

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG SEKOLAH 7 LANTAI  
DENGAN ANALISIS DINAMIK LINIER RESPON SPEKTRUM  
BERDASARKAN SNI 1726:2019**

**Galih Sayidina Damara, Nur Khotimah Handayani**

**Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Surakarta**

**Abstrak**

Indonesia termasuk negara yang dilintasi lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia yang menyebabkan bencana gempa bumi yang dapat terjadi kapan saja. Hal tersebut berdampak pada ancaman gangguan kehidupan serta mengakibatkan kerusakan infrastruktur bangunan. Sehingga karena hal tersebut bangunan gedung serta non gedung di Indonesia harus di desain dengan baik agar mampu menahan gaya gempa dan dapat mengurangi dampak yang diakibatkan dari gempa tersebut. Metode yang dipakai dalam menganalisis beban gempa diantaranya adalah analisis gempa statik ekuivalen dan analisis gempa dinamik. Analisis gempa dinamik berguna untuk mengevaluasi performa suatu bangunan, terutama pada struktur bangunan tinggi dengan jumlah tingkat yang banyak dan desain yang tidak teratur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja struktur berdasarkan nilai *inter story drift* berdasarkan SNI 1726:2019 dan mengetahui tingkat kinerja struktur berdasarkan ATC-40 pada gedung sekolah 7 lantai. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengecekan *irregularity* yang dimiliki oleh struktur. Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu analisis dinamik respon spektrum menggunakan *software* ETABS. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *interstory drift* yang terjadi pada beberapa lantai melebihi *drift* izin yang telah ditetapkan dalam SNI 1726 : 2019 adalah sebesar  $(0,010h_x)$ . *Inter story drift maksimum* yang terjadi pada arah x adalah sebesar 135,58 mm serta pada arah y sebesar 128,15 mm. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa gedung belum memenuhi syarat *drift limit* yang telah ditetapkan  $(0,010h_x)$ . Tingkat kinerja struktur berdasarkan ATC-40 nilai *maksimum total drift* sebesar 0,0066 menunjukkan level peforma *immediate occupancy*, sedangkan nilai *maksimum total inelastic drift* sebesar 0,0065 menunjukkan level peforma *damage control*. Pengecekan ketidakberaturan juga dilakukan pada struktur yang menghasilkan bahwa struktur memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 1a dan 2 dan ketidakberaturan vertikal tipe 2.

**Kata Kunci** : respon spektrum, *inter story drift*, *irregularity*.

**Abstract**

Indonesia is a country crossed by the Eurasian plate and the Indo-Australian plate, which causes earthquakes that can occur at any time. This has an impact on the threat of disruption of life and resulting damage to building infrastructure. So because of this, buildings and non-buildings in Indonesia must be designed properly so that they can withstand earthquake forces and can reduce the impact caused by the earthquake. The methods used in analyzing earthquake loads include static equivalent earthquake analysis and dynamic earthquake analysis. Dynamic earthquake analysis is useful for evaluating the performance of a building, especially in high-rise structures with a large number of levels and irregular designs. The purpose of this study is to determine the performance of the structure based on the inter story drift value based on SNI 1726: 2019 and to determine

the level of structural performance based on ATC-40 in a 7-story school building. This research also checks the irregularity of the structure. The method used in this research is dynamic response spectrum analysis using ETABS software. The conclusion of this research is that the interstory drift that occurs on several floors exceeds the permit drift set in SNI 1726: 2019 is (0.010hx). The maximum inter story drift that occurs in the x direction is 135,58 mm and in the y direction is 128,15 mm. Based on these results it can be stated that the building has not met the predetermined drift limit requirement (0.010hx). The level of structural performance based on ATC-40 the maximum value of total drift of 0.0065 indicates the level of immediate occupancy performance, while the maximum value of total inelastic drift of 0.0064 indicates the level of damage control performance. Irregularity checking was also carried out on the structure which resulted in the structure having horizontal irregularities of type 1a and 2 and vertical irregularity of type 2.

