

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dalam perencanaan perhitungan gedung mengikuti tahapan perencanaan berdasarkan gedung SNI 2847-2019. Kemudian untuk analisis gempa menggunakan SNI 1726:2019 dengan menggunakan pembebanan menurut SNI 1727-2020 yang di visualisasikan kedalam Etabs V₁₉.

Pada preliminary design, perencanaan gedung menggunakan dimensi struktur sebagai berikut :

Ukuran balok	= 250 x 400 mm
Ukuran kolom	= 650 x 650 mm
Ukuran dinding geser	= 350 mm
Ukuran pelat lantai dan atap	= 120 mm
Modulus Elastisitas beton	= 27805.57 SNI 2847:2019 pasal 19.2.2

4.2 Cek Batasan *Preliminary Design*

4.2.1 Dimensi balok

Batasan penentuan dimensi balok dihitung berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.6.2. Maka dilakukan pengecekan sebagai berikut :

1. Bentang bersih minimal $l_n > 4 \times$ tinggi efektif balok

$$l_n = 4 \text{ m}$$

$$4000 - 650 = 4 \times 329$$

$$3350 \text{ mm} > 1316 \text{ mm (OK)}$$

2. b_w tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari $0,3h$ atau 250 mm

$$b_w = 0,3h \text{ atau } 250 \text{ mm}$$

$$250 \text{ mm} = 0,3 \times 400 \text{ atau } 250 \text{ mm}$$

$$250 \text{ mm} > 120 \text{ mm atau } 250 \text{ mm (OK)}$$

3. Proyeksi balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari c_2 dan $0,71c_1$ pada masing-masing sisi kolom.

$$\text{Lebar maks balok} < \text{Lebar maks kolom}$$

$$250 \text{ mm} < 650 \text{ mm (OK)}$$

4.2.2 Dimensi kolom

Penentuan dimensi kolom sesuai SNI 2847:2019 pasal 18.7.2. Maka dilakukan pengecekan sebagai berikut :

1. Ukuran penampang terkecil kolom $> 300 \text{ mm}$

$$650 \times 650 \text{ mm} > 300 \text{ mm (OK)}$$

2. Rasio ukuran kolom tidak boleh $> 0,4$

$$650/650 > 0,4$$

$$1 > 0,4 \text{ (OK)}$$

4.2.3 Dimensi Shearwall

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 11.3.1.1, ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang dari $1/25$ tinggi atau panjang bagian dinding yang ditopang secara lateral, diambil yang terkecil, dan tidak kurang daripada 100 mm . Oleh karena itu, akan direncanakan ketebalan dinding geser sebagai berikut.

Panjang bentang Shearwall = 4 m

Tinggi Shearwall = 3,5

$$\begin{aligned}h_{\min} &= l/25 \\&= 4000/25 \\&= 160 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_{\min} &= l/25 \\&= 3500/25 \\&= 140 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan ketebalan 350 mm

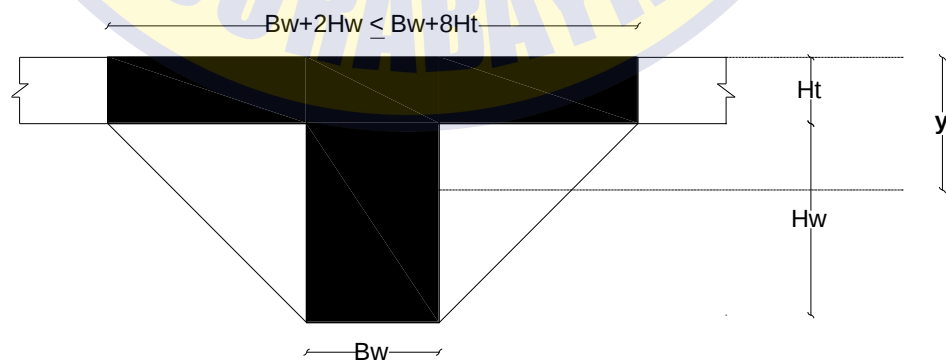
Jadi, digunakan tebal dinding geser sebesar 350 mm telah memenuhi syarat

SNI 2847-2019 Pasal 11.3.1.1.

4.2.4 Dimensi pelat

Penentuan dimensi tebal minimum pelat sesuai SNI 2847:2019 pasal 18.3.

Maka dilakukan pengecekan menggunakan balok 300x500 mm sesuai perhitungan berikut :



Gambar 4.1 Penampang balok-plat

Diketahui :

$$H_b = 400 \text{ mm}$$

$$B_w = 250 \text{ mm}$$

$$H_t = 120 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} H_w &= H_b - h_t \\ &= 400 - 120 \end{aligned}$$

$$= 280 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Be_1 &= 2H_w + B_w \\ &= (2 \times 280) + 250 \\ &= 810 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Be_2 &= B_w + 8H_t \\ &= 250 + (8 \times 120) \\ &= 1210 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai terkecil dari Be_1 dan Be_2 maka digunakan nilai $Be_1 = 810 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_{sayap} &= Be \times H_t \\ &= 810 \times 120 \\ &= 97200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{badan} &= B_w \times H_w \\ &= 250 \times 280 \\ &= 70000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{total} &= A_{sayap} + A_{badan} \\ &= 97200 + 70000 \\ &= 167200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$Y = \frac{(A_{sayap} \times \frac{1}{2}H_t) + (A_{badan} \times \frac{1}{2}B_w + H_t)}{A_{total}}$$

$$Y = \frac{(97200 \times \frac{1}{2} \times 120) + (70000 \times (\frac{1}{2} \times 300 + 120))}{167200}$$

$$= 144 \text{ mm}$$

$$Y_2 = H_b - Y$$

$$= 400 - 144 \text{ mm}$$

$$= 256 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan titik berat penampang maka dilakukan perhitungan nilai Momen Inersia balok T sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_b &= \left(\left(\frac{1}{2} \times B_e \times H_t^3 \right) + (A_{sayap} \times (\frac{1}{2} H_t - Y)^2) \right) + \left(\left(\frac{1}{2} \times B_w \times H_w^3 \right) + (A_{badan} \times (\frac{1}{2} H_w - Y_2)^2) \right) \\ &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 810 \times 120^3 \right) + (97200 \times (\frac{1}{2} \times 120 - 144)^2) \right) + \left(\left(\frac{1}{2} \times 250 \times 280^3 \right) + (70000 \times (\frac{1}{2} \times 280 - 256)^2) \right) \\ &= 2201724530 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Momen Inersia pelat arah pendek :

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{1}{2} \times (L_y - \frac{1}{2}bw - \frac{1}{2}bw) \times H_t^3 \\ &= \frac{1}{2} \times (4000 - \frac{1}{2}250 - \frac{1}{2}250) \times 120^3 \\ &= 540000000 \text{ mm}^4 \\ \alpha_{fs} &= \frac{E_b \times I_b}{E_s \times I_s} \\ &= \frac{27805.57 \times 2201724530}{27805.57 \times 540000000} \\ &= 4.08 \end{aligned}$$

