Beraturan

Pada SNI 1726-2012, struktur gedung diklasifikasikan sebagai beraturan dan tidak beraturan berdasarkan konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur bangunan gedung sesuai dengan ketentuan-ketentuan dalam Pasal 7.3.2. Apabila gedung mempunyai salah satu atau lebih tipe ketidakberaturan, maka gedung dianggap mempunyai ketidakberaturan struktur. Jika tidak terdapat rasio simpangan antar tingkat

akibat gaya gempa lateral desain yang nilainya lebih besar dari 130% rasio simpangan antar tingkat diatasnya, maka ketidakberaturan vertikal tipe 1a, 1b, atau 2 tidak berlaku.

Pada kondisi saat ini, struktur dengan denah tidak beraturan merupakan hal yang umum. Struktur ini akan menimbulkan fenomena torsi dan juga berdasarkan distribusi massa dan kekakuan. Bangunan tinggi yang teratur memiliki keseragaman tinggi, massa per lantai dan luas penampang yang sama akan memiliki bentuk modus getaran yang sama (Thejesh, T.N., dkk, 2020)

Beban Gravitasi

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material.

- a. Beban Mati.

Tabel 1. Beban Mati

No.	Material Bangunan	Berat Jenis
1.	Beton Bertulang	24 kN/m ³
2.	Keramik	0,24 kN/m ²
3.	Spesi	20,4 kN/m ³
4.	Pasir	15,7 kN/m ³
5.	Plumbing & elektrikal	0,3 kN/m ²

(SNI 1727-2020)

- b. Beban Hidup.

Tabel 2. Beban Hidup

No.	Fungsi	Beban
1.	Ruang Pribadi dan Koridor	1,92 kN/m ²
2.	Ruang Publik	4,79 kN/m ²
3.	Atap	0,96 kN/m ²
4.	Tangga	4,79 kN/m ²

(SNI 1727-2020)

Analisis Statik Ekuivalen

Metode ini dimulai dengan estimasi beban geser dasar dan distribusinya pada setiap lantai yang dihitung dengan menggunakan rumus yang diberikan dalam kode. analisis statik ekuivalen dapat bekerja dengan baik

untuk gedung bertingkat rendah sampai menengah tanpa mode torsi lateral-torsi yang digabungkan secara ekstensif, dimana mode yang paling sederhana adalah mode pertama di setiap arah yang dipertimbangkan (Joshi, 2018).

Gaya lateral ekuivalen untuk gempa didefinisikan sebagai sekumpulan gaya statik lateral yang akan menghasilkan respons puncak struktur yang sama dengan respons puncak struktur yang diperoleh dari analisis dinamik struktur pada gempa yang sama. Gaya lateral ekuivalen (statik) untuk gempa diperoleh dengan melakukan analisis modal struktur, dan kemudian analisis statik struktur dengan gaya lateral ekuivalen (statik) pada setiap mode getar dilakukan untuk mendapatkan respons yang diinginkan (Datta, T.K, 2010)

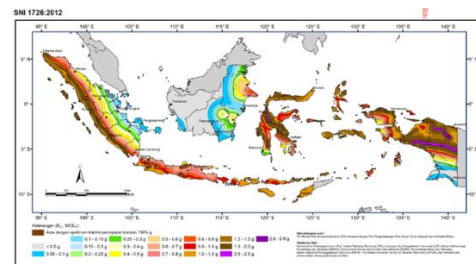
Analisis Dinamik Respons Spektrum

Representasi respon maksimum dari sistem kebebasan satu derajat yang diidealkan dengan periode dan redaman tertentu, selama gerakan tanah akibat gempa. Respons maksimum diplot terhadap periode alami tanpa redaman dan untuk berbagai redaman dan dapat dinyatakan dalam bentuk percepatan absolut maksimum, kecepatan relatif maksimum, atau perpindahan. (Gottala, dkk. 2015). Dalam metode ini, respon puncak struktur saat gempa diperoleh secara langsung dari respon gempa. Respon puncak ini kemudian digabungkan untuk mengestimasi respon total. Metode kombinasi yang umum digunakan adalah akar kuadrat dari penjumlahan kuadrat jika frekuensi modalnya tidak tertutup. Keterbatasan utama spektrum respon adalah bahwa spektrum respon tersebut hanya dapat digunakan secara universal untuk sistem linier (DR. S.K. Dubey dkk, 2015)

