

# ANALISIS RESPONS STRUKTUR GEDUNG AKIBAT ALIH FUNGSI BANGUNAN (STUDI KASUS HOTEL MUTIARA YOGYAKARTA)

Ivan Ekacandra Indrawan<sup>1</sup>, and Astriana Hardawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 18511061@students.uii.ac.id

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 165111301@uui.ac.id

## ABSTRACT

*Nowadays, a lot of building functional shift is being done because of the pandemic. One example is the functional shift of the Wisma Atlet, where its function is being shifted from a housing facility to a hospital specialized for the COVID patients. In doing the building functional shift, there are some considerations being considered as safety measures. Loading is one of the main considerations, since the SNI 1727 2020 stated that life load is a spatial function. Building functional shift is a spatial functional shift as well, thus the load used needs to be reviewed. Another building functional shift plan was reported in the Bernas newspaper and confirmed by the Yogyakarta Public Relations department is the functional shift of the Mutiara Hotel, from a hotel to a shopping mall. Mutiara Hotel was built in the 70s, thus it was not built using the latest SNI. Therefore, analysis in the shift of the building responses are needed in order to find out the safety value of the building if the plan is going to be implemented. This research is aimed to analyze the structural responses of the building. This research is conducted by modelling the hotel structure as a shopping mall using SAP2000 software and calculating the load based on the SNI 1727 2000. The calculation results are as follow, the base shear is 5800.914 kN, the displacement in the X and Y directions are 126.544 mm and 151.734 mm consecutively, and the storey drifts are still within the safety limit.*

**Keywords:** *Building functional shift, building response, base shear, displacement, storey drift*

## PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu daerah objek wisata bagi wisatawan baik dalam maupun luar negeri. Pemerintah Provinsi DIY melihat peluang yang ada untuk memajukan perekonomian di DIY, khususnya pada sentra usaha mikro kecil menengah (UMKM), sehingga dapat menunjang peningkatan pariwisata. Fasilitas perbelanjaan merupakan faktor penting dalam memajukan sektor pariwisata di DIY sehingga perlu adanya pengembangan

berupa fasilitas perbelanjaan, demi mendorong kemajuan UMKM. Dalam hal ini Pemerintah Provinsi DIY berdasarkan surat kabar pada koran bernas dan telah dikonfirmasi oleh Hubungan Masyarakat (Humas) DIY, membeli Hotel Mutiara sebagai salah satu hotel yang memiliki lokasi yang strategis yaitu berlokasi di jalan Malioboro sebagai sentra UMKM di DIY. Gedung yang semulanya difungsikan sebagai hotel akan berubah fungsinya menjadi bangunan mall.

Dalam hal ini perubahan fungsi gedung dalam dunia Teknik Sipil biasa disebut sebagai alih fungsi bangunan. Secara umum alih fungsi bangunan adalah perubahan suatu fungsi pada bangunan yang memiliki tujuan tertentu contohnya seperti memanfaatkan suatu bangunan yang sudah kurang efektif fungsinya. Alih fungsi bangunan juga dapat dilakukan karena bangunan asli sudah tua, bangunan asli dijual dan akan di pergunakan untuk fungsi yang berbeda dari bangunan asli oleh pemilik yang baru. Contoh bangunan yang mengalami alih fungsi berhasil adalah bangunan wisma atlet yang berada di DKI Jakarta. Gedung yang semulanya berfungsi sebagai tempat beristirahat atlet berubah fungsinya menjadi rumah sakit pusat karantina covid 19.

Dalam melakukan alih fungsi, beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah perubahan pembebanan yang akan berpengaruh terhadap respons bangunan. Perubahan pembebanan disebabkan oleh perubahan fungsi bangunan dan juga perubahan pada peraturan pembebanan yang berlaku di Indonesia. Standar pembebanan di Indonesia selalu mengalami perubahan. Yang terbaru adalah SNI 1727 2020 merevisi pedoman sebelumnya yaitu SNI 1727 2013. Dalam SNI terbaru tersebut, beban hidup didefinisikan per fungsi ruangan. Apabila sebuah bangunan berubah fungsi, mengacu pada SNI tersebut perlu ditinjau perubahan nilai beban hidupnya. Pertimbangan lainnya adalah beban gempa yang sering terjadi di Yogyakarta karena menjadi salah satu lokasi dengan pergerakan lempeng aktif dan juga terdapat gunung merapi yang merupakan salah satu gunung berapi yang paling aktif di dunia.