Momen Inersia pelat arah panjang :

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{1}{2} \times (L_x - \frac{1}{2}bw - \frac{1}{2}bw) \times H_t^3 \\ &= \frac{1}{2} \times (4000 - \frac{1}{2}250 - \frac{1}{2}250) \times 120^3 \\ &= 540000000 \text{ mm}^4 \\ \alpha_{f1} &= \frac{E_b \times I_b}{E_1 \times I_1} \end{aligned}$$

$$= \frac{27805.57 \times 2201724530}{27805.57 \times 540000000}$$

$$= 4.08$$

Maka,

$$L_y, L_n = 3750$$

$$L_x = 3750$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_{fs} + \alpha_{f1}}{2}$$

$$= \frac{4.08 + 4.08}{2}$$

$$= 4.08$$

$$\beta = \frac{L_y}{L_x}$$

$$= \frac{3750}{3750}$$

$$= 1$$

Dikarenakan $\alpha_{fm} = 4.08 > 2$, maka dalam perhitungan tebal pelat minimum menggunakan rumus ke 2 dalam aturan SNI 2847:2019 pasal 18.3. sebagai berikut:

$$h = \frac{L_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h = \frac{3750 \left(0.8 + \frac{400}{1400} \right)}{36 + (9 \times 1)}$$

$$= 90.48 \text{ mm dan tidak boleh kurang dari 90 mm}$$

Maka, asumsi awal tebal pelat 120 mm telah **memenuhi syarat** dan dapat digunakan.

4.3 Pembebanan yang digunakan

Beban yang diperhitungkan didalam struktur ini menggunakan peraturan SNI 1727:2020 dan ASCE 7-10 sebagai berikut :

a. Beban Mati

- Beban beton bertulang (Beban sendiri) = 23.6 KN
- Beban Keramik, MEP dan Plafon Lantai = 1.44 KN
- Beban MEP dan Plafon Atap = 0.39 KN
- Beban Dinding = 7,13 KN/m

b. Beban Hidup

- Lantai 2-10
Ruang Kantor = 2.4 KN /m²
- Atap = 3.4 KN/m²

c. Beban Gempa

Mengenai respon spektrum dari analisa dinamik dan analisa statik ekuivalen sepenuhnya mengikuti Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, SNI 1726:2019 dengan Lokasi Kabupaten Nias, faktor keutamaan $I = 1$ dan factor reduksi gempa $R=8$ dalam arah x dan arah y.

Tabel 4.1 Data Gempa Lokasi Kabupaten Nias

Variabel	Nilai
SS (g)	1.5
S1 (g)	0.626
FA	0.9
FV	2.4
SMS (g)	1.2
SM1 (g)	1.25
SDS (g)	0.9
SD1 (g)	1.0016
T0 (detik)	0.21
TS (detik)	1.05
Rx=Ry	8
KDS	D
KDS 1 detik	D

4.4 Perhitungan Beban Mati dan Hidup

4.4.1 Beban Mati

Dalam pembebanan yang akan ditinjau hanya beban lantai atap saja selebihnya sudah dimasukan ke dalam tabel :

$$\begin{aligned}\text{Pelat} &= A_{\text{atap}} \times H_t \times W_{bb} \\ &= 400 \times 0.12 \times 23.6 \\ &= 1131 \text{ Kn}\end{aligned}$$

$$\text{Balok} = P_{\text{balok}} \times \text{Dimensi Balok} \times W_{\text{bb}}$$

$$= 201 \times 0.25 \times 0.4 \times 23.6$$

$$= 473.6 \text{ Kn}$$

$$\text{Kolom} = \text{Dimensi Kolom} \times N_{\text{kolom}} \times H \times 0.5 \times W_{\text{bb}}$$

$$= 0.65 \times 0.65 \times 36 \times 3.5 \times 0.5 \times 23.6$$

$$= 627.2 \text{ Kn}$$

$$\text{Dinding Bata Merah} = \text{Panjang Dinding} \times W_{\text{batamerah}}$$

$$= 80 \times 7.13$$

$$= 570 \text{ Kn}$$

$$\text{Dinding Geser} = \text{Luas dinding} \times h \times 0.5 \times W_{\text{bb}}$$

$$= 230.9 \text{ Kn}$$

$$\text{MEP dan Plafond} = \text{Luas Lantai} \times \text{Beban MEP}$$

$$= 400 \times 0.39$$

$$= 156 \text{ Kn}$$

$$\text{Total beban Atap} = \mathbf{3024.98 \text{ Kn}}$$

Tabel 4.2 Beban Mati Per Lantai

BEBAN MATI (Kn)											
Keterangan	Atap	Lantai 10	Lantai 9	Lantai 8	Lantai 7	Lantai 6	Lantai 5	Lantai 4	Lantai 3	Lantai 2	Base
Plat	1131	1131	1131	1131	1131	1131	1131	1131	1131	1131	0
Balok	473.6	473.6	473.6	473.6	473.6	473.6	473.6	473.6	473.6	473.6	0
Kolom	627.2	1254.4	1254.4	1254.4	1254.4	1254.4	1254.4	1254.4	1254.4	1881.6	0
Dinding Bata	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	0
Dinding Geser	230.9	461.8	461.8	461.8	461.8	461.8	461.8	461.8	461.8	692.8	0
Plafond dll	156	576	576	576	576	576	576	576	576	576	0
Jumlah	3189.16	4467.27	4467.27	4467.27	4467.27	4467.27	4467.27	4467.27	4467.27	5325.37	0

4.4.2 Beban Hidup

Dalam pembebanan beban hidup yang akan ditinjau hanya beban lantai atap saja selebihnya sudah dimasukan ke dalam tabel :

$$\begin{aligned}\text{Beban Hidup Atap} &= \text{Luas} \times \text{Beban Atap} \\ &= 400 \times 3,6 \\ &= 1440 \text{ Kn}\end{aligned}$$

Tabel 4.3 Beban Hidup Per Lantai

Beban Hidup (Kn)											
Keterangan	Atap	Lantai 10	Lantai 9	Lantai 8	Lantai 7	Lantai 6	Lantai 5	Lantai 4	Lantai 3	Lantai 2	Base
Atap Datar	1440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kantor	0	960	960	960	960	960	960	960	960	960	0
Jumlah	1440	960	960	960	960	960	960	960	960	960	0

4.5 Beban Gempa sesuai SNI 1726:2019

4.5.1 Data Beban Gempa

Pada pembebanan gempa bangunan gedung seluruh sudah diatur dalam SNI 1726:2019. Dibawah ini data gempa yang akan diteliti.

Fungsi Gedung : Perkantoran

Kategori Resiko : II

Faktor Keutamaan : 1

Klasifikasi situs : SE (Tanah Lunak)

Lokasi gempa : Nias (Tabel 3.1 Desain Percepatan Respons Spektral)

KDs : D

KDs_{1detik} : D

Sistem Rangka : Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

R : 8

Ω : 3

C_d : 5.5

C_u : 1.4

C_t : 0.0046

x : 0.9

Parameter-parameter diatas akan digunakan dalam perhitungan beban Statik Ekuivalen.