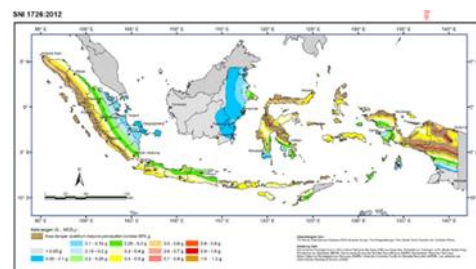
Perbedaan Analisis Beban Gempa SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019

Secara umum, perubahan mendasar pada peraturan ketahanan gempa SNI 1726-2019 terletak pada wilayah gempa, pembuatan respons spektra, dan penambahan peraturan mengenai periode panjang (TL).

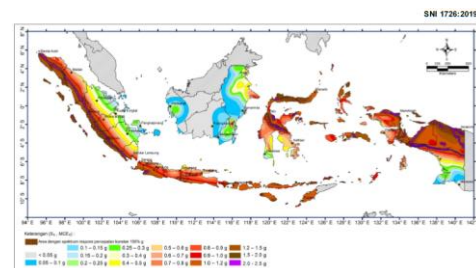
- a. Penentuan Wilayah Gempa
Perbedaan penentuan wilayah gempa dapat dilihat pada Gambar 1 hingga Gambar 4.



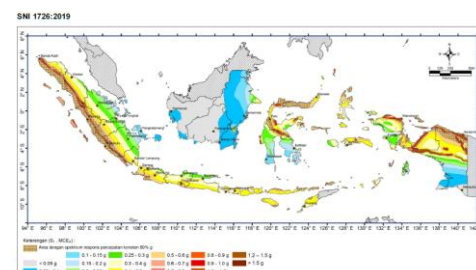
Gambar 1. Peta Respons Spektrum Percepatan Periode 0,2 detik, Ss (SNI 1726-2012)



Gambar 2. Peta Respons Spektrum Percepatan Periode 1 detik, S1 (SNI 1726-2012)



Gambar 3. Peta Respons Spektrum Percepatan Periode 0,2 detik, Ss (SNI 1726-2019)



Gambar 4. Peta Respons Spektrum Percepatan Periode 1 detik, S1 (SNI 1726-2019)

- b. Penentuan Koefisien Situs, Fa, Fv.
Perbedaan penentuan koefisien situs dapat dilihat pada Tabel 3 hingga Tabel 6.

Tabel 3. Koefisien Situs, Fa (SNI 1726-2012)

Kelas Situs		Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa (MCE _R) Terpetakan pada Periode Pendek, T = 0,2 detik (S _s)				
		S _s ≤ 0,25	S _s = 0,5	S _s = 0,75	S _s = 1,0	S _s ≥ 1,25
Batuan (SA)	Keras	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah dan Lunak (SC)	Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah (SD)	Sedang	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah (SE)	Lunak	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah (SF)	Khusus			SS ^b		

Tabel 4. Koefisien Situs, Fv (SNI 1726-2012)

Kelas Situs		Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa (MCE _R) Terpetakan pada Periode Pendek, T = 0,2 detik (S _s)				
		S _s ≤ 0,1	S _s = 0,2	S _s = 0,3	S _s = 0,4	S _s ≥ 0,5
Batuan (SA)	Keras	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah dan Lunak (SC)	Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
Tanah (SD)	Sedang	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
Tanah (SE)	Lunak	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
Tanah (SF)	Khusus			SS ^b		

Tabel 5. Koefisien Situs, Fa (SNI 1726-2019)

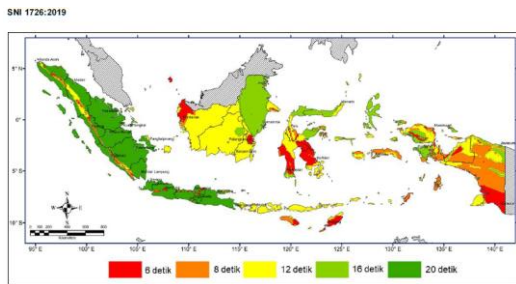
Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE _R) Terpetakan pada Periode Pendek, T = 0,2 detik (S _s)					
	S _s ≤ 0,25	S _s = 0,5	S _s = 0,75	S _s = 1,0	S _s = 1,25	S _s ≥ 1,5
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak (SC)	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
Tanah Sedang (SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah Lunak (SE)	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
Tanah Khusus (SF)				SS ^a		