Perubahan pembebanan akan berpengaruh terhadap respons bangunan. Respon bangunan yang biasanya ditinjau diantaranya gaya geser dasar, simpangan, simpangan antar lantai dan kestabilan bangunan. Respon ini menunjukkan perilaku

bangunan akibat pembebanan. Penelitian mengenai respons struktur pernah dilakukan oleh Rizkiani (2017) dengan membandingkan SNI gempa 2002 dan 2021. Hasil yang didapat menunjukkan peraturan baru tidak memberikan hasil simpangan antar lantai yang lebih besar dibanding dengan peraturan lama. Mansyur (2020) juga meneliti mengenai respons bangunan dengan analisis dinamik respons spektrum pada 4 kota berbeda di Indonesia. Hasilnya nilai simpangan tidak signifikan berbeda dikarenakan beban gempa yang lebih kecil dari beban lain. Respon perlu dianalisis dikarenakan suatu respon menjadi salah satu parameter yang menunjukkan apakah bangunan tersebut aman atau tidak aman. Penelitian tentang respons bangunan pun sudah banyak dilakukan seperti oleh Hadi (2019) untuk wilayah Serpong maupun Soelarso (2017) untuk wilayah Timika, Aceh, Padang, dan Bantul mengingat pentingnya mengetahui respons bangunan.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bangunan yang diwacanakan pemerintah untuk dialihfungsikan dengan melihat respons bangunan berupa gaya geser dasar, simpangan, simpangan antar lantai akibat dan kestabilan bangunan akibat perubahan pembebanan yang terjadi.

## DASAR TEORI

### Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar seismik ( $v$ ) dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sebagai berikut.

$$V = C_s W \quad (1)$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2)$$

dengan:

$C_s$  = koefisien respons seismik

$W$  = berat seismik efektif

$S_{DS}$  = parameter respons spektral desain dalam rentang periode pendek

$R$  = koefisien modifikasi respons dalam SNI 1726-2019 pada Tabel 12 Faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  untuk sistem pemikul gaya seismik

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa

Nilai  $C_s$  yang tidak perlu melebihi sesuai persamaan berikut ini.

Untuk  $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3)$$

Untuk  $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (4)$$

$C_s$  harus tidak kurang dari

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

Untuk struktur yang berlokasi di daerah dimana  $S_1$  sama dengan atau lebih besar dari 0,6g, maka harus  $C_s$  harus tidak kurang dari:

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (5)$$

dengan:

$S_{D1}$  = parameter percepatan respon spektral desain pada periode sebesar 1 detik,

$T$  = periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan,

$S_1$  = parameter percepatan respon spektral maksimum yang dipetakan

$T_L$  = peta transisi periode panjang

Pada penelitian ini nilai  $T_L$  sebesar 6 detik sesuai Gambar 20 SNI 1725 2019

### Simpangan

Simpangan pusat massa ( $\delta_x$ ) adalah nilai perpindahan elastik ( $\delta_{xe}$ ) yang diakibatkan adanya gaya lateral pada sebuah bangunan dan dikalikan dengan perbesarannya, seperti persamaan berikut.

$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_{xe}}{I_e} \quad (6)$$

Menurut SNI 1726-2019 pasal 7.8.6, nilai simpangan ini nantinya akan diolah menjadi nilai simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) yang dikontrol terhadap batas izinnya.

### Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai adalah perpindahan antara dua lantai yang terjadi diakibatkan adanya gaya lateral pada sebuah bangunan. Menurut SNI 1726-2019 simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) yang terjadi pada sebuah bangunan tidak boleh melebihi simpangan izin yang sudah diperhitungkan agar tidak terjadi kerusakan bangunan saat ada gempa. Batas simpangan izin dapat dilihat pada Tabel 20 SNI 1726-2019.

### P-Delta

P-delta perlu dicek untuk menentukan kelayakan dimensi struktur suatu bangunan sesuai SNI 1726 2019 pasal 7.8.7 sebagai berikut.

$$\theta = \frac{P_x \cdot \Delta \cdot I_e}{V_x \cdot h_{sx} \cdot C_d} \quad (7)$$

dengan:

$P_x$  = Beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat-x, (kN); bila menghitung  $P_x$ , faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0

$\Delta$  = Simpangan antar tingkat desain seperti didefinisikan dalam 0, terjadi secara serentak dengan  $V_x$  (mm)