4.5.2 Perhitungan Berat Seismic Efektif (W)

Dalam melakukan perhitungan menggunakan kombinasi 1D + 0.5 L;

Tabel 4.4 Berat Seismik Efektif

Berat Seismik Efektif				
Level	DL (Kn)	LL (Kn)	1D+0.5L (Kn)	1D+0.5L (Ton)
Atap	3189.2	1440	3909	390.9
10	4467	960	4947	494.7
9	4467	960	4947	494.7
8	4467	960	4947	494.7
7	4467	960	4947	494.7
6	4467	960	4947	494.7
5	4467	960	4947	494.7
4	4467	960	4947	494.7
3	4467	960	4947	494.7
2	5325	960	5805	580.5
Base	0	0	0	0

Nilai total berat sesimik $W_t = 44835.576$ kN

4.5.3 Perhitungan Beban Gempa Statik Ekuivalen

Dalam perhitungan pembebanan Statik Ekuivalen sepenuhnya menggunakan peraturan SNI 1726:2019. Dibawah ini perhitungan pembebanan gempa metode Statik Ekuivalen.

4.5.3.1 Nilai Periode Getar Fundamental (T)

Berdasarkan SNI 1726:2019 dalam mencari nilai periode getar fundamental sebagai berikut:

$$\begin{aligned}T_{a \min} &= C_t H_n^x \\&= 0.0466 \times 35^{0.9} \\&= 1.143002438 \text{ s} \\T_{a \max} &= C_u T_{a \min} \\&= 1.4 \times 1.143002438 \text{ s} \\&= 1.600203413 \text{ s} \\T_{a(\text{etabs})} &= 1.284 \text{ s}\end{aligned}$$

Dikarenakan nilai periode getar fundamental didasarkan pada (SNI 1726-2019) Pasal 7.8.2 maka T_a yang digunakan adalah $T_a = 1.284 \text{ s}$.

4.5.3.2 Nilai koefisien respons seismik (C_s)

Berdasarkan pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1.1. Koefisien respons seismik ditinjau dari arah arah x dan arah y sebagai berikut :

$$\begin{aligned}C_{s \min} &= 0.044.S_{DS}.I_e > 0,01 \\&= 0.044 \times 0.9 \times 1 > 0,01 \\&= 0.0396 > 0.01\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{s \text{ maks}} &= \frac{S_{Ds} \cdot I_e}{R} \\
 &= \frac{0.9 \times 1}{8} \\
 &= 0.1125 \\
 C_{s \text{ hitungan}} &= \frac{S_{D1} \cdot I_e}{T \cdot R} \\
 &= \frac{1.0016 \times 1}{1.284 \times 8} \\
 &= 0.097507788
 \end{aligned}$$

Berdasarkan ketentuan Pasal 7.8.1.1 maka nilai C_s yang digunakan adalah $C_s = 0.097507788$.

4.5.3.3 Nilai gaya geser dasar seismik respons ragam pertama (V_1)

Berdasarkan (SNI 1726:2019) Pasal 7.8.1 nilai gaya geser dasar seismik respons ragam pertama (V_1) dapat diketahui dalam perhitungan berikut ini :

$$V_1 = C_1 \times W_t$$

$$V_1 = 0.097507788 \times 44835.576$$

$$V_1 = 4371.82$$

Jadi nilai gaya geser dasar seismiknya adalah $V_1 = 4371.82$

4.5.3.4 Nilai Distribusi Vertikal Gaya Geser Dasar Seismik (F_{xy})

Berdasarkan SNI 1726:2019 dalam menghitung nilai distribusi vertikal gaya geser dasar seismic (F_{x-y}) seperti perhitungan dibawah ini. Dalam perhitungan ini Ianya dilakukan pada F_{x-y} atap, selebihnya telah dimasukan kedalam tabel.

$$F_{x-y \text{ atap}} = C_{vx} \times V_1$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

$$= \frac{3909.156 \cdot 35^{1.392}}{3131562.200}$$

$$= 0.176$$

$$F_{x-y \text{ atap}} = 0.176 \times 4371.82$$

$$= 769.709 \text{ kN}$$

Jadi, dikarenakan gedung yang analisis berbentuk simetris maka beban F arah x-y sama. Maka nilai $F_{x-y \text{ atap}} = 769.709 \text{ kN}$.

Tabel 4.5 Beban Gempa Lateral

Level	H_i	H^x	W_i (Kn)	$W_i \times H_x$	C_{vx}	$F_i \text{ x-y}$
Atap	35	141.040	3909.156	551347.936	0.176	769.709
10	31.5	121.800	4947.265	602578.329	0.192	841.230
9	28	103.382	4947.265	511457.083	0.163	714.020
8	24.5	85.846	4947.265	424702.099	0.136	592.905
7	21	69.267	4947.265	342684.512	0.109	478.405
6	17.5	53.741	4947.265	265872.967	0.085	371.172
5	14	39.392	4947.265	194883.667	0.062	272.067
4	10.5	26.393	4947.265	130575.207	0.042	182.290
3	7	15.010	4947.265	74257.733	0.024	103.668
2	3.5	5.719	5805.375	33202.667	0.011	46.353
Base 1	0	0	0	0	0	0
Jumlah			44835.576	3131562.2	1	4371.818

4.5.4 Nilai Jumlah Ragam

Sesuai SNI:2019 pasal 7.9.1.1 analisis harus dilakukan dengan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 90% dari massa struktur. Dalam penelitian ini jumlah ragam sudah memenuhi persyaratan sesuai tabel berikut ini:

Tabel 4.6 Nilai Jumlah Ragam

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal 1	1	1.284	0.000003924	0.6975	0	0.000003924	0.6975	0	0.3347	0.000001883	0	0.3347	0.000001883	0
Modal 2	2	1.284	0.6975	0.000003924	0	0.6975	0.6975	0	0.000001883	0.3347	0	0.3347	0.3347	0
Modal 3	3	0.946	0	0	0	0.6975	0.6975	0	0	0	0.6884	0.3347	0.3347	0.6884
Modal 4	4	0.313	0.000000848	0.1806	0	0.6975	0.8781	0	0.3572	0.000001677	0	0.6919	0.3347	0.6884
Modal 5	5	0.313	0.1806	0.000000848	0	0.8781	0.8781	0	0.000001677	0.3572	0	0.6919	0.6919	0.6884
Modal 6	6	0.221	0	0	0	0.8781	0.8781	0	0	0	0.1914	0.6919	0.6919	0.8798
Modal 7	7	0.143	0	0.0609	0	0.8781	0.939	0	0.133	0	0	0.8249	0.6919	0.8798
Modal 8	8	0.143	0.0609	0	0	0.939	0.939	0	0	0.133	0	0.8249	0.8249	0.8798
Modal 9	9	0.1	0	0	0	0.939	0.939	0	0	0	0.0628	0.8249	0.8249	0.9427
Modal 10	10	0.089	0	0.0273	0	0.939	0.9664	0	0.0762	0	0	0.9011	0.8249	0.9427
Modal 11	11	0.089	0.0273	0	0	0.9664	0.9664	0	0	0.0762	0	0.9011	0.9011	0.9427
Modal 12	12	0.064	0	0.0143	0	0.9664	0.9807	0	0.0402	0	0	0.9414	0.9011	0.9427