Tabel 6. Koefisien Situs, Fv (SNI 1726-2019)

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE _R) Terpetakan pada Periode Pendek, T = 1 detik (S ₁)					
	S _s ≤ 0,1	S _s = 0,2	S _s = 0,3	S _s = 0,4	S _s = 0,5	S ₁ ≥ 0,6
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak (SC)	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4

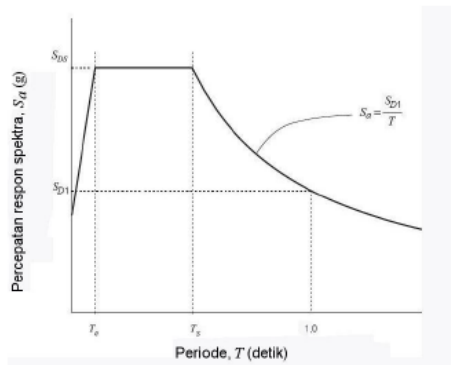
Tanah Sedang (SD)	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,7
Tanah Lunak (SE)	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4	2,0
Tanah Khusus (SF)				SS ^a		

c. Penambahan Peta Transisi Periode Panjang (TL) SNI 1726-2019

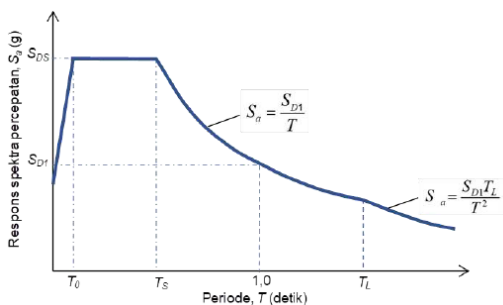


Gambar 5. Peta Transisi Periode Panjang, TL

d. Penentuan Spektrum Respons Desain
Perbedaan penentuan spektrum respons desain dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Spektrum Respons SNI 1726-2012



Gambar 7. Spektrum Respons SNI 1726-2019

Metode Penelitian

Lokasi dan Objek Penelitian

Objek pada penelitian adalah Hotel Neo yang berlokasi di dusun Kaliwaru, Condong Catur, Depok, Sleman, Yogyakarta.



Gambar 8. Detail Lokasi Penelitian

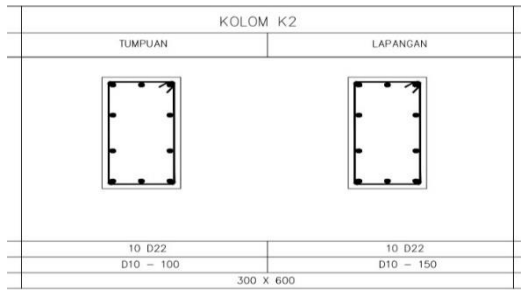
Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder. Data ini diperoleh dari pihak perencana PT. Indosaka Prima, dan survey di lokasi.

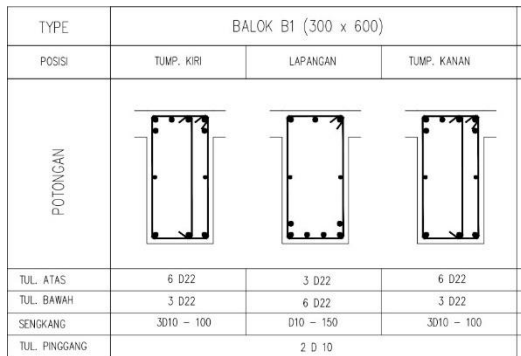
- a. Mutu Beton
 $F'_c = 29,05 \text{ MPa}$
- b. Mutu Baja Tulangan
Baja tulangan utama diameter 25mm, 22 mm, dan 19mm menggunakan baja ulir dengan tegangan leleh (f_y) = 420 MPa. Sengkang diameter 10mm menggunakan baja ulir dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$.
- c. Dimensi Elemen Struktur
Dimensi elemen struktur dapat dilihat pada Gambar 9 hingga Gambar 11.