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa

$V_x$  = Gaya geser seismic yang bekerja antar tingkat

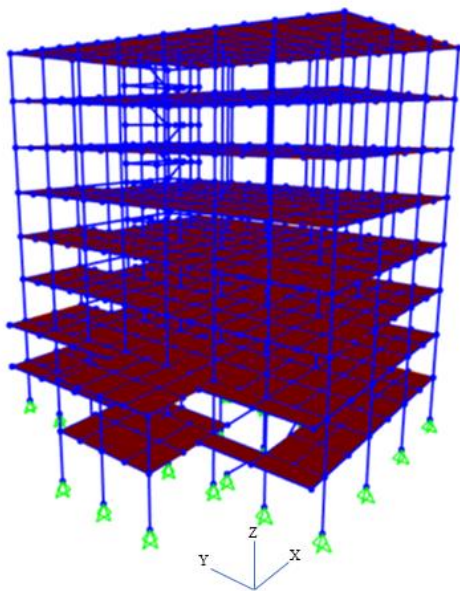
$h_{sx}$  = Tinggi antar lantai

$C_d$  = Faktor perbesaran defleksi

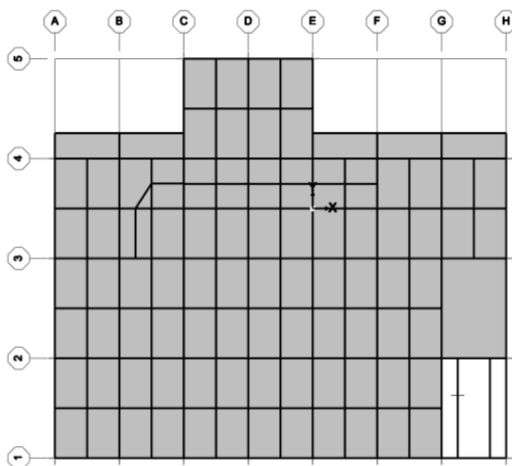
## METODE PENELITIAN

### Data Bangunan

Bangunan semula berfungsi sebagai hotel dan akan dialihfungsikan menjadi mall sentra UMKM. Bangunan terletak di Jalan Malioboro Yogyakarta yang memiliki jenis tanah sedang. Bangunan hotel Mutiara memiliki 8 lantai dengan luas tanah 1.840m<sup>2</sup> dan luas bangunan 5.050m<sup>2</sup>. Tinggi tiap lantai masing-masing 3,5 meter. Gambar 1 dan 2 berikut adalah pemodelan portal 3D dan denah bangunan.



Gambar 1. Pemodelan portal 3D



Gambar 2. Denah bangunan

### Tahapan Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Studi Literatur**  
Dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan data-data dan pedoman terkait. Pedoman yang digunakan yaitu SNI 1727 2020 dan SNI 1726 2019.
- Analisis pembebanan**  
Dilakukan analisis beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai dengan pedoman SNI menggunakan Ms. Excel
- Permodelan**  
Dilakukan permodelan menggunakan software SAP2000 dengan memasukkan pembebanan yang sudah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan output respons bangunan. Permodelan dilakukan mengikuti beberapa buku panduan seperti Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Tavio dan Usman, 2018) dan Handbook Beban Gempa (Lesmana, 2020)
- Pembahasan**  
Dilakukan pembahasan dari hasil output pemodelan untuk menjawab tujuan penelitian.
- Kesimpulan dan saran.**  
Dilakukan penarikan kesimpulan dan saran untuk memberi masukan untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik dari penelitian yang dilakukan sekarang.

### Analisis Pembebanan

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Beton ( $f'c$ ) untuk kolom = 30 MPa

Beton ( $f'c$ ) untuk balok dan pelat = 30 MPa

Berat volume beton = 24 kg/m<sup>3</sup>

$E_c = 4.700\sqrt{f'c} = 25.742,96 \text{ MPa}$

Selanjutnya data-data yang digunakan untuk mendapatkan gaya respon spektrum adalah sebagai berikut.

1. Bangunan yang dimodelkan termasuk kategori risiko bangunan II dengan faktor keutamaan gempa  $I_e$  sebesar 1.
2. Nilai  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega$  untuk model SRPMK didapat dari ketentuan SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} R &= 8 \\ C_d &= 3 \\ \Omega &= 5,5 \end{aligned}$$

Nilai  $S_s$  dan  $S_1$  didapatkan dari ketentuan yang berada di SNI 1726-2019.

$$\begin{aligned} S_s &= 1,139 \\ S_1 &= 0,513 \end{aligned}$$

3. Nilai  $F_a$  dan  $F_V$  diperoleh dari SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F_a &= 1,024 \\ F_V &= 1,862 \end{aligned}$$

4. Menghitung nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$ . Sebelum menghitung nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  dicari terlebih dahulu nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  dari data puskim sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 0,790 \\ S_{D1} &= 0,610 \\ S_{SMS} &= F_a \times S_s \\ &= 1,024 \times 1,139 \\ &= 1,166 \\ S_{M1} &= F_V \times S_1 \\ &= 1,862 \times 0,513 \\ &= 0,956 \end{aligned}$$

5. Nilai  $C_{RS}$  didapat sesuai ketentuan SNI 1726-2019 sebagai berikut.

$$C_{RS} = 0,930$$

6. Menghitung nilai  $T_0$  dan  $T_s$  adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_s &= (S_{D1}/S_{DS}) \\ &= (0,610/0,790) \\ &= 0,772 \\ T_0 &= 0,2 \times (S_{D1}/S_{DS}) \\ &= 0,2 \times (0,610/0,790) \\ &= 0,1544 \end{aligned}$$

7. Menghitung nilai  $S_a$ .

- a. Respon spektrum dengan percepatan desain  $S_a$  awal

$$\begin{aligned} S_a &= 0,4 \times S_{DS} \\ &= 0,4 \times 0,790 \\ &= 0,316 \end{aligned}$$

