

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR SISTEM GANDA PADA HOTEL VIVO MENGGUNAKAN METODE TIME HISTORY ANALISIS

Syaiful Falach ¹, Robby Marzuki ², Yuswal Subhy ³

¹ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

^{2,3} Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email : syaifulfalach@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia terletak di jalur gempa Pasifik dan Asia, sering mengalami gempa karena termasuk dalam Cincin Api Pasifik. Gempa bumi adalah getaran alamiah yang bisa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi atau gejala lainnya. Untuk mengurangi risiko kerusakan dan korban jiwa, bangunan tahan gempa didesain dengan memperhitungkan analisis dinamik menggunakan metode Linier Dynamic Procedures (Respon Spectrum) dan Nonlinier Dynamic Procedures (Time History Analysis). Shearwall digunakan sebagai sistem untuk meningkatkan kekuatan struktur bangunan dalam menahan gaya lateral. Penelitian ini fokus pada model struktur bangunan gedung hotel dengan menggunakan struktur rangka baja dan sistem rangka pemikul momen khusus, sesuai dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2019).

ABSTRACT

Indonesia is located on the Pacific and Asian earthquake path, often experiencing earthquakes because it is included in the Pacific Ring of Fire. Earthquakes are natural vibrations that can be caused by movements of the earth's crust or other phenomena. To reduce the risk of damage and loss of life, earthquake-resistant buildings are designed by taking into account dynamic analysis using Linear Dynamic Procedures (Response Spectrum) and Nonlinear Dynamic Procedures (Time History Analysis) methods. Shearwall is used as a system to increase the strength of building structures in resisting lateral forces. This research focuses on the structural model of hotel buildings using steel frame structures and special moment-resisting frame systems, in accordance with the Earthquake Resistance Planning Standards for Buildings (SNI 1726:2019).

PENDAHULUAN

Indonesia terletak di jalur gempa Pasifik dan Asia, termasuk dalam Cincin Api Pasifik yang menyebabkan frekuensi gempa tinggi. Gempa bumi adalah getaran alamiah yang bisa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi atau gejala lainnya. Kekuatan struktur bangunan penting untuk mencegah keruntuhan dan korban jiwa saat gempa terjadi, dengan menggunakan struktur tahan gempa yang didesain sesuai kriteria dan peraturan yang berlaku, menggunakan metode analisis dinamik. Analisis dinamik melibatkan metode Linier Dynamic Procedures (Respon Spectrum) dan Nonlinier Dynamic Procedures (Time History Analysis). Shearwall adalah salah satu sistem untuk meningkatkan kekuatan struktur bangunan dalam menahan gaya lateral. Penelitian ini fokus pada model struktur bangunan gedung hotel dengan kondisi tanah sedang, menggunakan rangka baja dengan sistem rangka pemikul momen khusus dan bresing eksentrik, sesuai standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji nilai simpangan dan gaya geser pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Tujuan dan penelitian ini adalah mengetahui perilaku struktur akibat pembebanan lateral, mengetahui gaya geser dasar, mengetahui nilai simpangan akibat pembebanan lateral dan mengetahui jenis pondasi apa yang akan digunakan.