KOLM	KOLM K1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
LANTAI 1		
TUL. UTAMA	30 D25	30 D25
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150
DIMENSI	700 X 800	

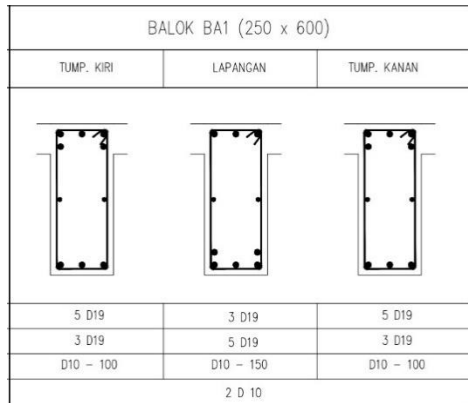
Gambar 9. Kolom K1



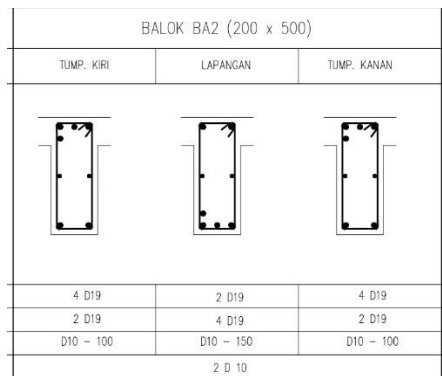
Gambar 10. Kolom K2



Gambar 11. Balok B1



Gambar 12. Balok BA1



Gambar 13. Balok BA2

Pemodelan Struktur

Struktur Hotel Neo memiliki 10 tingkat dengan tinggi total bangunan adalah 33,35 meter. Struktur gedung secara 3D yang dimodelkan dengan bantuan program SAP2000 v.22.



Gambar 14. Pemodelan Struktur

Analisis dan Pembahasan

Beban Gravitasi

Berat (kN)	Pelat	Kolom	Balok	Dinding	Tangga Utama	Tangga Servis	Shearsa ll	Beban Hidup
Tingkat 0	3415,38	932,861	1267,47	476,63	87,148	74,054	189,461	1182,33
Tingkat 1	3415,38	1088,33	1267,47	556,07	91,829	77,842	221,038	1182,33
Tingkat 2	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 3	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 4	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 5	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 6	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 7	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 8	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 9	3193,28	786,918	1196,20	485,52	85,328	71,072	168,410	828,864
Tingkat 10	2215,48	774,623	1196,20	477,94	84,985	70,756	165,778	414,432
Berat Total	61581,36							
Berat SAP2000	62135,15							

Gambar 15. Berat Seismik Efektif

Beban Gempa SNI 1726-2012

$I_e = 1$

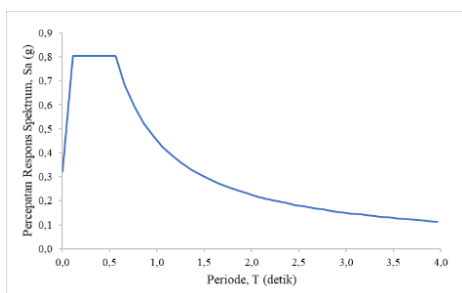
Kategori Risiko = II

Jenis Tanah sedang

$S_s = 1,165 \text{ g}$

$S_1 = 0,430 \text{ g}$

Fa = 1,034
Fv = 1,57
KDS = D
R = 7
Cd = 5,5

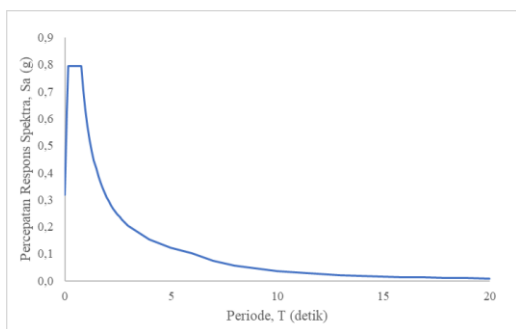


Gambar 16. Kurva Respons Spektrum SNI 1726-2012

Didapatkan nilai gaya geser dasar sebesar 2298,482 kN.

Beban Gempa SNI 1726-2019

Ie = 1
Kategori Risiko = II
Jenis Tanah sedang
Ss = 1,143 g
S1 = 0,508 g
Fa = 1,043
Fv = 1,792
KDS = D
R = 7
Cd = 5,5



Gambar 17. Kurva Respons Spektrum SNI 1726-2019

Didapatkan nilai gaya geser dasar sebesar 3101,128 kN.