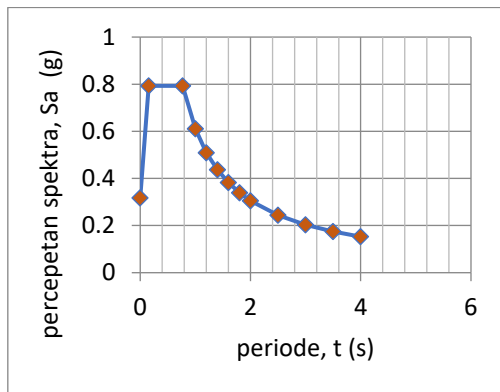
- b. Respon spektrum dengan percepatan desain  $S_a$  untuk  $T = T_0$

$$\begin{aligned} S_a &= S_{DS} \\ &= 0,790 \end{aligned}$$

- c. Respon spektrum dengan percepatan desain  $S_a$  untuk  $T > T_s$

$$\begin{aligned} S_a &= \frac{S_{DS}}{T} \\ &= \frac{0,790}{0,608} \\ &= 1,299 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan desain respon spektrum pada bangunan digambar pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Respons Bangunan

8. Menentukan Nilai Periode Struktur ( $T$ ).

Periode pada suatu struktur didapatkan berdasarkan dengan cara menggunakan rumus dan hasil analisis pada *software* SAP2000. Analisis perhitungan nilai periode struktur adalah sebagai berikut.

$$T_a = C_t \times H^x$$

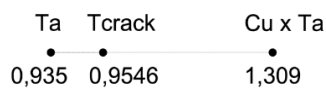
$$= 0,0466 \times 28^{0,9}$$

$$= 0,935$$

$$C_U \times T_a = 1,4 \times 0,935$$

$$= 1,309$$

Berdasarkan hasil analisis SAP2000 didapatkan nilai *eigen value* ( $T_{crack}$ ) sebesar 0,95465.  $T_{crack}$  didapat pada kondisi penampang retak. Penampang retak diasumsikan dengan memperkecil nilai inersia.



- 1) Jika  $T_{crack} > C_U \cdot T_a$ , maka  $T_a$  yang digunakan  $T = C_U \cdot T_a$ .
- 2) Jika  $T_a < T_{crack} < C_U \cdot T_a$ , maka  $T_a$  yang digunakan  $T = T_{crack}$ .
- 3) Jika  $T_{crack} < T_a$ , maka  $T_a$  yang digunakan  $T = T_a$ .

Dari persyaratan diatas maka nilai periode getar  $T$  yang dipakai adalah  $T_{crack}$  yaitu sebesar 0,95465 s.

9. Koefisien Respons Seismik ( $C_s$ )

Digunakan 3 persamaan dalam menghitung koefisien respons seismik arah X ataupun arah Y. Perhitungan koefisien respons adalah sebagai berikut.

$$C_{S1} = \frac{S_{DS}}{R/I}$$

$$= \frac{0,790}{8/1}$$

$$= 0,09875$$

$$C_{S2} = \frac{S_{D1}}{T \times (R/I)}$$

$$= \frac{0,610}{0,955(8/1)}$$

$$= 0,0799$$

$$C_{S3} = \frac{0,5 \times S_1}{R/I}$$

$$= \frac{0,5 \times 0,531}{8/1}$$

$$= 0,0321$$

$$C_{S Min} = 0,044 \times S_{DS} \times I_e \geq 0,01$$

$$= 0,044 \times 0,790 \times 1 \geq 0,01$$

$$= 0,0348 \geq 0,01$$

Dari hasil perhitungan koefisien respons maka digunakan  $C_s = 0,0799$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Gaya Geser Dasar**

Gaya geser dasar dihitung dengan mengalikan berat total bangunan dan nilai  $C_s$ . Berat total bangunan ( $W$ ) merupakan beban mati yang terdiri dari berat material setiap elemen struktur dan beban hidup yang direncanakan sesuai dengan acuan SNI 1727-2020 dengan mempertimbangkan pengaruh gravitasi. Berat total bangunan didapatkan dari SAP2000 dan kemudian

diverifikasi dengan hitungan manual. Tabel 1 berikut merupakan perbandingan berat total bangunan.

Tabel 1 Berat total bangunan

Lantai	Berat Model Manual (kN)	Berat Model SAP 2000 (kN)
Total	72627,443	73598,755
Error	1,337 %	

Nilai error yang didapatkan masih di bawah 5% sehingga dapat dikatakan hasil SAP2000 sudah terverifikasi.

Selanjutnya dengan menggunakan nilai W dari berat bangunan manual dikalikan Cs maka didapat nilai gaya geser dasar seismic (V) sebesar 5800,914 kN.