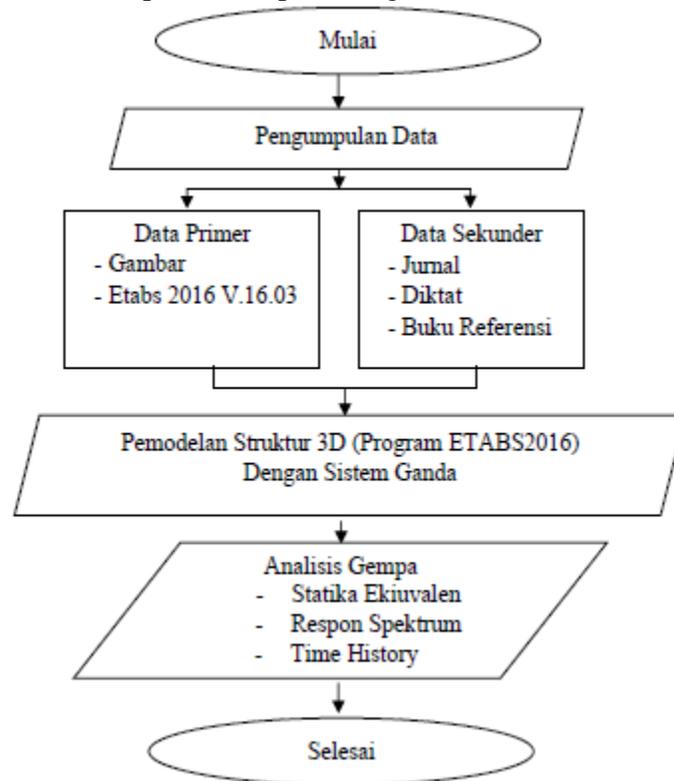
METODE

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapat dengan cara pengambilan data melalui data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari lokasi penelitian, data tersebut terdiri dari data gambar dan etabs 2016 V.16.03. Data sekunder adalah data yang berasal dari peraturan-peraturan atau ketentuan-ketentuan yang berlaku, grafik-grafik dan tabel-tabel yang diperlukan dalam penelitian ini. Data sekunder yang diperlukan antara lain Tabel Profil Baja Konstruksi, Peraturan Pembebanan SNI 1727-2020, Peraturan Gempa SNI 1726-2019, Peraturan Beton Bertulang SNI 2847-2019, Peraturan Baja Tulangan SNI 2052-2017, Peraturan Spesifikasi Untuk Bangunan Baja SNI 1729-2020, Peraturan Ketentuan Seismik Untuk Bangunan Baja SNI 7860-2020, Peraturan Sambungan Terpraktualifikasi Untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja Pada Aplikasi Seismik SNI 7972:2013, Jurnal-jurnal dan Buku referensi.

Desain Penelitian

Adapun bagan alur penelitian dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

Teknik Analisis Data

1. Preliminary Design

- Penentuan dimensi balok (SNI 03-2847-2019, Pasal 10.10.2)

2. Perhitungan Pembebanan

1) Pembebanan Plat

a. Beban mati

- Berat sendiri bangunan sesuai dengan fungsi gedung dalam SNI 1727 – 2020
- Berat plafon
- Berat pemasangan pemipaan air bersih dan kotor dan listrik
- Berat keramik dan spesi
- Berat dinding

b. Beban hidup

- Beban penggunaan sesuai dengan fungsi gedung dalam SNI 1727 – 2020

2) Pembebanan tangga dan bordes

a. Beban mati

- Berat sendiri tangga dan bordes
- Berat ubin dan spesi

b. Beban hidup

- Beban penggunaan sesuai dengan SNI 1727 – 2020

3) Penentuan Sistem Ganda : SPRMK dan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE).

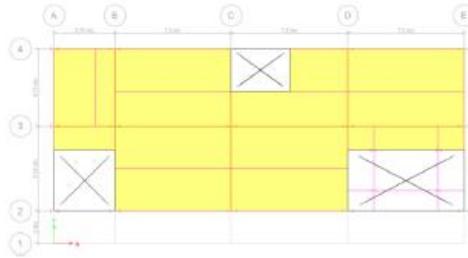
4) Pembebanan gempa

- Analisa mekanika portal bangunan sesuai dengan standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 03-1726-2019)
- Beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V) yang sesuai dengan SNI 03-2847-2019, Pasal 6.1.2)
- Perhitungan beban gempa nominal statik ekuivalen (F).
- Perhitungan beban gempa respon Spektrum.
- Perhitungan Time History.

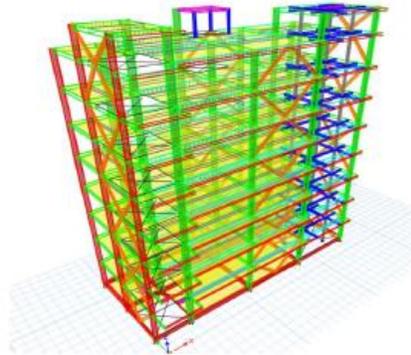
ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Struktur