Analisis Beban gempa Respons Spektrum

a. Kontrol Jumlah Ragam

Tabel 7. Rekapitulasi Partisipasi Massa

Mode	Partisipasi Massa (%)			
	SNI 1726-2012		SNI 1726-2019	
	SumUX	SumUY	SumUX	SumUY
1	17,44	9,568	17,243	9,63
2	74,904	13,792	74,605	13,858
3	75,07	72,846	74,778	72,852
4	77,311	74,359	77,016	74,367
5	88,526	75,072	88,38	75,133
6	88,947	78,841	88,796	78,795
7	89,332	90,644	89,202	90,654
8	89,455	90,89	89,331	90,898
9	93,212	91,523	93,111	91,542
10	93,212	91,524	93,112	91,543
11	93,214	91,656	93,112	91,621
12	93,214	91,657	93,112	91,622
13	93,225	91,836	93,115	91,688
14	93,257	92,249	93,132	91,947
15	93,276	92,42	93,14	92,026

b. Kontrol Gaya Geser Dasar

Kontrol gaya geser dasar dapat dilihat pada Tabel 8 hingga Tabel 11.

Tabel 8. Kontrol Gaya Geser Dasar Respons Spektrum SNI 1726-2012

Ar ah	Faktor Skala		Gaya Geser Dasar			Keterangan
	U1	U2	Vs	85% Vs	Vd	
X	1,4	0,4	2298,4	1953,710	1898,96	Koreksi SF
Y	0,4	1,4	2298,4	1953,710	2415,835	OK

Tabel 9. Kontrol Gaya Geser Dasar Akhir Respons Spektrum SNI 1726-2012

Ar ah	Faktor Skala		Gaya Geser Dasar			Keterangan
	U1	U2	Vs	85% Vs	Vd	
X	1,4	0,4	2298,42	1864,559	1953,988	OK
Y	0,4	1,4	2298,42	1953,710	2415,835	OK

Tabel 10. Kontrol Gaya Geser Dasar Respons Spektrum SNI 1726-2019

Arah	Faktor Skala		Gaya Geser Dasar		Keterangan
	U1	U2	V _s	V _D	
X	1,40 1	0,42 0	3101,1 28	2434,9 71	Koreksi SF
Y	0,42 0	1,40 1	3101,1 28	3101,1 65	OK

Tabel 11. Kontrol Gaya Geser Dasar Akhir Respons Spektrum SNI 1726-2019

Arah	Faktor Skala		Gaya Geser Dasar		Keterangan
	U1	U2	V _s	V _D	
X	1,40 1	0,42 0	3101,1 28	3101,1 91	OK
Y	0,42 0	1,40 1	3101,1 28	3101,1 65	OK

Klasifikasi Ketidakberaturan Struktur

a. Ketidakberaturan Torsi

Ketidakteraturan torsi dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Torsi 1a dan 1b arah x

Tingkat	Δ_{x3} (m m)	Δ_{x1} ₈₃ (m m)	Δ_{av} _g (m m)	Δ_m _{ax} (m m)	1,2 Δ_{avg} (m m)	1,4 Δ_{avg} (m m)	Keterangan
10	2,3	3,4	2,8	3,4	3,4	4,0	Regular
9	3,0	4,0	3,5	4,0	4,2	4,9	Regular
8	3,6	4,4	4,0	4,4	4,8	5,6	Regular
7	4,1	4,7	4,4	4,7	5,3	6,2	Regular
6	4,4	4,9	4,7	4,9	5,6	6,5	Regular
5	4,6	5,0	4,8	5,0	5,7	6,7	Regular
4	4,6	4,8	4,7	4,8	5,6	6,6	Regular
3	4,2	4,4	4,3	4,4	5,1	6,0	Regular
2	4,8	4,7	4,7	4,8	5,7	6,6	Regular
1	2,1	1,8	1,9	2,1	2,3	2,7	Regular