4.5.5 Nilai Gaya Geser Dasar Seismik Spektrum Respons Ragam (V_t)

Pada Pemodelan *ETABS* dapat menghitung besarnya gaya geser dasar akibat beban gempa (V_t).

$$V_{tx} = 4950.23$$

$$V_{ty} = 4950.23$$

4.5.6 Nilai Faktor Skala Gaya Geser Dasar

Berdasarkan (SNI 1726:2019) Nilai faktor skala tersebut dapat dihitung dengan Persamaan (2.27) (SNI 1726:2019) Pasal 7.9.2.5.2:

$$\text{Faktor skala} = \frac{V_{xy}}{V_t} > 1$$

$$\text{Faktor skala} = \frac{4950.23}{4371.82} > 1$$

$$= 1.23 > 1$$

Jadi, Berdasarkan (SNI 1726:2019) Pasal 7.9.1.4.1, nilai gaya geser dasar seismik respons spektrum (V_t) lebih besar 100% maka bisa dipakai.

4.5.7 Nilai Faktor Redudansi (ρ)

Berdasarkan (SNI 1726:2019) Pasal 7.3.4.2, untuk struktur yang dirancang pada kategori desain seismik D, E atau F, maka ρ harus sama dengan 1.3 artinya apabila ditemukan gedung tidak beraturan. Maka dikarenakan gedung simetris maka nilai faktor redudansi (ρ) yang digunakan adalah $\rho = 1$.

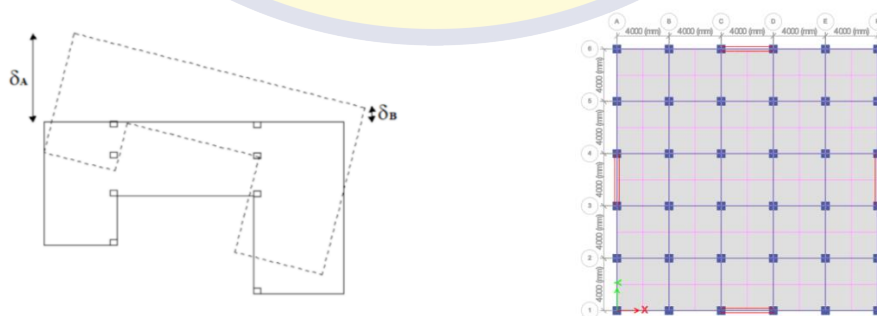
4.6 Pengecekan Ketidakberaturan

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.3.2 struktur harus diklasifikasikan beraturan atau tidak bertaturan berdasarkan pada aturan yang terdapat pasal tersebut. Dalam klasifikasi tersebut harus diasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertikal.

4.6.1 Ketidakberaturan Horizontal

4.6.1.1 Cek Ketidakberaturan Horizontal Torsi 1a dan 1b

Berdasarkan SNI 1726:2019 dilakukan perhitungan yang sudah ditabelkan dibawah ini:



Gambar 4.2 Ketidakberaturan Tors 1a dan 1b

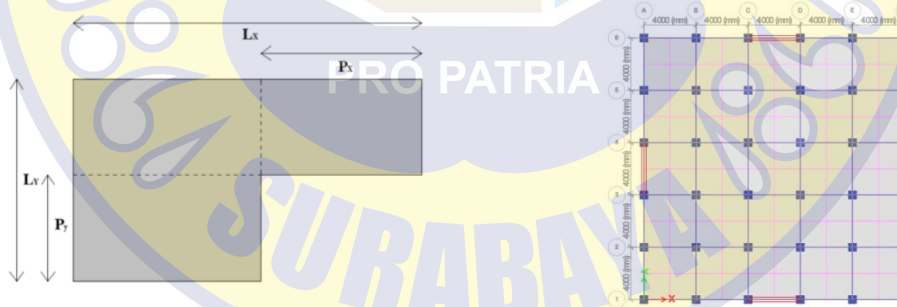
Tabel 4.7 Perhitungan Pengecekan Ketidakberaturan Torsi 1a dan 1b

Story	Load Case	UX Joint 1	UX Joint 36	$\Delta 6$	$\Delta 36$	Δ_{max}	Δ_{avg}	$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}}$	$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}}$	$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}}$
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	>1.2	>1.4
Story10	DX max	102.543	102.543	11.032	11.032	11.032	11.032	1	No	No
Story9	DX max	91.511	91.511	11.787	11.787	11.787	11.787	1	No	No
Story8	DX max	79.724	79.724	12.279	12.279	12.279	12.279	1	No	No
Story7	DX max	67.445	67.445	12.564	12.564	12.564	12.564	1	No	No
Story6	DX max	54.881	54.881	12.504	12.504	12.504	12.504	1	No	No
Story5	DX max	42.377	42.377	11.996	11.996	11.996	11.996	1	No	No
Story4	DX max	30.381	30.381	10.945	10.945	10.945	10.945	1	No	No
Story3	DX max	19.436	19.436	9.262	9.262	9.262	9.262	1	No	No
Story2	DX max	10.174	10.174	6.883	6.883	6.883	6.883	1	No	No
Story1	DX max	3.291	3.291	3.291	3.291	3.291	3.291	1	No	No
Base	DX max	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan torsi 1a dan 1b.

4.6.1.2 Cek Ketidakberaturan Sudut Dalam

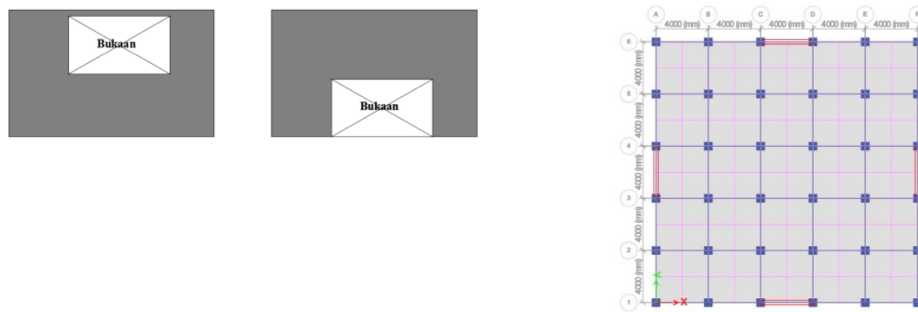
Berdasarkan SNI 1726:2019 Jika $P_x > 0.15L_x$ atau $P_y > 0.15L_y$ maka terjadi ketidakberaturan sudut. Pada gedung ini $P_x=L_x$ dan $P_y=L_y$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan sudut dalam.