Dalam penelitian ini, sistem struktur yang digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Rangka Baja Dengan Bresing Eksentrik. Struktur dimodelkan 3 dimensi (portal ruang) sebagai portal terbuka dengan bantuan ETABS 2018. Berikut adalah denah bangunan yang direncanakan :



Gambar 4.1 Denah Struktur



Gambar 4.2 Permodelan struktur pada ETABS

4.4.1 Perencanaan Material

Material yang digunakan dalam merencanakan dan membangun struktur bangunan ini adalah material baja. Pendefinisian material akan dilakukan pada program ETABS 2018. Material baja yang digunakan pada struktur bangunan ini mempunyai mutu BJ 41 (baja), dengan tegangan putus (f_u) 410 Mpa, tegangan leleh (f_y) 250 Mpa. Dan untuk mutu beton f'_c 24,9 Mpa (beton) dan f_y 400 Mpa (deform), f_y 240 Mpa (polos).

4.4.2 Perencanaan Dimensi Balok, Kolom, dan Brecing

Dalam perhitungan ini di gunakan adalah balok Baja Honey Beam untuk balok dan beton untuk sloof. Dimensi balok ditentukan dengan rumus praktis dengan berdasarkan bentang balok yang ada, syarat lebar minimum balok tahan gempa = 25 cm. Adapun data perencanaan dimensi balok dan kolom adalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Perencanaan Dimensi Balok

Type Balok	L (mm)	H (mm)	B (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	r (mm)
HCB1	7200	525	175	7	11	14
HCB2	5200	375	125	6	9	12
RB1	7200	525	175	7	11	14
RB2	5250	375	125	6	9	12
HCBB1	7200	300	100	5,5	8	11
HCBB2	7200	225	75	5	7	8
BA	3600	200	100	5.5	8	11

Sumber: hasil analisa, 2022

Tabel 4.12 Perencanaan Dimensi Sloof

Tipe Balok	L (cm)	B (cm)	H (cm)
S1	7.2	30	45
S2	7.2	25	40

Sumber: hasil analisa, 2022

Tabel 4.13 Perencanaan Dimensi Brecing

Tipe Balok	L (mm)	H (mm)	B (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	r (mm)
BR	3500	350	175	7	11	14

Sumber: hasil analisa, 2022

Tabel 4.14 Perencanaan Dimensi Brecing

Tipe Balok	L (mm)	H (mm)	B (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	r (mm)
K1	3500	600	200	11	17	22

Sumber: hasil analisa, 2022

4.4.3 Perencanaan Dimensi Pelat

A. Pelat Atap

Adapun data dan perhitungan perencanaan dimensi balok adalah sebagai berikut :

Data Perencanaan :

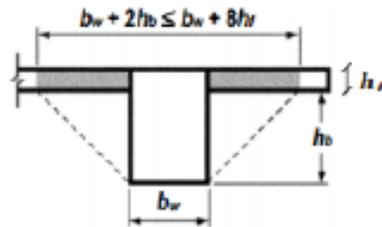
- Rencana tebal pekat (hf) : 12 cm
- Bentang pelat sumbu Panjang (Ly) : 525 cm
- Bentang pelat sumbu Panjang (Lx) : 720 cm
- Balok yang tertumpu : Balok HCB1, HCB2

Perhitungan perencanaan dimensi :

- Sket perencanaan :

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{5.25 \text{ m}}{7.2 \text{ m}} = 0.7 < 2 \text{ (Two way slab (pelat dua arah))}$$

- Perhitungan Balok interior (HCB1 525.175.7.11.14)
Menentukan lebar efektif sayap balok



Gambar 4.3 Lebar efektif sayap balok SNI 2847-2019 Pasal 8.4.1.8

Gambar 4.3 Lebar efektif pelat atap

$$b_e = b_w + 2h_b \leq b_w + 8h_f$$

$$\begin{aligned} b_{e1} &= b_w + 2(h - h_f) \\ &= 525 \text{ mm} + 2(175 \text{ mm} - 120 \text{ mm}) \\ &= 635 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{e2} &= b_w + 8h_f \\ &= 525 \text{ mm} + (8 \times 120 \text{ mm}) \\ &= 1485 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil, $b_{e1} = 635 \text{ mm}$