Tabel 13. Torsi 1a dan 1b arah y

Tingkat	Δ_{x1} ₈₃ (m m)	Δ_{x2} ₀₇ (m m)	Δ_{av} _g (m m)	Δ_m _{ax} (m m)	1,2 Δ_{avg} (m m)	1,4 Δ_{avg} (m m)	Keterangan
10	2,3	2,2	2,2	2,3	2,7	3,2	Regular
9	2,9	2,6	2,7	2,9	3,3	3,8	Regular
8	3,2	2,7	3,0	3,2	3,6	4,2	Regular
7	3,4	2,8	3,1	3,4	3,7	4,4	Regular
6	3,6	2,7	3,1	3,6	3,8	4,4	Regular
5	3,5	2,6	3,1	3,5	3,7	4,3	Regular
4	3,4	2,4	2,9	3,4	3,5	4,1	Regular
3	3,1	2,1	2,6	3,1	3,1	3,6	Regular
2	3,6	2,2	2,9	3,6	3,5	4,1	Torsi 1a
1	1,5	0,9	1,2	1,5	1,5	1,8	Torsi 1a

b. Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

Tabel 14. Rasio Bukaannya Struktur

Tingkat	Luas Lantai (m ²)	Luas Bukaannya (m ²)	Rasio Bukaannya (%)
1	482	20,28	4,21
2	482	20,28	4,21
3	442	10,30	2,26
4	442	10,30	2,26
5	442	10,30	2,26
6	442	10,30	2,26
7	442	10,30	2,26
8	442	10,30	2,26
9	442	10,30	2,26
10	442	10,30	2,26

c. Ketidakberaturan Tingkat Lunak dan Lunak Berlebihan

Ketidakteraturan tingkat lunak dan lunak berlebihan dapat dilihat pada Tabel 15 dan Tabel 16.

Tabel 15. Kekakuan Lateral X

Tingkat	Shear (kN)	Story Drift (m)	Kekakuan (kN/m)	1a		1b	
				Ce k 70 %	Ce k 80 %	Ce k 60 %	Ce k 70 %
10	406,2	3,3	123,05				
9	826,1	3,6	223,40	O K		O K	
8	1180,	4,1	287,59	O K		O K	
7	1473,	4,4	328,74	O K	O K	O K	O K
6	1708,	4,7	359,09	O K	O K	O K	O K
5	1890,	4,8	387,45	O K	O K	O K	O K
4	2024,	4,7	422,29	O K	O K	O K	O K
3	2115,	4,4	476,86	O K	O K	O K	O K
2	2175,	4,6	466,65	O K	O K	O K	O K
1	2193,599	1,8	1173,3	O K	O K	O K	O K

Tabel 16. Kekakuan Lateral Y

Tingkat	Shear (kN)	Story Drift (m)	Kekakuan (kN/m)	1a		1b	
				Ce k 70 %	Ce k 80 %	Ce k 60 %	Ce k 70 %
10	406,2	2,2	180,11				
9	826,1	2,7	300,40	O K		O K	
8	1180,	2,9	395,15	O K		O K	
7	1473,	3,1	475,15	O K	O K	O K	O K
6	1708,	3,1	546,19	O K	O K	O K	O K
5	1890,	3,0	618,05	O K	O K	O K	O K
4	2024,	2,8	705,92	O K	O K	O K	O K
3	2115,	2,5	833,17	O K	O K	O K	O K

2	2175,	2,8	759,92	O K	O K	O K	O K
1	2193,599	1,2	1747,2	O K	O K	O K	O K

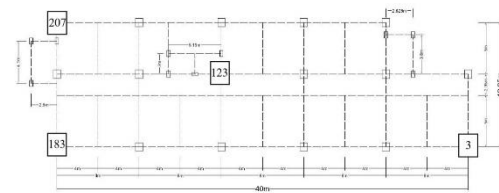
d. Ketidakberaturan Berat

Tabel 17. Kontrol Berat Bangunan

Tingkat	Berat Tingkat (kN)	Persentase Terhadap Tingkat di Atasnya (%)	Persentase Terhadap Tingkat di Bawahnya (%)
1	6408,965	95,87%	
2	6684,762	112,24%	104,30%
3	5955,812	100,00%	89,10%
4	5955,812	100,00%	100,00%
5	5955,812	100,00%	100,00%
6	5955,812	100,00%	100,00%
7	5955,812	100,00%	100,00%
8	5955,812	100,00%	100,00%
9	5955,812	120,17%	100,00%
10	4956,328		83,22%

e. Ketidakberaturan geometri vertikal
Struktur hotel Neo tidak mengalami pengecilan atau pembesaran dimensi kolom dan dinding geser pada tingkat di atas maupun di bawahnya.