**Keywords :** response spectrum, inter story drift, irregularity.

## 1. PENDAHULUAN

Gempa bumi digolongkan menjadi gempa bumi vulkanik serta gempa bumi tektonik. Gempa vulkanik terjadi ketika lahar panas meletus dari dalam gunung berapi akibat adanya aktivitas gunung berapi. Pada umumnya, gempa vulkanik dirasakan sebelum adanya letusan gunung berapi. Indonesia merupakan wilayah dengan banyak gunung berapi aktif yang sewaktu-waktu bisa meletus. Energi gempa yang dilepaskan sebelum letusan besar terjadi mengakibatkan dampak yang terjadi tidak sebesar gempa tektonik dan gempa yang dirasakan hanya disekitar area gunung berapi. Gempa tektonik termasuk gempa yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng kerak bumi atau adanya garis patahan bumi. Indonesia termasuk negara yang dilintasi lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia yang menyebabkan bencana gempa bumi yang dapat terjadi kapan saja. Hal tersebut berdampak pada ancaman gangguan kehidupan serta mengakibatkan kerusakan infrastruktur bangunan. Sehingga karena hal tersebut bangunan gedung serta non gedung di Indonesia harus di desain dengan baik agar mampu menahan gaya gempa dan dapat mengurangi dampak yang diakibatkan dari gempa tersebut (Tavio dan Usman Wijaya, 2018).

Metode yang dipakai dalam menganalisis beban gempa diantaranya adalah analisis gempa statik ekuivalen dan analisis gempa dinamik. Analisis gempa dinamik berguna untuk mengevaluasi performa suatu bangunan, terutama pada struktur bangunan tinggi dengan jumlah tingkat yang banyak dan desain yang tidak teratur. Analisis ini juga diperlukan untuk bangunan yang membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi. Dalam analisis gempa dinamik, terdapat dua metode yang dapat digunakan yaitu analisis respon spektrum dan analisis riwayat waktu. Analisis dinamik respon spektrum mendistribusikan gaya geser tingkat lebih akurat

sepanjang ketinggian gedung dibandingkan dengan analisis statik ekuivalen (Purnomo dkk., 2014).

## 2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis dinamik respon spektrum berdasarkan peraturan ke gempa di Indonesia saat ini yaitu SNI 1726:2019 menggunakan *software* ETABS. Pada penelitian ini data yang dikumpulkan meliputi data penyelidikan tanah dan *shop drawing*. Data penyelidikan tanah digunakan dalam penentuan klasifikasi situs yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan parameter gempa untuk perhitungan beban gempa pada gedung. Data *shopdrawing* digunakan untuk memodelkan struktur gedung secara 3D dengan *software* ETABS. Menghitung beban-beban yang bekerja untuk struktur dan menentukan respon spektrum gedung dan digambarkan dalam bentuk grafik hubungan periode dan percepatan gempa. Menginputkan beban-beban tersebut kedalam model 3D yang telah dibuat dengan *software* ETABS. Kemudian *run analysis* pada model untuk mendapatkan output berupa *base shear* dan *displacement*. Output yang dihasilkan dari *software* ETABS akan dianalisis lebih lanjut untuk menentukan kinerja struktur berdasarkan SNI 1726 : 2019 dan tingkat kinerja struktur berdasarkan ATC-40, serta *irregularity* yang dimiliki oleh struktur.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu beton yang dipakai pada perencanaan gedung yaitu mutu beton K-300. Baja tulangan yang digunakan adalah baja tulangan ulir mutu fy 400 Mpa serta baja tulangan polos mutu fy 240 Mpa.

### 3.1 Penentuan Periode Struktur

Periode struktur T, tidak boleh melebihi batas minimum dan batas maksimum yang ditinjau dalam arah x serta arah y.