Gambar 4.3 Ketidakberaturan Sudut Dalam

4.6.1.3 Cek Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

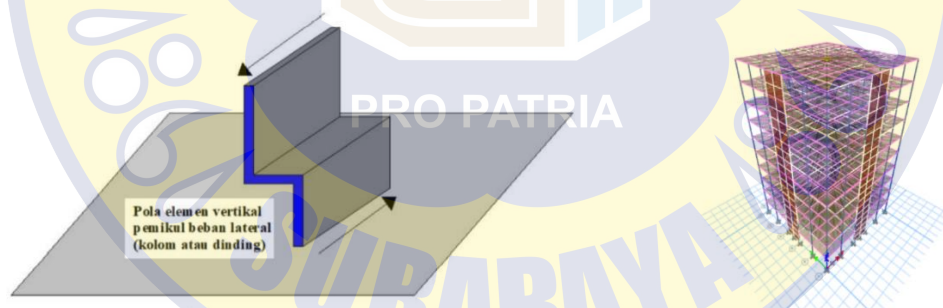
Berdasarkan SNI 1726:2019 Jika luas bukaan $> 50\%$ luas total denah, maka terjadi ketidakberaturan diafragma. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan diskontinuitas diafragma.



Gambar 4.4 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

4.6.1.4 Cek Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus terhadap Bidang

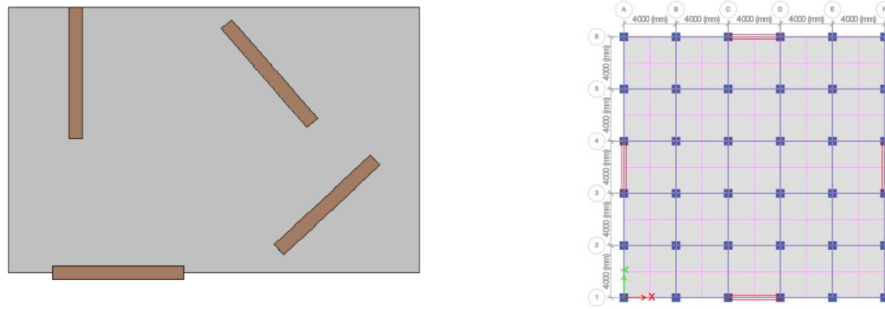
Berdasarkan SNI 1726:2019 jika terdapat elemen vertikal penahan gaya lateral (kolom/dinding struktural) yang tidak menerus sampai fondasi maka terjadi ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus. Maka disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang.



Gambar 4.5 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus terhadap Bidang

4.6.1.5 Cek Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel

Berdasarkan SNI 1726:2019 jika terdapat elemen vertikal penahan gaya lateral (kolom/dinding struktural) yang tidak segaris dengan arah sumbu X dan Y, maka terjadi ketidakberaturan sistem non-paralel. Maka disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan sistem non-paralel



Gambar 4.6 Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel

4.6.2 Ketidakberaturan Vertikal

4.6.2.1 Cek Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Berdasarkan SNI 1726:2019 dilakukan perhitungan yang sudah ditabelkan dibawah ini:

Tabel 4.8 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunakn 1a

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiff X	Stiffness < 70%	Stiffness < 80%
		kN	mm	kN/mm	Above	Above
Story10	ΔX	942.8935	11.246	83.84391		
Story9	ΔX	1973.4	11.922	165.5262	No	
Story8	ΔX	2848.075	12.369	230.2676	No	
Story7	ΔX	3574.383	12.577	284.2033	No	
Story6	ΔX	4160.429	12.404	335.4188	No	
Story5	ΔX	4615.115	11.766	392.2556	No	
Story4	ΔX	4948.397	10.561	468.5346	No	
Story3	ΔX	5171.702	8.705	594.092	No	
Story2	ΔX	5298.696	6.06	874.4199	No	
Story1	ΔX	5355.478	3.291	1627.455	No	No
Base	ΔX	0	0	0	0	0

Dari hasil tabel diatas bisa disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak 1a.

4.6.2.2 Cek Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan 1b

Berdasarkan SNI 1726:2019 dilakukan perhitungan yang sudah ditabelkan dibawah ini:

Tabel 4.9 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan 1b

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiff X	Stiffness < 60%	Stiffness < 70%
		kN	mm	kN/mm	Above	Above
Story10	ΔX	942.8935	11.246	83.84391		
Story9	ΔX	1973.4	11.922	165.5262	No	
Story8	ΔX	2848.075	12.369	230.2676	No	
Story7	ΔX	3574.383	12.577	284.2033	No	
Story6	ΔX	4160.429	12.404	335.4188	No	
Story5	ΔX	4615.115	11.766	392.2556	No	
Story4	ΔX	4948.397	10.561	468.5346	No	
Story3	ΔX	5171.702	8.705	594.092	No	
Story2	ΔX	5298.696	6.06	874.4199	No	
Story1	ΔX	5355.478	3.291	1627.455	No	No
Base	ΔX	0	0	0	0	0

Dari hasil tabel diatas bisa disimpulkan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan1b.

4.6.2.3 Cek Ketidakberaturan Berat (Massa)

Berdasarkan SNI 1726:2019 dilakukan perhitungan ketidakberaturan massa yang sudah ditabelkan dibawah ini:

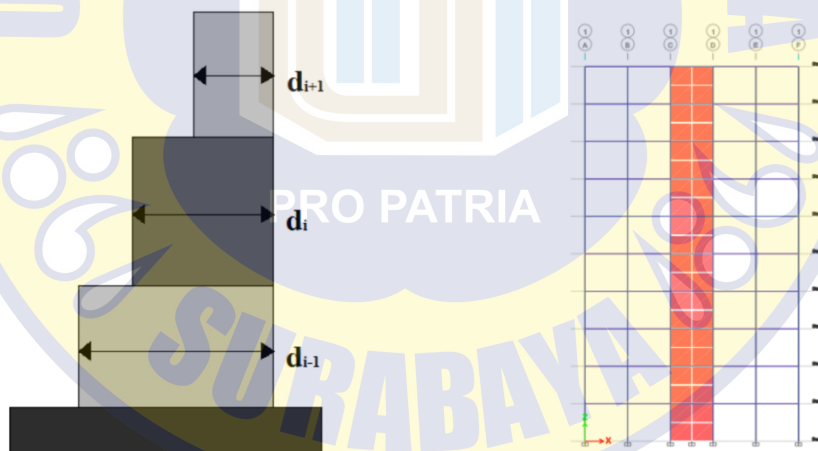
Tabel 4.10 Perbandingan berat antar lantai

Level	Berat (Kn)	Ratio	Cek > 1.5
10	3909	1.3	Tidak Terjadi
9	4947	1	Tidak Terjadi
8	4947	1	Tidak Terjadi
7	4947	1	Tidak Terjadi
6	4947	1	Tidak Terjadi
5	4947	1	Tidak Terjadi
4	4947	1	Tidak Terjadi
3	4947	1	Tidak Terjadi
2	4947	1	Tidak Terjadi
1	4947	1	Tidak Terjadi
Base	0	0	0

Jika ada massa efektif di sembarang tingkat >150% massa tingkat dekatnya (diatas atau dibawah) maka terjadi ketidakberaturan berat/massa. Dalam hal ini tidak terjadi ketidakberaturan massa.