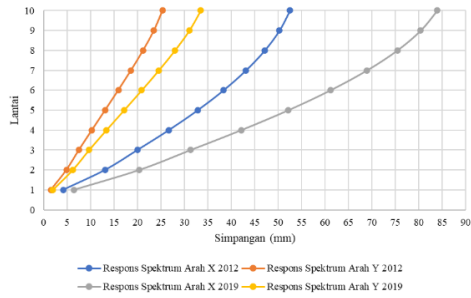
Perbandingan Perilaku Struktur



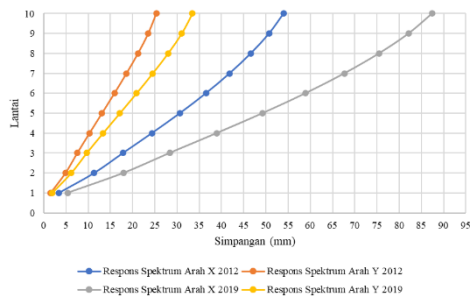
Gambar 17. Joint yang ditinjau

a. Perbandingan Simpangan Akibat Beban Respons Spektrum

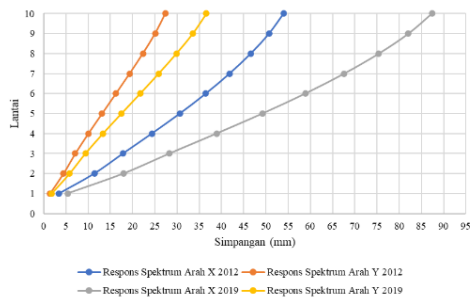
Adapun perbedaan simpangan akibat beban respons spektrum dapat dilihat pada Gambar 18 hingga Gambar 21.



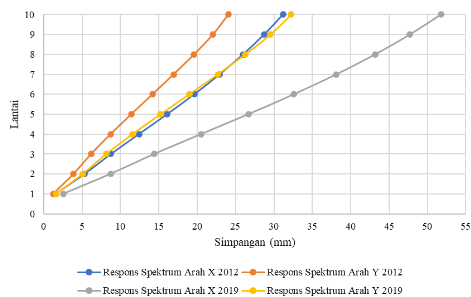
Gambar 18. Simpangan Joint 3



Gambar 19. Simpangan Joint 183

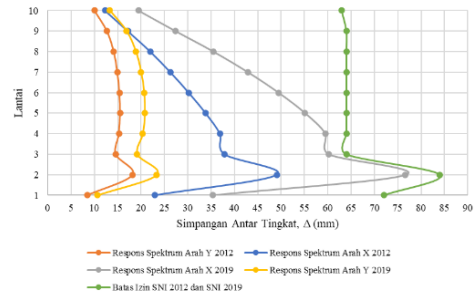


Gambar 20. Simpangan Joint 207

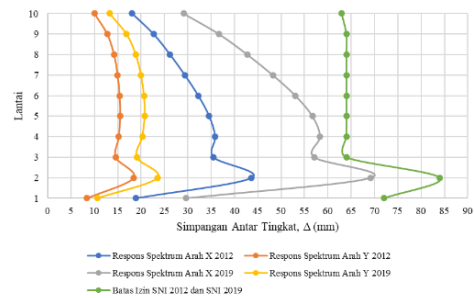


Gambar 21. Simpangan Joint 123

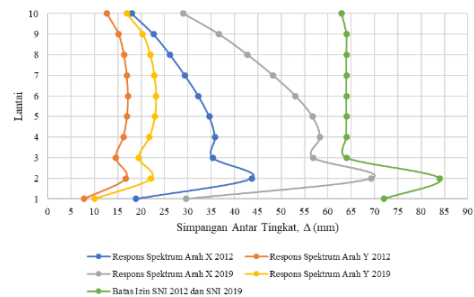
b. Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Respons Spektrum
Adapun perbedaan simpangan antar tingkat akibat beban respons spektrum dapat dilihat pada Gambar 22 hingga Gambar 25.