Periode struktur minimum pada arah x serta arah y :

$$\begin{aligned} C_t &= 0,0466 \\ X &= 0,9 \\ H_n &= 31 \text{ m} \\ T_a &= C_t \cdot h_n^x \end{aligned} \tag{1}$$

Berdasarkan persamaan 1 nilai T minimum seperti 1,025 detik.

Periode struktur maksimum pada arah x serta arah y :

$$\begin{aligned} C_u &= 1,4 \\ T_a &= 1,025 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$T_{\max} = C_u \cdot T_a \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan 2 nilai T maksimum seperti 1,435 detik

Nilai periode gedung yang di dapat dari hasil analisis *software* ETABS pada arah x sebesar 2,306 detik serta untuk arah y sebesar 2,087 detik. Dikarenakan nilai periode bangunan hasil analisis ETABS melebihi batas maksimum yang telah ditentukan maka diambil nilai periode maksimum sebagai nilai periode bangunan. Sehingga periode struktur pada arah x serta arah y adalah sebesar 1,435 detik.

### 3.2 Koefisien Respon Seismik

Koefisien respon seismik,  $C_s$  terdapat nilai batas minimum serta nilai batas maksimum sama seperti penentuan nilai periode struktur. Karena nilai periode dalam arah x serta arah y memiliki nilai yang sama, maka koefisien respon seismik juga akan demikian.

$$C_{s\min} = 0,044 S_{DS} I_e \leq 0,01 \quad (3)$$

$$S_{DS} = 0,0638$$

$$I_e = 1,5$$

Berdasarkan persamaan 3 nilai  $C_s$  minimum seperti 0,042

$$C_{s\max} = \frac{S_{D1}}{T \left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (4)$$

$$S_{D1} = 0,500$$

$$T = 1,435 \text{ detik}$$

$$R = 8$$

Berdasarkan persamaan 4 nilai  $C_s$  maksimum sebanyak 0,065

$$C_{s\text{hitung}} = \frac{S_{DS}}{\left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan 5 nilai  $C_s$  hitung seperti 0,120. Dikarenakan nilai  $C_s$  hitung melebihi nilai batas maksimum yang telah ditetapkan, maka diambil nilai  $C_s$  maksimum sebagai nilai  $C_s$ . Maka nilai  $C_s$  adalah 0,065.

### 3.3 Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar seismik ditentukan melalui persamaan berikut.

$$V = C_s \cdot W_t \quad (6)$$

$$W_t = 110659,59 \text{ kN.}$$

Berdasarkan persamaan 6 diperoleh nilai gaya geser dasar pada x serta y sebesar 7229 kN dikarenakan untuk arah x memiliki nilai koefisien seismik yang sama dengan arah y.

### 3.4 Distribusi Gempa Lateral Ekuivalen

Gaya lateral,  $F_x$  pada sebarang tingkat dipilih melalui persamaan seperti

$$F_x = C_{vx} \cdot V \quad (7)$$

$$C_{vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} \quad (8)$$

$V$  = gaya geser dasar struktur

$k$  = eksponen terkait periode struktur

$T \leq 0,5$  detik,  $k = 1$

$T \geq 2,5$  detik,  $k = 2$

periode struktur  $T = 1,435$  detik dilakukan interpolasi antara nilai 1 dengan 2. Diperoleh nilai  $k = 1,467$ .

$W_i, W_x$  = Berat struktur dalam tingkat yang ditinjau

$h_i, h_x$  = elevasi ketinggian tingkat

Karena nilai  $V$  untuk arah  $x$  dan  $y$  termasuk sama, maka distribusi vertikal gaya seismik untuk arah  $x$  dan arah  $y$  menghasilkan nilai yang sama. Perhitungan distribusi vertikal gaya seismik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Distribusi gempa lateral ekuivalen