4.6.2.4 Cek Ketidakberaturan Geometri Vertikal

Berdasarkan SNI 1726:2019 jika dimensi horizontal elemen pemikul gaya seismic di sembarang tingkat > 130% dimensi horizontal elemen pemikul gaya seismic pada tingkat didekatnya (dibawah atau diatas) maka terjadi ketidakberaturan geometri vertikal (bila $d_i > 130\% \times d_{i-1}$ atau $d_i > 130\% \times d_{i+1}$). Dalam hal ini tidak terjadi ketidakberaturan geometri vertikal karena dimensi kolom seragam dari atas sampai bawah.

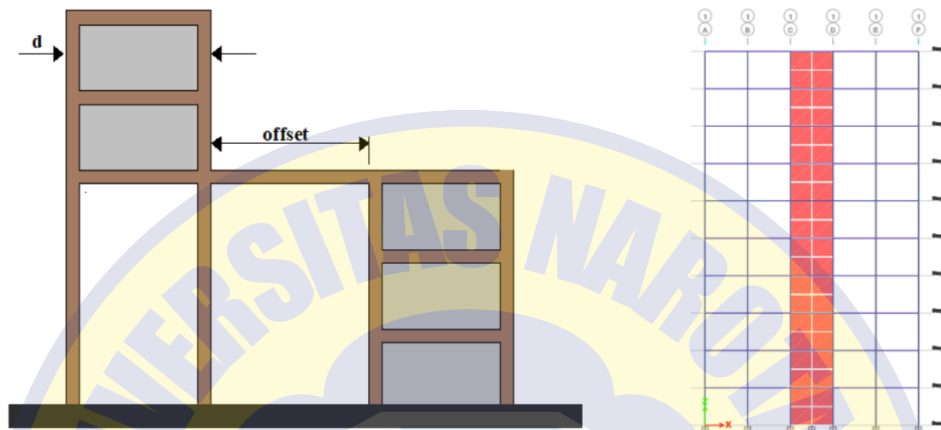


Gambar 4.7 Ketidakberaturan Geometri Vertikal

4.6.2.5 Cek Ketidakberaturan akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Lateral

Berdasarkan SNI 1726:2019 jika panjang “offset” atau pergeseran elemen vertikal > dimensi elemen vertikal diatasnya (*L above*) atau dimensi vertikal

dibawahnya (*L below*) maka terjadi ketidakberaturan elemen penahan gaya lateral vertikal. Dalam hal ini dapat disimpulkan tidak terjadi ketidakberaturan dikarenakan posisi kolom menerus dari atas sampai bawah.



Gambar 4.8 Ketidakberaturan Geometri Vertikal

4.6.2.6 Cek Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat (5a)

Berdasarkan SNI 1726:2019 dalam perhitungan kuat lateral tingkat 5a telah dimasukan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.11 Perhitungan ketidakberaturan kuat tingkat 5a

Story	Load Case	Location	VX	VY	$K_i < 80\% \times K_{i+1}$
			kN	kN	
Story10	ΔX	Bottom	942.8935	0	
Story9	ΔX	Bottom	1973.4002	0	No
Story8	ΔX	Bottom	2848.0747	0	No
Story7	ΔX	Bottom	3574.3833	0	No
Story6	ΔX	Bottom	4160.4294	0	No
Story5	ΔX	Bottom	4615.1151	0	No
Story4	ΔX	Bottom	4948.3972	0	No
Story3	ΔX	Bottom	5171.7024	0	No
Story2	ΔX	Bottom	5298.6957	0	No
Story1	ΔX	Bottom	5355.4781	0	No

Dari hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan kuat lateral tingkat 5a.

4.6.2.7 Cek Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat (5b)

Berdasarkan SNI 1726:2019 dalam perhitungan kuat lateral tingkat 5b telah dimasukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.12 Perhitungan ketidakberaturan kuat tingkat 5b

Story	Load Case	Location	VX	VY	$K_i < 65\% \times K_{i+1}$
			kN	kN	
Story10	ΔX	Bottom	942.8935	0	
Story9	ΔX	Bottom	1973.4002	0	No
Story8	ΔX	Bottom	2848.0747	0	No
Story7	ΔX	Bottom	3574.3833	0	No
Story6	ΔX	Bottom	4160.4294	0	No
Story5	ΔX	Bottom	4615.1151	0	No
Story4	ΔX	Bottom	4948.3972	0	No
Story3	ΔX	Bottom	5171.7024	0	No
Story2	ΔX	Bottom	5298.6957	0	No
Story1	ΔX	Bottom	5355.4781	0	No

Dari hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terjadi ketidakberaturan kuat lateral tingkat 5b.

4.7 Nilai Simpangan Lateral akibat beban Statik Ekuivalen untuk Gempa

Persamaan bentuk gedung yang dianalisis sehingga gedung mempunyai *displacement* arah x dan arah y yang sama, dibawah ini tabel *displacement* arah x dan y hasil running etabs.

Tabel 4.13 Nilai simpangan lateral akibat beban gempa

Lantai	H (m)	$\delta s (x)$	$\delta s (y)$
Atap	3.5	102.543	102.543
10	3.5	91.511	91.511
9	3.5	79.724	79.724
8	3.5	67.445	67.445
7	3.5	54.881	54.881
6	3.5	42.377	42.377
5	3.5	30.381	30.381
4	3.5	19.436	19.436
3	3.5	10.174	10.174
2	3.5	3.291	3.291
Base 1	0	0	0

4.8 Kontrol Simpangan antar Lantai (*Drift*)

Dari hasil *running* terdapat simpangan antar lantai, sesuai SNI 1726-2019 dalam perencanaan pembebanan gempa perlu dilakukan kontrol kinerja batas struktur dari gedung dari gedung analisis. Dalam control simpangan dilakukan 2 arah yaitu arah x dan y sesuai rumus dibawah ini :

$$\delta_s = \frac{C_d \times \delta_{se}}{I}$$

$$\Delta_1 = \delta_{s2} - \delta_{s1}$$

$$\text{Syarat : } \Delta_1 \leq \Delta_a = 0.020h_x$$

Dimana :

δ_{se} = perpindahan pada lantai ke-x

C_d = faktor pembesaran perpindahan (5.5)

I = faktor keutamaan gedung (1)

4.8.1 Nilai Simpangan antar Lantai arah x

Berikut ini adalah simpangan yang terdapat pada arah x:

Tabel 4.14 Simpangan Lantai arah x

Lantai	H (m)	δ_e (x)
Atap	3.5	102.543
10	3.5	91.511
9	3.5	79.724
8	3.5	67.445
7	3.5	54.881
6	3.5	42.377
5	3.5	30.381
4	3.5	19.436
3	3.5	10.174
2	3.5	3.291
Base 1	0	0

Sumber: Pengolahan data

Dalam perhitungan dibawah ini penulis melakukan perhitungan pada atap dan lantai 10 karena saling berhubungan dalam menentukan nilai Δ (*drift*), dan yang lainnya disajikan dalam bentuk tabel.