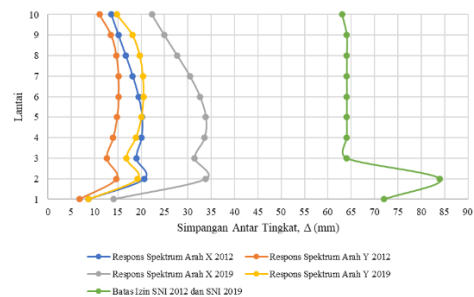
Gambar 22. Simpangan Antar Tingkat Joint 3



Gambar 23. Simpangan Antar Tingkat Joint 183



Gambar 24. Simpangan Antar Tingkat Joint 207



Gambar 25. Simpangan Antar Tingkat Joint 123

Hasil dan Kesimpulan

Dari keseluruhan hasil analisis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Nilai gaya geser dasar mengalami peningkatan dari 2298,482 kN untuk SNI 1726-2012 menjadi 3101,128 kN untuk

- SNI 1726-2019 dengan persentase peningkatan sebesar 34,92%. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh faktor respons gempa atau koefisien respons seismik (Cs).
- b. Simpangan maksimum hasil analisis respons spektrum arah x terdapat pada joint 183 lantai 10 yaitu sebesar 53,993 mm untuk peraturan SNI 1726-2012 dan 87,392 mm untuk peraturan SNI 1726-2019 dengan selisih sebesar 61,86%. Untuk arah y simpangan maksimum terdapat pada joint 207 lantai 10 yaitu sebesar 27,377 mm untuk peraturan SNI 1726-2012 dan 36,605 untuk peraturan SNI 1726-2019 dengan selisih sebesar 33,71%.
 - c. Simpangan antar tingkat maksimum hasil analisis respons spektrum arah x terdapat pada joint 3 lantai 2 sebesar 49,106 mm untuk peraturan SNI 1726-2012 dan 76,642 mm untuk peraturan SNI 1726-2019 dengan selisih sebesar 56,07%. Untuk arah y simpangan antar tingkat maksimum terdapat pada joint 183 lantai 2 sebesar 18,375 mm untuk peraturan SNI 1726-2012 dan pada joint 207 lantai 6 sebesar 23,167 mm untuk peraturan SNI 1726-2019 dengan selisih sebesar 28,08%.
 - d. Rasio simpangan antar tingkat maksimum hasil analisis respons spektrum arah x terdapat pada joint 3 lantai 3 sebesar 1,184% untuk peraturan SNI 1726-2012 dan 1,881% untuk peraturan SNI 1726-2019 dengan selisih sebesar 58,8%. Untuk arah y rasio simpangan antar tingkat maksimum terdapat pada joint 207 lantai 6 sebesar 0,537% untuk peraturan SNI 1726-2012 dan 0,724% untuk peraturan SNI 1726-2019 dengan selisih sebesar 34,85%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada selaku Kepala Museum Gempa Prof. Dr. Ir Sarwidi dan Ibu Astriana

Hardawati, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya selama proses penulisan.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)*. Jakarta, BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta, BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727-2020)*. Jakarta, BSN
- Chauhan, R., et al. (2021). Seismic Analysis of Regular and Irregular Configuration of Building. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 11(12), 47-57. DOI: 10.9790/9622-1112014757
- Datta, T.K. (2010). *Seismic Analysis of Structures*. Singapore, John Wiley & Sons Pte Ltd
- DR. Dubey, S.K., et al. (2015) Dynamic Analysis of Structures Subjected to Earthquake Load. *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, 2(9), 11-19. e-ISSN(O): 2348-4470 & p-ISSN(P): 2348-6406
- FEMA 356. (2000). *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*. Virginia American Society of Civil Engineers.
- Gottala, A., et al. (2015). Comparative Study of Static and Dynamic Seismic Analysis of a Multistoried Building. *IJSTE – International Journal of Science Technology & Engineering*, 2(1), 173-183. ISSN (online): 2349-784X
- Joshi, V., (2018), Dynamic Analysis of vertical varying irregular Building with Response spectrum. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 8(1), 27-32. ISSN (e): 2250-3021, ISSN (p): 2278-8719
- Kumawat, M.S., & Kalurkar, L.G. (2014). Static & Dynamic Analysis of Multistory Building Using Composite Structure. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(7), 638-647. eISSN: 2319-1163 & pISSN: 2321-7308.
- Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta, Pustaka Pelajar.
- Thejesh, T.N., et al. (2020). Seismic Response of Structures Using Response Spectrum Analysis. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 7(10), 1320-1323. e-ISSN: 2395-0056 & p-ISSN: 2395-0072