Lantai	$W_x$ kN	$h_x$ (m)	$h_x^k$	$W \cdot h_x^k$	$CV_x$	$F_x$ (kN)
Rumah lift	96,432	31	154,28	14877,07	0,00	19,76
Dak atap	8385,373	28	132,87	1114186,85	0,20	1479,54
Lantai 7	13493,828	24	105,98	1430009,21	0,26	1898,93
Lantai 6	13954,047	20	81,10	1131670,71	0,21	1502,76
Lantai 5	13954,047	16	58,46	815685,28	0,15	1083,16
Lantai 4	13954,047	12	38,33	534808,42	0,10	710,18
Lantai 3	13954,047	8	21,14	294996,60	0,05	391,73
Lantai 2	14079,420	4	7,65	107645,53	0,02	142,94
Lantai 1	15633,972	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Basement	3154,375	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Total				5443879,67		

### 3.5 Grafik Respon Spektrum

Grafik respon spektrum dibuat berdasarkan peta gempa untuk menentukan nilai  $S_s, S_1$  dan  $T_L$ . Berdasarkan peta gempa dengan wilayah lokasi gedung didapatkan nilai  $S_s$  0,815 g,  $S_1$  0,393 g, serta  $T_L$  20 detik. Kemudian berdasarkan hasil interpolasi pada Tabel 6 dan 7 SNI 1726:2019 diperoleh nilai  $F_a$  1,174 serta  $F_v$  1,907. Berikutnya dilakukan perhitungan parameter-parameter untuk grafik respon spektrum desain.

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (9)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan 9 dan 10 didapatkan nilai  $S_{MS}$  0,957 dan nilai  $S_{M1}$  0,750.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (11)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (12)$$

Berdasarkan persamaan 10 dan 11 didapatkan nilai  $S_{DS}$  0,638 dan  $S_{D1}$  0,500.

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (13)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (14)$$

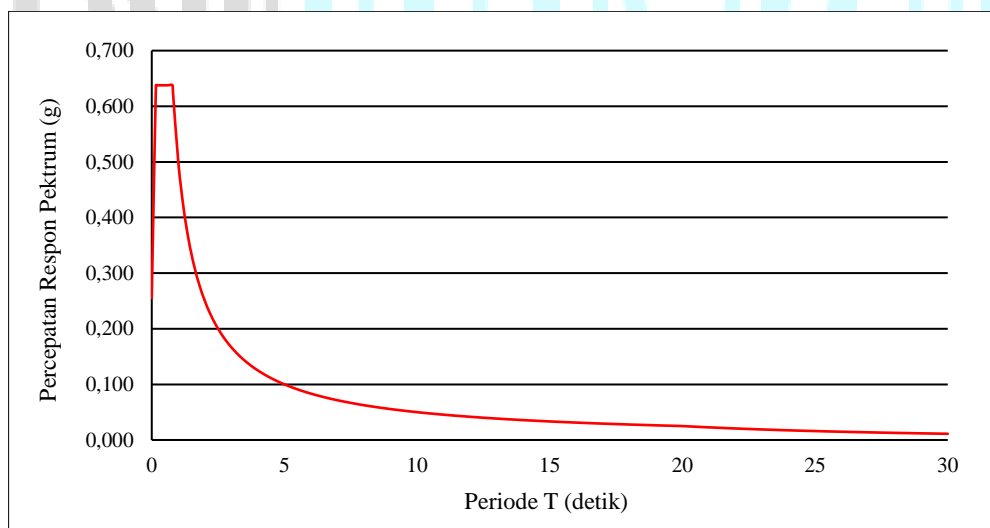
Jika  $T = 0$ , maka nilai  $S_a$

$$= S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (15)$$

Jika  $T_0 \leq T \leq T_s$ , maka nilai  $S_a = S_{DS}$  (16)

Jika  $T_s \leq T \leq T_L$ , maka nilai  $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$  (17)

Dengan nilai-nilai yang dihasilkan dari persamaan 13 sampai 17, dapat dibuat grafik respon spektrum desain yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik respon spektrum desain