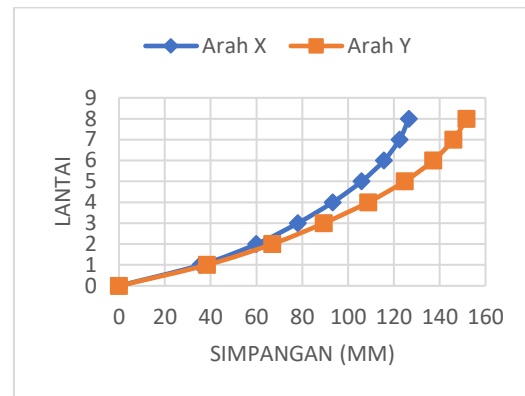
### Simpangan

Nilai simpangan dihitung dengan mengambil hasil *displacement* pada pusat massa bangunan dari SAP2000 dikalikan dengan Cd/Ie.

Tabel 2 berikut adalah rekapitulasi simpangan pada arah X dan Y sedangkan Grafik 4 adalah grafik simpangan pada kedua arah

Tabel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan simpangan

Lantai	Arah	
	X	Y
	(mm)	(mm)
8	126,544	151,734
7	122,469	146,031
6	115,682	137,187
5	105,914	124,740
4	93,308	108,757
3	78,034	89,414
2	59,983	66,924
1	35,679	38,368



Grafik 4. Nilai simpangan pada arah X dan Y

Bangunan Mall memiliki nilai Cd=5,5 dan nilai Ie=1. Dengan menggunakan nilai-nilai tersebut didapat simpangan terbesar pada arah X dan arah Y berturut-turut 126,544 mm dan 151,734 mm. Kemudian, berdasarkan Grafik 4 lebih jelas diketahui bahwa simpangan arah Y lebih besar daripada arah X. Artinya bangunan memiliki kekakuan arah X lebih besar daripada arah Y. Hal ini sesuai dengan denah bangunan, dimana pada arah X lebih banyak kolom dibanding arah Y sehingga lebih kaku arah X. Nilai simpangan ini kemudian diolah Kembali menjadi simpangan antar lantai untuk dikontrol terhadap izinnya.

### Simpangan Antar Lantai

Pada penelitian kali ini bangunan yang digunakan adalah bangunan Mall yang termasuk dalam kategori resiko yang ke II berdasarkan SNI pasal 7.12.1. Untuk perhitungan batas izin simpangan antar lantai, digunakan Tabel 20 pada SNI 1726 2019 dengan kategori struktur lainnya. Batas izin untuk kategori tersebut berdasarkan Tabel 20 SNI 1726 2019 adalah  $0,02 \times h_{sx}$ . Contoh perhitungan simpangan antar lantai pada gedung Mall penelitian ini adalah sebagai berikut. Perhitungan dilakukan lantai ke-8 arah X.

$$h_{sx} = 3,5 \text{ m}$$

$$C_d = 5,5$$

$$\delta_{e8} = 0,023008 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \delta_{e7} &= 0,022267 \text{ m} \\ I_e &= 1 \\ \Delta_g &= \frac{(\delta_{e8} - \delta_{e7}) \times Cd}{I_e} \\ &= \frac{(0,023008 - 0,022267) \times 5,5}{1} \\ &= 0,004 \text{ m} \\ \Delta_a &= 0,02 \times h_{sx} \\ &= 0,02 \times 3,5 \\ &= 0,07 \text{ m} \\ \frac{\Delta_a}{\rho} &= \frac{0,07}{1} \\ &= 0,07 \text{ m} \end{aligned}$$

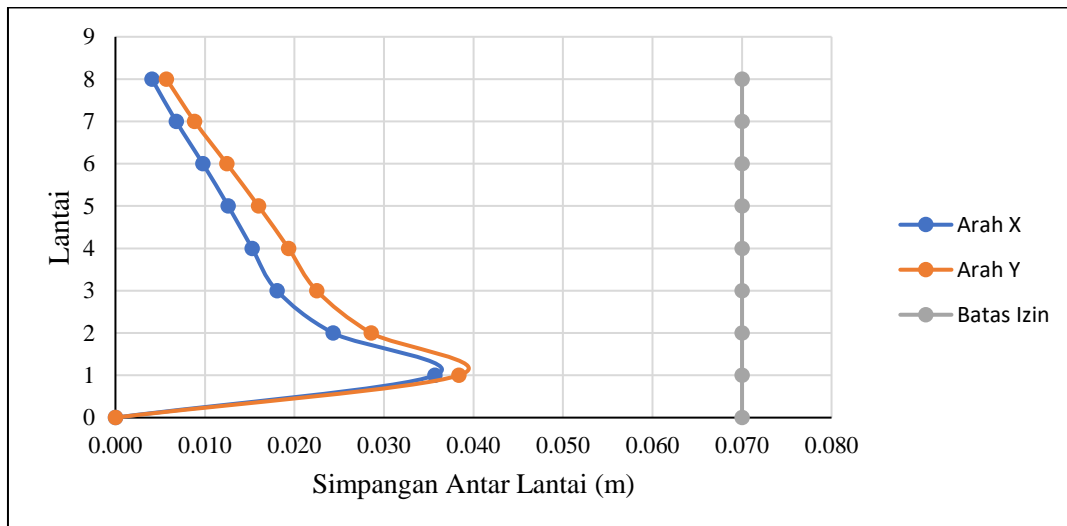
Maka didapatkan  $0,004 \text{ m} < 0,07 \text{ m}$