Faktor Modifikasi

$$\begin{aligned} k &= \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)} \\ &= \frac{1 + 0,210 \times 0,686 \times 1,865}{1 + 0,144} \\ &= 1,109 \end{aligned}$$

Momen inersia lajur penampang

$$\begin{aligned} I_b &= k \times \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \\ &= 1,109 \times \frac{1}{12} \times 525 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3 \\ &= 259953143 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Momen inersia lajur pelat

$$I_p = k \times \frac{1}{12} \times b_p \times h_f^3$$

$$= 1,109 \times \frac{1}{12} \times 7200 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3$$

$$= 1149470575 \text{ mm}^4$$

Rasio kekakuan balok terhadap pelat

$$\alpha_1 = \frac{E_i \cdot I_b}{E_i \cdot I_p} = 0,226$$

- o Perhitungan Balok Eksterior (RB1 30/60)

$$b_e = b_w + h_b \leq b_w + 4h_f$$

$$b_{e1} = b_w + (h - h_f)$$

$$= 525 \text{ mm} + (175 \text{ mm} - 120 \text{ mm})$$

$$= 580 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = b_w + 4h_f$$

$$= 525 \text{ mm} + (4 \times 120 \text{ mm})$$

$$= 1005 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil, $b_{e2} = 580 \text{ mm}$

Faktor Modifikasi

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$= \frac{1 + 0,105 \times 0,686 \times 1,816}{1 + 0,072}$$

$$= 1,055$$

Momen inersia lajur penampang

$$I_b = k \times \frac{1}{12} \times b_w \times h^3$$

$$= 1,055 \times \frac{1}{12} \times 525 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3$$

$$= 247292672 \text{ mm}^4$$

Momen inersia lajur pelat

$$I_p = k \times \frac{1}{12} \times b_p \times h_f^3$$

$$= 1,055 \times \frac{1}{12} \times 7200 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3$$

$$= 1093488029 \text{ mm}^4$$

Rasio kekakuan balok terhadap pelat

$$\alpha_2 = \frac{E_i \cdot I_b}{E_i \cdot I_p} = 0,226$$

Dengan balok tumpu pada seluruh bentang sama maka,

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{0,905}{4} = 0,226$$

Tebal minimum pelat dua arah sesuai SNI 2847-2019

$$h = L_n \times \left(\frac{0,8 + \frac{f_y}{1400}}{26 + 9\beta_n} \right)$$

$$h = 7200 \text{ mm} \times \left(\frac{0,8 + \frac{240}{1400}}{26 + 9(1,371)} \right)$$

$$h = 69,192 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari 120 mm

Maka pelat atap direncanakan dengan tebal 12 cm.

B. Pelat Lantai

Adapun data dan perhitungan perencanaan dimensi balok adalah sebagai berikut :

➤ Data Perencanaan :

- Rencana tebal pekat (h_f) : 12 cm
- Bentang pelat sumbu Panjang (L_y) : 525 cm
- Bentang pelat sumbu Panjang (L_x) : 720 cm
- Balok yang tertumpu : Balok HCB1, HCB2

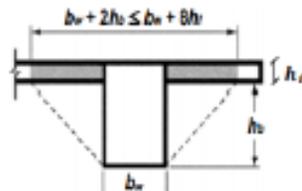
➤ Perhitungan perencanaan dimensi :

- Sket perencanaan :

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{5,25 \text{ m}}{7,2 \text{ m}} = 0,7 < 2 \text{ (Two way slab (pelat dua arah))}$$

➤ Perhitungan Balok interior (HCB1 525.175.7.11.14)

Menentukan lebar efektif sayap balok



Gambar 4.4 Lebar efektif sayap balok SNI 2847-2019 Pasal 8.4.1.8

$$b_e = b_w + 2h_b \leq b_w + 8h_f$$

$$\begin{aligned} b_{e1} &= b_w + 2(h - h_f) \\ &= 525 \text{ mm} + 2(175 \text{ mm} - 120 \text{ mm}) \\ &= 635 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{e2} &= b_w + 8h_f \\ &= 525 \text{ mm} + (8 \times 120 \text{ mm}) \\ &= 1485 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil, $b_{e1} = 1485 \text{ mm}$