### 3.6 Penskalaan Gaya

Dalam SNI 1726:2019 dijelaskan bila gaya geser dasar hasil analisis dinamik respon spektrum kurang dari 100% gaya geser dasar hasil analisis statik ekivalen, maka perlu dikalikan dengan faktor skala.

$$f_s = \frac{V_s}{V_D} \quad (18)$$

$V_s$  = Gaya geser dasar statik,  $V_D$  = Gaya geser dasar dinamik

Tabel 2. Penskalaan gaya gempa dinamik

Gaya geser dasar	Gaya geser dasar dinamik ( $V_D$ ) (kN)	Gaya geser dasar statik ( $V_S$ ) (kN)	Faktor Skala ( $V_S/V_D$ )	Kontrol ( $V_D \geq 100\% (V_S)$ )
Arah x	3009,92	7229	2,41	Tidak memenuhi
Arah y	3711,40	7229	1,95	Tidak memenuhi

Tabel 3. Hasil gaya geser dasar skala baru

Gaya geser dasar	Gaya geser dasar dinamik ( $V_D$ ) (kN)	Gaya geser dasar statik ( $V_S$ ) (kN)	Kontrol ( $V_D \geq 100\% (V_S)$ )
Arah x	7253,92	7229	Memenuhi
Arah y	7237,23	7229	Memenuhi

Nilai gaya geser dasar dengan analisis dinamik telah memenuhi syarat lebih besar dari 100% gaya geser dasar statik sesuai dengan SNI 1726:2019.

### 3.7 Inter Story Drift (Simpangan Antar Tingkat)

SNI 1726:2019 mengatur batasan simpangan untuk gedung dengan kategori risiko IV adalah  $0,010h_x/\rho$ , dengan  $h_x$  merupakan ketinggian tingkat dan  $\rho$  merupakan faktor redudansi 1,3 yang diperoleh berdasarkan SNI 1726:2019. Hasil analisis dengan software ETABS diperoleh nilai *displacement* yang diambil dari nilai kombinasi terbesar.

Tabel 4. *Inter story drift* arah x

Lantai	Elevasi (m)	h (mm)	<i>Displacement</i> $\delta_x$ (mm)	<i>Elastic drift</i> $\Delta_{ex}$ (mm) ( $\delta_{xi} - \delta_{xi-1}$ )	<i>Inelastic drift</i> $\Delta_x$ (mm) ( $\Delta_{ex} \cdot C_d/I_e$ )
Rumah Lift	31	3000	204,37	26,06	95,54
Lantai Dak Atap	28	4000	178,32	5,76	21,12
Lantai 7	24	4000	172,56	15,82	58,00
Lantai 6	20	4000	156,74	23,88	87,57
Lantai 5	16	4000	132,86	30,15	110,55
Lantai 4	12	4000	102,71	35,14	128,86
Lantai 3	8	4000	67,56	36,98	135,58
Lantai 2	4	4000	30,59	28,96	106,18
Lantai 1	0	4000	1,63	1,63	5,98

Tabel 5. *Inter story drift* arah x terhadap *drift limit*

Lantai	<i>Inelastic drift</i> $\Delta_x$ (mm)	Kategori I atau II		Kategori III		Kategori IV	
		$\Delta_{izin}$ (mm) (0,020h/ $\rho$ )	Cek	$\Delta_{izin}$ (mm) (0,015h/ $\rho$ )	Cek	$\Delta_{izin}$ (mm) (0,010h/ $\rho$ )	Cek
Rumah Lift	95,54	46,15	Tidak Aman	34,62	Tidak Aman	23,08	Tidak Aman
Lantai Dak Atap	21,12	61,54	Aman	46,15	Aman	30,77	Aman
Lantai 7	58,00	61,54	Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 6	87,57	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 5	110,55	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 4	128,86	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 3	135,58	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 2	106,18	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 1	5,98	61,54	Aman	46,15	Aman	30,77	Aman