$$\Delta_g < \Delta_a \text{ (Aman)}$$

Tabel 3 berikut adalah rekapitulasi perhitungan simpangan antar lantai pada arah X dan Y dan Grafik 5 menunjukkan grafik simpangan antar lantai pada kedua arah. Grafik simpangan antar lantai identik dengan grafik *drift ratio*. Yang membedakan adalah cara perhitungan. Simpangan antar lantai atau yang biasa disebut *storey drift* masih memiliki satuan dikarenakan tidak dibagi dengan tinggi lantai. Sedangkan *drift ratio* tidak memiliki satuan karena merupakan rasio antara besar simpangan antar lantai dan tinggi lantai.

Tabel 3. Rekapitulasi simpangan antar lantai

Arah X							
Lantai	Elevasi lantai (m)	Tinggi (m)	Total Drift (m)	Displacement (m)	Story Drift (m)	Story Drift Izin (m)	Kontrol $\delta < \Delta$
8	28	3.5	0.134111	0.023008	0.004	0.07	Aman
7	24.5	3.5	0.111103	0.022267	0.007	0.07	Aman
6	21	3.5	0.088836	0.021033	0.010	0.07	Aman
5	17.5	3.5	0.067803	0.019257	0.013	0.07	Aman
4	14	3.5	0.048546	0.016965	0.015	0.07	Aman
3	10.5	3.5	0.031581	0.014188	0.018	0.07	Aman
2	7	3.5	0.017393	0.010906	0.024	0.07	Aman
1	3.5	3.5	0.006487	0.006487	0.036	0.07	Aman
Arah Y							
8	28	3.5	0.156937	0.027588	0.006	0.07	Aman
7	24.5	3.5	0.129349	0.026551	0.009	0.07	Aman
6	21	3.5	0.102798	0.024943	0.012	0.07	Aman
5	17.5	3.5	0.077855	0.02268	0.016	0.07	Aman
4	14	3.5	0.055175	0.019774	0.019	0.07	Aman
3	10.5	3.5	0.035401	0.016257	0.022	0.07	Aman
2	7	3.5	0.019144	0.012168	0.029	0.07	Aman
1	3.5	3.5	0.006976	0.006976	0.038	0.07	Aman



Grafik 5. Simpangan antar lantai

Berdasarkan Tabel 3 dan Grafik 3 di atas, nilai simpangan antar lantai terbesar terjadi pada lantai 1 untuk kedua arah X dan Y berturut-turut 0,036 m dan 0,038 m. Simpangan. Nilai simpangan antar lantai di lantai 1 didapat dengan membandingkan nilainya terhadap lantai sebelumnya. Lantai 0 adalah tumpuan sehingga tidak ada simpangan yang terjadi di sana. Selisih lantai 1 dan lantai 0 masih lebih besar daripada lantai yang lain. Struktur mempunyai bentuk yang relatif regular, sehingga simpangan yang didapat relatif seragam. Hal ini kemungkinan menyebabkan nilai terbesar simpangan antar lantai berada di lantai 1. Selain itu terdapat *void* pada perhitungan untuk simpangan lantai 1 sehingga menambah besar nilai simpangan yang terjadi. Walau begitu, nilai ini masih jauh lebih kecil dari batas izin yaitu 0,07 m. Artinya, bangunan memiliki nilai kekakuan yang baik pada kedua arah, stabil dan masih aman apabila alih fungsi jadi dilaksanakan.

#### P-Delta

Alih fungsi bangunan tanpa merubah bangunan eksisting artinya beban mati tidak berubah, tetapi beban hidup berubah sesuai fungsi ruang-ruang bangunan.

Efek perubahan beban hidup tidak terlihat dalam respons simpangan dikarenakan, dalam mendapatkan simpangan, tidak terdapat kombinasi beban hidup. Kombinasi beban hidup didapatkan ketika menghitung phi delta.

Contoh perhitungan p-delta pada gedung Mall penelitian ini adalah sebagai berikut. Perhitungan dilakukan lantai ke-8 arah X.

$$P_x = 8337,39 \text{ kN}$$

$$\Delta = 0,00408 \text{ m}$$

$$I_e = 1$$

$$V_x = 721,36 \text{ kN}$$

$$h_{sx} = 3,5 \text{ m}$$

$$C_d = 5.5$$

$$\theta = \frac{P_x \cdot \Delta \cdot I_e}{V_x \cdot h_{sx} \cdot C_d}$$

$$\theta = \frac{8337,39 \cdot 0,00408 \cdot 1}{721,36 \cdot 3,5 \cdot 5,5}$$

$$\theta = 0,00245$$

$\theta < 0,1$  maka tidak terdapat P-Delta

Tabel 4 dan 5 berikut adalah rekapitulasi perhitungan p-delta pada model mall dan hotel pada arah X dan Y dan Grafik 6 menunjukkan grafik p-delta kedua model pada kedua arah.