Diketahui :

$$\delta_{Atap} = 102.543 \text{ mm}$$

$$\delta_6 = 91.511 \text{ mm}$$

$$C_d = 5.5$$

$$I = 1$$

Maka,

$$\begin{aligned} - \delta_{Atap} &= \frac{C_d \times \delta_{se}}{I} \\ \delta_{Atap} &= \frac{5.5 \times 102.543}{1} \\ \delta_{Atap} &= 563.987 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \delta_6 &= \frac{C_d \times \delta_{se}}{I} \\ \delta_6 &= \frac{5.5 \times 91.511}{1} \\ \delta_6 &= 503.311 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \Delta_{Atap} &= \delta_{Atap} - \delta_6 \\ \Delta_{Atap} &= 563.987 - 503.311 \\ \Delta_{Atap} &= 60.676 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } \Delta_1 \leq \Delta_a = 0.020h_x$$

$$\Delta_{Atap} \leq \Delta_a = 0.020h_x$$

$$60.676 \leq \Delta_a = 0.020 \times 3500$$

$$60.676 \leq \Delta_a = 70$$

$$\mathbf{60.676 \leq 70 \quad \quad \quad OK}$$

Tabel 4.15 Nilai Kontrol simpangan antar lantai arah x

Lantai	H (m)	δ_e (x)	$\delta(x)$	$\Delta 1$ (x)	Δa (0.02Hx)	Keterangan
Atap	3.5	102.543	563.987	60.676	70	Yes
10	3.5	91.511	503.311	64.829	70	Yes
9	3.5	79.724	438.482	67.535	70	Yes
8	3.5	67.445	370.948	69.102	70	Yes
7	3.5	54.881	301.846	68.772	70	Yes
6	3.5	42.377	233.074	69.987	70	Yes
5	3.5	30.381	167.096	69.092	70	Yes
4	3.5	19.436	106.898	50.941	70	Yes
3	3.5	10.174	55.957	37.857	70	Yes
2	3.5	3.291	18.101	18.101	70	Yes
Base	0	0	0	0	0	Yes

Sumber: Pengolahan data

Dalam perhitungan sesuai peraturan SNI 1726:2019 yang terdapat pada tabel arah x diatas disimpulkan bahwa semua lantai memenuhi batas kinerja struktur yang telah ditentukan. Nilai tertinggi $\Delta = 69.987$ mm berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1 tidak melebihi batas ambang control dengan nilai $\Delta_a = 70$ mm.

4.8.2 Nilai Simpangan antar Lantai arah y

Berikut ini adalah simpangan yang terdapat pada arah y:

Tabel 4.16 Simpangan Lantai arah y

Lantai	H (m)	δ_e (y)
Atap	3.5	102.543
10	3.5	91.511
9	3.5	79.724
8	3.5	67.445
7	3.5	54.881
6	3.5	42.377
5	3.5	30.381
4	3.5	19.436
3	3.5	10.174
2	3.5	3.291
Base 1	0	0

Sumber: Pengolahan data

Dalam perhitungan dibawah ini penulis melakukan perhitungan pada atap dan lantai 10 karena saling berhubungan dalam menentukan nilai Δ (*drift*), dan yang lainnya disajikan dalam bentuk tabel.

Diketahui :

$$\delta_{Atap} = 102.543 \text{ mm}$$

$$\delta_6 = 91.511 \text{ mm}$$

$$C_d = 5.5$$

$$I = 1$$

Maka,

$$- \delta_{Atap} = \frac{C_d \times \delta_{se}}{I}$$

$$\delta_{Atap} = \frac{5.5 \times 102.543}{1}$$

$$\delta_{Atap} = 563.987 \text{ mm}$$

$$- \delta_6 = \frac{C_d \times \delta_{se}}{I}$$

$$\delta_6 = \frac{5.5 \times 91.511}{1}$$

$$\delta_6 = 503.311 \text{ mm}$$

$$- \Delta_{Atap} = \delta_{Atap} - \delta_6$$

$$\Delta_{Atap} = 563.987 - 503.311$$

$$\Delta_{Atap} = 60.676 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } \Delta_1 \leq \Delta_a = 0.020hx$$

$$\Delta_{Atap} \leq \Delta_a = 0.020hx$$

$$60.676 \leq \Delta_a = 0.020 \times 3500$$

$$60.676 \leq \Delta_a = 70$$

$$\mathbf{60.676 \leq 70 \quad \quad \quad OK}$$

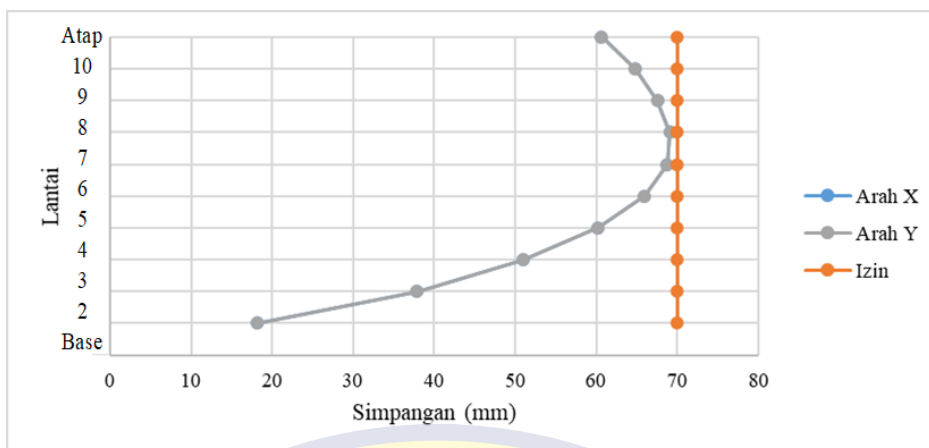
Tabel 4.17 Nilai kontrol simpangan antar lantai arah x

Lantai	H (m)	δ_e (y)	δ (y)	$\Delta 1$ (y)	Δa (0.02Hx)	Keterangan
Atap	3.5	102.543	563.987	60.676	70	Yes
10	3.5	91.511	503.311	64.829	70	Yes
9	3.5	79.724	438.482	67.535	70	Yes
8	3.5	67.445	370.948	69.102	70	Yes
7	3.5	54.881	301.846	68.772	70	Yes
6	3.5	42.377	233.074	69.987	70	Yes
5	3.5	30.381	167.096	69.092	70	Yes
4	3.5	19.436	106.898	50.941	70	Yes
3	3.5	10.174	55.957	37.857	70	Yes
2	3.5	3.291	18.101	18.101	70	Yes
Base	0	0	0	0	0	Yes

Sumber: Pengolahan data

Dalam perhitungan sesuai perturan SNI 1726:2019 yang terdapat pada tabel arah y diatas disimpulkan bahwa semua lantai memenuhi batas kinerja struktur yang telah ditentukan. Nilai tertinggi $\Delta = 69.987$ mm berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1 tidak melebihi batas ambang control dengan nilai $\Delta_a = 70$ mm.