Tabel 6. *Inter story drift* arah y

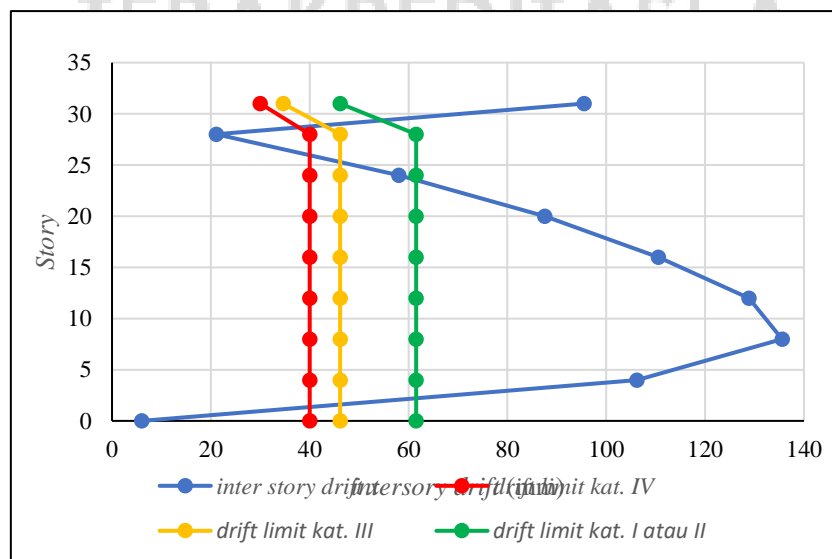
Lantai	Elevasi (m)	h (mm)	<i>Displacement</i> $\delta_y$ (mm)	<i>Elastic drift</i> $\Delta_{ey}$ (mm) ( $\delta_{yi} - \delta_{yi-1}$ )	<i>Inelastic drift</i> $\Delta_y$ (mm)
Rumah Lift	31	3000	189,84	20,00	73,33
Lantai Dak Atap	28	4000	169,84	8,79	32,22
Lantai 7	24	4000	161,06	15,57	57,10
Lantai 6	20	4000	145,48	22,50	82,49
Lantai 5	16	4000	122,99	28,39	104,11
Lantai 4	12	4000	94,59	33,16	121,57
Lantai 3	8	4000	61,44	34,95	128,15
Lantai 2	4	4000	26,49	25,58	93,78
Lantai 1	0	4000	0,91	0,91	3,34



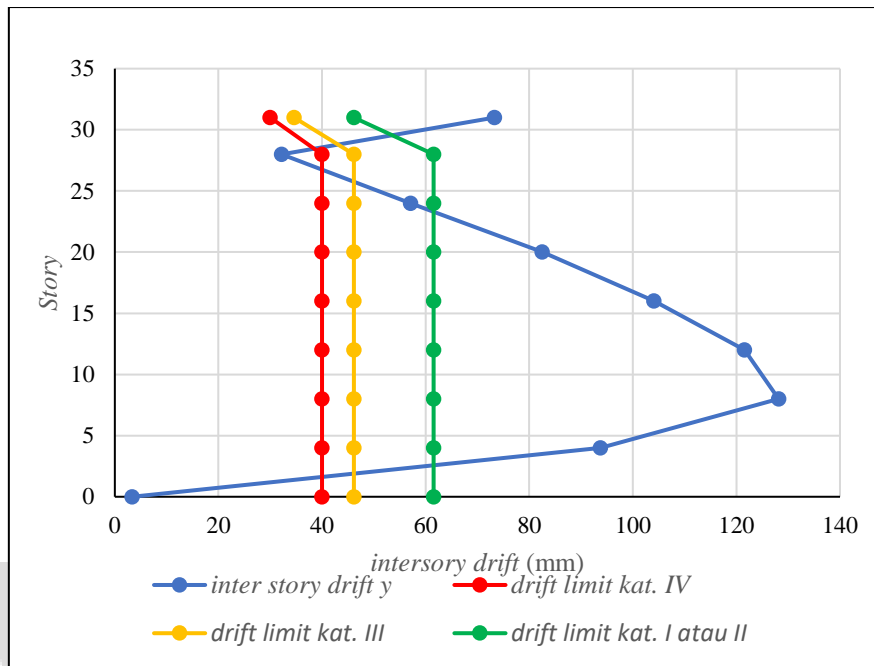
Tabel 7. *Inter story drift* arah y terhadap *drift limit*