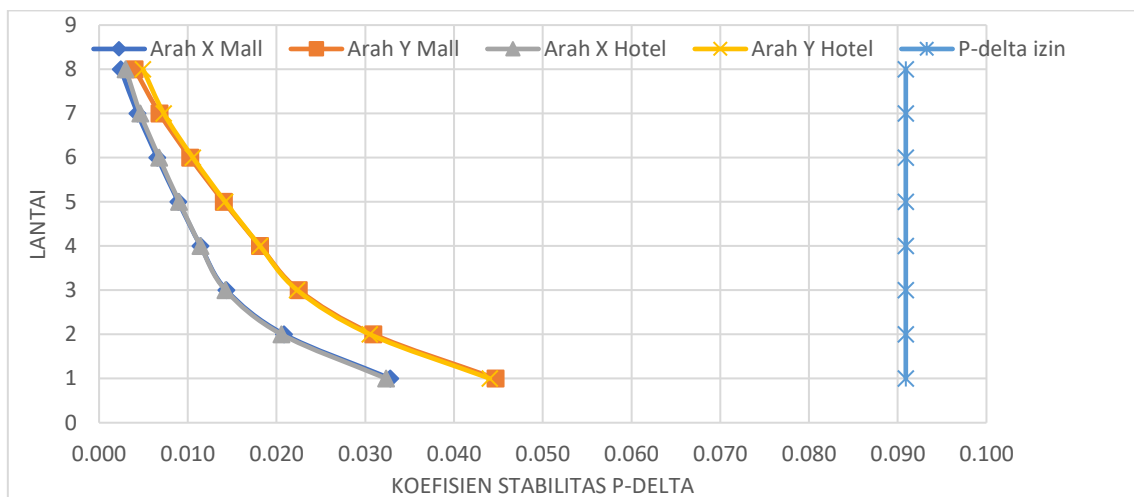
Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan P-delta model mall arah X dan Y

MODEL MALL										
ARAH X										
LANTAI	Px	Δ	Ie	Vx	hsx	Cd	θ	β	θ maks	Status
	kN	m		kN	m					
8	8337.39	0.0041	1	721.36	3.5	5.5	0.0024	1	0.0909	No-Pdelta
7	20288.88	0.0068	1	1647.90	3.5	5.5	0.0043	1	0.0909	No-Pdelta
6	32240.36	0.0098	1	2488.57	3.5	5.5	0.0066	1	0.0909	No-Pdelta
5	44191.84	0.0126	1	3238.40	3.5	5.5	0.0089	1	0.0909	No-Pdelta
4	56143.33	0.0153	1	3894.05	3.5	5.5	0.0114	1	0.0909	No-Pdelta
3	68094.81	0.0181	1	4449.61	3.5	5.5	0.0144	1	0.0909	No-Pdelta
2	81498.96	0.0243	1	4938.04	3.5	5.5	0.0208	1	0.0909	No-Pdelta
1	91895.71	0.0357	1	5186.76	3.5	5.5	0.0328	1	0.0909	No-Pdelta
ARAH Y										
LANTAI	Px	Δ	Ie	Vx	hsx	Cd	θ	β	θ maks	Status
	kN	m		kN	m					
8	8337.39	0.0057	1	613.83	3.5	5.5	0.0040	1	0.0909	No-Pdelta
7	20288.88	0.0088	1	1368.14	3.5	5.5	0.0068	1	0.0909	No-Pdelta
6	32240.36	0.0124	1	2030.87	3.5	5.5	0.0103	1	0.0909	No-Pdelta
5	44191.84	0.0160	1	2609.90	3.5	5.5	0.0141	1	0.0909	No-Pdelta
4	56143.33	0.0193	1	3111.02	3.5	5.5	0.0181	1	0.0909	No-Pdelta
3	68094.81	0.0225	1	3534.31	3.5	5.5	0.0225	1	0.0909	No-Pdelta
2	81498.96	0.0286	1	3909.28	3.5	5.5	0.0309	1	0.0909	No-Pdelta
1	91895.71	0.0384	1	4098.28	3.5	5.5	0.0447	1	0.0909	No-Pdelta

Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan P-delta model hotel arah X dan Y

MODEL HOTEL										
ARAH X										
LANTAI	Px	Δ	Ie	Vx	hsx	Cd	θ	β	θ maks	Status
	kN	m		kN	m					
8	8337.39	0.0041	1	721.36	3.5	5.5	0.0024	1	0.0909	No-Pdelta
7	19799.22	0.0068	1	1647.90	3.5	5.5	0.0042	1	0.0909	No-Pdelta
6	31261.05	0.0098	1	2488.57	3.5	5.5	0.0064	1	0.0909	No-Pdelta
5	42722.88	0.0126	1	3238.40	3.5	5.5	0.0086	1	0.0909	No-Pdelta
4	54184.72	0.0153	1	3894.05	3.5	5.5	0.0110	1	0.0909	No-Pdelta
3	65646.55	0.0181	1	4449.61	3.5	5.5	0.0138	1	0.0909	No-Pdelta
2	78509.51	0.0243	1	4938.04	3.5	5.5	0.0201	1	0.0909	No-Pdelta
1	88622.77	0.0357	1	5186.76	3.5	5.5	0.0317	1	0.0909	No-Pdelta