Faktor Modifikasi

$$\begin{aligned} k &= \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)} \\ &= \frac{1 + 0,210 \times 0,686 \times 1,865}{1 + 0,144} \\ &= 1,109 \end{aligned}$$

Momen inersia lajur penampang

$$\begin{aligned} I_b &= k \times \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \\ &= 1,109 \times \frac{1}{12} \times 525 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3 \\ &= 259953143 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Momen inersia lajur pelat

$$\begin{aligned} I_p &= k \times \frac{1}{12} \times b_p \times h_f^3 \\ &= 1,109 \times \frac{1}{12} \times 7200 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3 \\ &= 1149470575 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Rasio kekakuan balok terhadap pelat

$$\alpha_1 = \frac{E_i \cdot I_b}{E_i \cdot I_p} = 0,226$$

o Perhitungan Balok Eksterior (RB1 30/60)

$$b_e = b_w + h_b \leq b_w + 4h_f$$

$$b_{e1} = b_w + (h - h_f)$$

$$= 525 \text{ mm} + (175 \text{ mm} - 120 \text{ mm})$$

$$= 580 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = b_w + 4h_f$$

$$= 525 \text{ mm} + (4 \times 120 \text{ mm})$$

$$= 1005 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil, $b_{e2} = 580 \text{ mm}$

Faktor Modifikasi

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$= \frac{1 + 0,105 \times 0,686 \times 1,816}{1 + 0,072}$$

$$= 1,055$$

Momen inersia lajur penampang

$$I_b = k \times \frac{1}{12} \times b_w \times h^3$$

$$= 1,055 \times \frac{1}{12} \times 525 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3$$

$$= 247292672 \text{ mm}^4$$

Momen inersia lajur pelat

$$I_p = k \times \frac{1}{12} \times b_p \times h_f^3$$

$$= 1,055 \times \frac{1}{12} \times 7200 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^3$$

$$= 1093488029 \text{ mm}^4$$

Rasio kekakuan balok terhadap pelat

$$\alpha_2 = \frac{E_i \cdot I_b}{E_i \cdot I_p} = 0,226$$

Dengan balok tumpu pada seluruh bentang sama maka,

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{0,905}{4} = 0,226$$

Tebal minimum pelat dua arah sesuai SNI 2847-2019

$$h = L_n \times \left(\frac{0,8 + \frac{f_y}{1400}}{36 + 9\beta_n} \right)$$

$$h = 7200 \text{ mm} \times \left(\frac{0,8 + \frac{240}{1400}}{36 + 9(1,371)} \right)$$

$$h = 69,192 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari 120mm

Maka pelat atap direncanakan dengan tebal 12 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah menganalisis struktur gedung hotel menggunakan metode analisis *Time History*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perilaku struktur dapat dilihat pada mode 1, 2 dan 3 pada U_x dan U_y .

Tabel 5.1 Perilaku Struktur

Mode	Periode sec	U_x	U_y
1	2.009	0.001	0.644
2	1.343	0.672	0.002
3	1.17	0.014	0.013

Dari mode 1 dan 2 diatas dapat di simpulkan bahwa struktur tersebut dominan mengalami translasi (tanpa rotasi) pada arah Y untuk mode 1 dan arah x untuk mode 2, berarti struktur tersebut mempunyai kekakuan yang cukup. Menurut “jurnal Perencanaan Gedung”, rotasi hanya boleh terjadi pada mode 3 tidak boleh terjadi pada mode 1 dan 2. Sehingga pada perhitungan ini disimpulkan bahwa gedung memenuhi syarat perencanaan.

2. Dari hasil *running* didapatkan perbandingan hasil gaya dasar sebagai berikut:

Tabel 5.2 Perbandingan *Base Shear* antara TH dan *Static equivalent*

Grond motion	Base Shear (<i>Time History</i>) kN		Base Shear - kN (<i>Static Equivalent</i>)		Perbandingan BaseShear (%)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Christchurch X	473.398	-	594.463	706.050	1.256	
Christchurch Y	-	549.931				1.284
El-Mayor X	591.082	-			1.006	
El-Mayor Y	-	694.858				1.016
L'Aquila X	474.113	-			1.254	
L'Aquila Y	-	695.023				1.016

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari hasil diatas maka dapat disimpulkan bahwa gaya geser dasar antara *Time History* dan *Static Equivalent* tidak jauh mengalami perbedaan dengan batasan tidak boleh melebihi 2%, maka dari tabel di atas bahwa gaya geser antara *Time History* dan *Static Equivalent* masih sesuai dengan SNI 1726:2019.