Lantai i	<i>Inelastic drift</i> $\Delta_y$ (mm)	Kategori I atau II		Kategori III		Kategori IV	
		$\Delta_{izin}$ (mm) (0,020h/ $\rho$ )	Cek	$\Delta_{izin}$ (mm) (0,015h/ $\rho$ )	Cek	$\Delta_{izin}$ (mm) (0,010h/ $\rho$ )	Cek
Rumah Lift	73,33	46,15	Tidak Aman	34,62	Tidak Aman	23,08	Tidak Aman
Lantai Dak Atap	32,22	61,54	Aman	46,15	Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 7	57,10	61,54	Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 6	82,49	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 5	104,11	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 4	121,57	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 3	128,15	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 2	93,78	61,54	Tidak Aman	46,15	Tidak Aman	30,77	Tidak Aman
Lantai 1	3,34	61,54	Aman	46,15	Aman	30,77	Aman

Hasil *inter story drift* pada arah x dan y dengan analisis dinamik respon spektrum terhadap gedung yang diteliti menunjukkan hasil yang tidak aman. Hal ini dikarenakan hasil *inter story drift* melebihi *drift limit* yang telah ditetapkan menurut SNI 1726:2019 untuk bangunan dengan kategori risiko IV. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat melalui gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Grafik *inter story drift* arah x terhadap *drift limit*



Gambar 3. Grafik *inter story drift* arah y terhadap *drift limit*

### 3.8 Kinerja Struktur (ATC-40)

Tabel 8. Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur

Parameter	Performacne Level			
	<i>IO</i>	<i>Damage Control</i>	<i>LS</i>	<i>Structural Stability</i>
<i>Maksimum total drift</i>	0,01	0,01 s/d 0,02	0,02	$0,33 \frac{V_i}{P_i}$
<i>Maksimum total inelastic drift</i>	0,005	0,005 s/d 0,015	<i>No limit</i>	<i>No limit</i>

Level performa gedung ditentukan melalui persamaan berikut.

$$\text{Maksimum total drift} = \frac{D_t}{H_{total}} \quad (19)$$

Berdasarkan persamaan 19, diperoleh *maksimum total drift* 0,0066. Berdasarkan hasil tersebut maka level performa gedung menunjukkan pada level peforma yaitu *Immediate Occupancy* (IO) dimana bangunan aman ketika gempa terjadi, risiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, dan gedung dapat segera difungsikan kembali.

$$\text{Maksimum total inelastic drift} = \frac{D_t - D_1}{H_{total}} \quad (20)$$

Berdasarkan persamaan 20, diperoleh *maksimum total inelastic drift* 0,0065. Berdasarkan hasil tersebut maka level performa gedung menunjukkan pada level peforma *damage control* (DO) yaitu bangunan tetap tahan terhadap gempa yang timbul, risiko korban jiwa manusia sangat kecil.

### 3.9 Irregularity (Ketidakberaturan)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil *irregularity* yang dimiliki oleh struktur berupa *horizontal irregularity* dan *vertical irregularity* sesuai dengan SNI 1726:2019.