ARAH Y										
LANTAI	Px	$\Delta$	Ie	Vx	hsx	Cd	$\theta$	$\beta$	$\theta$ maks	Status
	kN	m		kN	m					
8	8337.39	0.0057	1	613.83	3.5	5.5	0.0040	1	0.0909	No-Pdelta
7	19799.22	0.0088	1	1368.14	3.5	5.5	0.0066	1	0.0909	No-Pdelta
6	31261.05	0.0124	1	2030.87	3.5	5.5	0.0100	1	0.0909	No-Pdelta
5	42722.88	0.0160	1	2609.90	3.5	5.5	0.0136	1	0.0909	No-Pdelta
4	54184.72	0.0193	1	3111.02	3.5	5.5	0.0175	1	0.0909	No-Pdelta
3	65646.55	0.0225	1	3534.31	3.5	5.5	0.0217	1	0.0909	No-Pdelta
2	78509.51	0.0286	1	3909.28	3.5	5.5	0.0298	1	0.0909	No-Pdelta
1	88622.77	0.0384	1	4098.28	3.5	5.5	0.0431	1	0.0909	No-Pdelta



Grafik 6. Nilai koefisien stabilitas P-Delta

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 serta Grafik 6, terlihat bahwa nilai P-delta sebelum dan setelah alih fungsi tidak jauh berbeda dan masih dalam batas P-delta izin. Hal ini sejalan dengan penelitian-penelitian terdahulu, bahwa perubahan pembebanan mungkin berpengaruh terhadap perubahan respons tetapi tidak signifikan. Nilai P-delta salah satu faktornya dipengaruhi oleh nilai Px, yaitu 1 beban hidup dan 1 beban mati. Bangunan ketika difungsikan menjadi hotel, mempunyai beban hidup sebesar 4,79 kN/m<sup>2</sup> pada ruang publik. Sedangkan ketika difungsikan menjadi mall, beban hidupnya meningkat sebesar 25% menjadi 6 kN/m<sup>2</sup> di semua ruangan kecuali pada balkon dan atap. Hal ini sesuai dengan hasil nilai koefisien stabilitas P-delta untuk mall lebih

besar daripada untuk hotel pada arah X dan arah Y. Namun peningkatan beban hidup ini masih tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai koefisien stabilitas P-delta seperti terlihat pada grafik yang sedikit berhimpit untuk semua arah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil analisis respons struktur bangunan menunjukkan bahwa Gedung Hotel yang dimodelkan sebagai Mall (dialihfungsikan) mempunyai nilai gaya geser dasar sebesar 5800,914 kN. Simpangan terbesar pada arah X dan Y berturut-turut sebesar 126,554 mm dan 151,734 mm. Hasil perhitungan simpangan antar lantai pada kedua arah

menunjukkan bangunan masih dalam batas izin yang ditetapkan. Perubahan beban hidup tidak berpengaruh cukup signifikan terhadap koefisien stabilitas P-delta.

### Saran

Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan analisis non linear atau mendesain denah Hotel agar lebih sesuai jika dijadikan Mall.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). "SNI 1726 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung". Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). "SNI 1727 2013 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain". Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). "SNI 1727 2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain". Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta
- Lesmana, Y. (2020). "Handbook Beban Gempa". Nas Media Pustaka. Makassar.
- Mansyur. (2020). "Evaluasi Bangunan 41 Lantai Tahan Gempa Dengan Analisis Dinamik Spektrum Respons Ragam". *Jurnal Sipil Sains*, 10, 21-30.
- Palupi, Y. P. (2020, Oktober 22). *koran bernas*. Retrieved from [koranbernas.id](https://koranbernas.id): <https://koranbernas.id/hotel-mutiara-jadi-sentra-umkm-setelah-dibeli-pemda-diy-rp-170-miliar>
- Rizkiani, R. E. (2017). "Studi Perbandingan Struktur Gedung Dispenda Kota Samarinda Berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012". *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Falkutas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda*, 1-12.
- Soelarso. (2017). "Analisis Struktur Gedung Bertingkat di Lima Wilayah di Indonesia Terhadap Beban Gempa Dan Beban Angin Berdasarkan SNI 1726-2012 DAN SNI 1727-2013". *Jurnal Fondasi, Volume 6 No 1*, 89-100.
- Suntoko, H. (2019). "Analisis Spektrum Respon Desain Gedung Reaktor RDE Menggunakan SAP 2000". *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir Vol. 21, No.1, (2019) 1 - 7*, 1-7.
- Tavio dan Wijaya, U. (2018). "Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja". Andi Offset. Yogyakarta.