- Simpangan struktur adalah evaluasi tahap pertama sebelum suatu struktur siap untuk diambil gaya dalamnya hal ini dilakukan untuk memastikan struktur memenuhi persyaratan kestabilan yang diatur berdasarkan SNI 1726:2019. Berikut kontrol simpangan yang terjadi pada gedung.

Tabel 5.3 Kontrol Simpangan Struktur akibat Beban Gempa

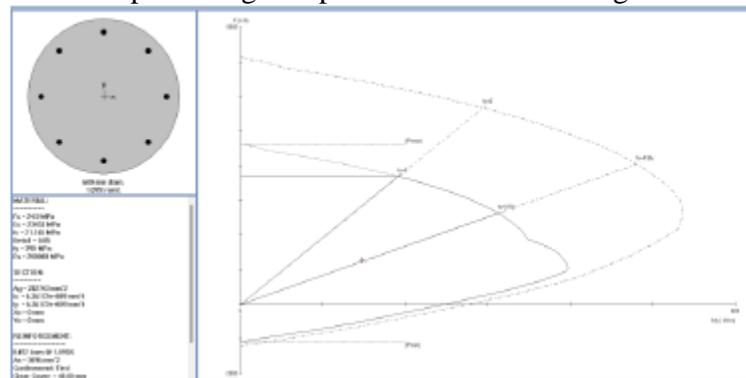
Lokasi	Tinggi (mm)	Displacement (mm)	δe	δx	Δa	Kontrol
Lantai 10	2500	43.425	-1.656	-9.1	50	OK
Lantai 9	3500	45.081	5.957	32.8	70	OK
Lantai 8	3500	39.124	6.355	35.0	70	OK
Lantai 7	3500	32.769	6.526	35.9	70	OK
Lantai 6	3500	26.243	6.622	36.421	70	OK
Lantai 5	3500	19.621	6.004	33.022	70	OK
Lantai 4	3500	13.617	5.769	31.7295	70	OK
Lantai 3	3500	7.848	4.152	22.836	70	OK
Lantai 2	3500	3.696	3.542	19.481	70	OK
Lantai 1	500	0.154	0.154	0.847	10	OK

sumber: hasil analisa, 2022

Dari hasil tabel 5.3 dapat dilihat bahwa persyaratan $\delta x < \Delta a$ telah sesuai dengan SNI 1726:2019; Pasal 7.8.6. Hal ini mengindikasikan bahwa kekakuan struktur tidak terlalu kaku (fleksibel) sehingga simpangan antar lantai δx tidak melapui batasan ijin.

- Dari hasil yang diperoleh untuk pondasi yang digunakan menggunakan pondasi tiang borepile hal ini mengacu pada gambar yang telah ada sebelumnya.

Berikut diagram interaksi pada tiang borepile diameter 60 cm dengan kedalam 10 m.



Gambar 5.4 Gambar Diagram interaksi tiang bored pile dengan Pu (Momen Aksial Kolom)

Dari hasil diagram interaksi diatas menunjukkan bahwa dengan diameter borepile 60 cm dengan besi tulangan 8 D22, masih mampu atau sangat mampu menahan beban aksial yang terjadi pada kolom, dan tidak melewati batasan diagram tersebut.

Saran

Adapun saran dalam tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut:

1. Menggunakan rekaman gempa yang ada di Indonesia.
2. Memperhatikan parameter-parameter yang akan digunakan dalam proses analisis pushover dengan bantuan program software, agar hasil analisis akurat dan sesuai dengan kondisi yang terjadi akibat gempa.
3. Untuk hasil time history yang lebih akurat diperlukan spektra matching yang benar dalam proses inputnya.
4. Menggunakan rekaman gempa lebih dari 4 buah.