Tabel 9. *Horizontal irregularity* yang dimiliki struktur

Tipe <i>horizontal irregularity</i>		Cek
1a.	Ketidakteraturan torsi	Ya
1b.	Ketidakteraturan torsi berlebihan	Tidak
2.	Ketidakteraturan sudut dalam	Ya
3.	Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma	Tidak
4.	Ketidakteraturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang	Tidak
5.	Ketidakteraturan sistem nonparalel	Tidak

Tabel 10. *Vertical irregularity* yang dimiliki struktur

Tipe <i>vertical irregularity</i>		Cek
1a.	Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak	Tidak
1b.	Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak berlebihan	Tidak
2.	ketidakteraturan massa	Ya
3.	Ketidakteraturan geometri vertikal	Tidak
4.	Ketidakteraturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral	Tidak
5a.	Ketidakteraturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat	Tidak
5b.	Ketidakteraturan tingkat lemah berlebihan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat	Tidak

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dinamik respon spektrum terhadap gedung yang ditinjau dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil *inter story drift* pada arah x dan y dengan analisis dinamik respon spektrum menunjukkan *inter story drift* yang terjadi melebihi *drift limit* yang telah ditentukan dalam pasal 7.12.1 SNI 1726:2019 ( $0,010h_x$ ) untuk bangunan dengan kategori risiko IV.

2. Level performa gedung berdasarkan analisis yang telah dilakukan nilai *maksimum total drift* memaparkan gedung berada pada level performa *Immediate Occupancy* (IO). Sedangkan nilai *maksimum total inelastic drift* menunjukkan gedung berada pada level performa *damage control* (DO).
3. Berdasarkan pengecekan *horizontal irregularity* (ketidakberaturan horizontal) ditemukan *horizontal irregularity* tipe 1a (ketidakberaturan torsi) dan *horizontal irregularity* tipe 2 (ketidakberaturan sudut dalam).
4. Berdasarkan pengecekan *vertical irregularity* (ketidakberaturan vertikal) ditemukan *vertical irregularity* tipe 2 (ketidakberaturan massa).

## 4.2 Saran

1. Dalam perencanaan gedung kedepannya dapat memperhatikan analisis dengan metode statik dan metode dinamik.
2. Untuk penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan analisis kinerja non linier dan dengan acuan yang berbeda.
3. *Software* yang digunakan untuk analisis struktur pada penelitian berikutnya dapat menggunakan *software* dengan versi terbaru atau dapat menggunakan *software* analisis struktur lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council. (1996), "Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings".
- Badan Standardisasi Nasional. (2020), *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727:2020*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989), *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung SNI 1727:1989*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a), "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung SNI 1726:2019".
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b), "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan SNI 2847:2019".
- Mulyo, A. dan Utami, D. (2018), *Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Metode Respon Spectrum Ditinjau Pada Drift Dan Displacement Menggunakan Software ETABS (Performance Analysis of Building Structural with Spectrum Response Method Reviewed on Management and Control Using ETABS Software)*, *J.Infras*, Vol. 4.
- Prismastanto, N. (2019), *Metode Analisis Ragam Spektrum Respons Pada Struktur Gedung Bertingkat (Studi Kasus Hotel Tosan, Solo Baru)*, *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, Vol. 1.
- Purnomo, E., Purwanto, E. dan Supriyadi, A. (2014), *Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Metode Respon Spectrum Ditinjau Pada Drift Dan Displacement Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Bangunan Hotel Di Semarang)*.
- Sarasanty, D. dan Arifin, D.Z. (2022), *Respon Spectrum Analysis Struktur Bangunan Tingkat Tinggi (Studi Kasus: Bangunan Rumah Susun Stasiun Tanjung Barat Di Jakarta)*, Vol. 5.

- Tavio dan Usman Wijaya. (2018), *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design)*, 2nd ed.
- Trangipani, N.M., Wiryadi I Gede Gegiranang, Wiryadi, G., Wirawan I Putu Agus Putra dan Darmayasa, I.G.O. (2022), “Analisis Perilaku Struktur Gedung Sekolah Dengan Metode Respon Spektrum studi Kasus: SMAN 9 Denpasar”, *Jurnal Ilmiah Teknik UNMAS*, Vol. 2 No. 1.