Jadi, dalam gedung yang dianalisis dalam arah x dan arah y telah memenuhi ambang batas control yang bisa kita lihat pada gambar berikut:



Gambar 4.9 Perbandingan *Displacement* arah X dan arah Y

4.9 Hasil Analisis *Pushover*

4.9.1 Nilai Kurva Kapasitas

Kurva kapasitas (*capacity curve*) merupakan kurva hubungan antara perpindahan lateral lantai teratas/atap (*displacement*) dengan gaya geser dasar (*base shear*).

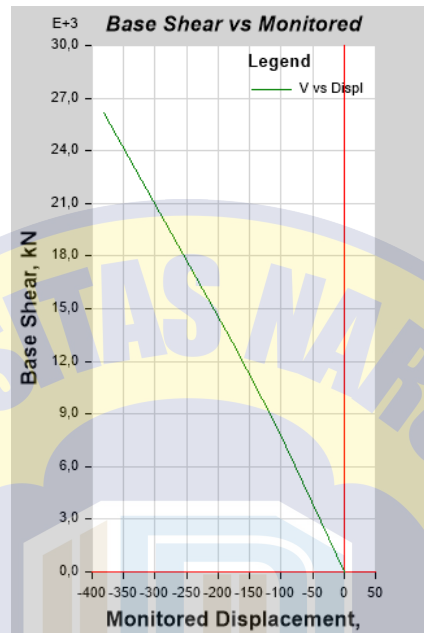
4.9.1.1 Nilai Kurva Kapasitas arah x-x

Dari hasil *running pushover* dengan program *ETABS v19* untuk arah x-x didapatkan 6 step pola beban dorong yang diberikan pada struktur hingga mengalami keruntuhan. 6 step pola beban dorong hasil *running* dengan *ETABS* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.18 Output beban dorong arah x-x

Step	Monitored Displ (mm)	Base Force (kN)	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	1236	0	0	0	0	1236	0	0	0	1236
1	-36.845	2891.1887	1234	2	0	0	0	1236	0	0	0	1236
2	-107.076	8283.9552	1086	150	0	0	0	1236	0	0	0	1236
3	-177.878	13092.318	758	478	0	0	0	1234	0	0	2	1236
4	-303.752	21167.683	626	610	0	0	0	1234	0	0	2	1236
5	-381.682	26123.337	582	654	0	0	0	1230	4	0	2	1236
6	-381.729	26126.332	582	654	0	0	0	1228	4	0	4	1236

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa keruntuhan terjadi mulai pada saat step 3 s/d 6 dengan posisi CP.



Gambar 4.10 Kurva Kapasitas arah x-x

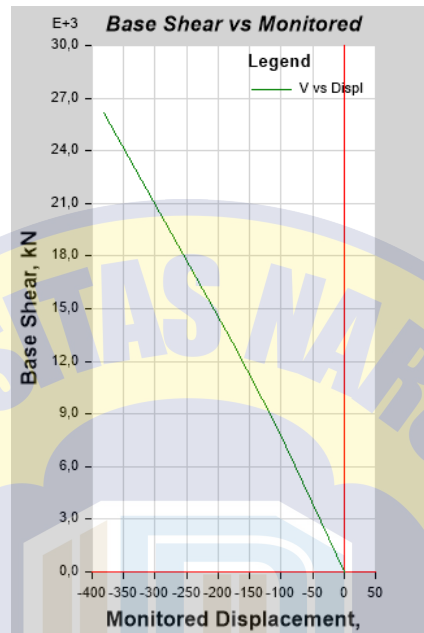
4.9.1.2 Nilai Kurva Kapasitas arah y-y

Dari hasil *running pushover* dengan program *ETABS v19* untuk arah y-y didapatkan 6 step pola beban dorong yang diberikan pada struktur hingga mengalami keruntuhan. 6 step pola beban dorong hasil *running* dengan *ETABS* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.19 Output beban dorong arah y-y

Step	Monitored Displ (mm)	Base Force (kN)	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	1236	0	0	0	0	1236	0	0	0	1236
1	-36.845	2891.1887	1234	2	0	0	0	1236	0	0	0	1236
2	-107.076	8283.9552	1086	150	0	0	0	1236	0	0	0	1236
3	-177.878	13092.318	758	478	0	0	0	1234	0	0	2	1236
4	-303.752	21167.683	626	610	0	0	0	1234	0	0	2	1236
5	-381.682	26123.337	582	654	0	0	0	1230	4	0	2	1236
6	-381.729	26126.332	582	654	0	0	0	1228	4	0	4	1236

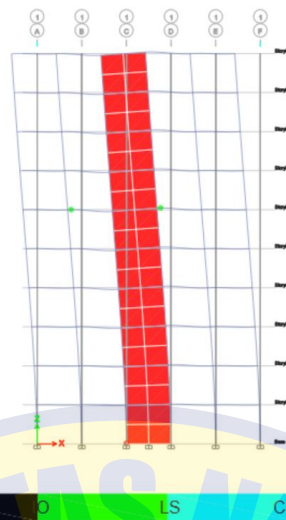
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa keruntuhan terjadi mulai pada saat step 3 s/d 6 dengan posisi CP.



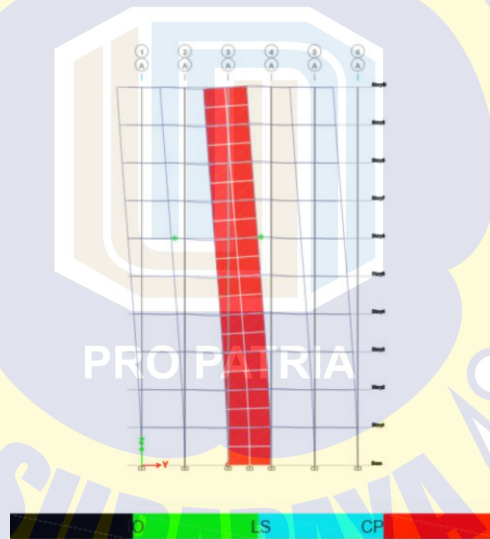
Gambar 4.11 Kurva Kapasitas arah y-y

4.9.2 Mekanisme Sendi Plastis

Pada gedung yang dianalisis memiliki sendi plastis yang sama antara arah x-x dan arah y-y- dikarenakan gedung yang di analisis simetris. Skema distribusi sendi plastis pada analisis pushover dapat dilihat pada Gambar 4.5 sampai dengan Gambar 4.12 menunjukkan perilaku struktur yang direncanakan konsep bangunan tahan gempa yaitu strong column - weak beam.



Gambar 4.12 Skema Distribusi Sendi Plastis Struktur Gedung SRMPK arah x-x



Gambar 4.13 Skema Distribusi Sendi Plastis Struktur Gedung SRMPK arah y-y

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa keruntuhan arah x-y terjadi pada step 3-6 dimana beberapa balok telah masuk dalam kategori IO- CP.

4.10 Evaluasi Kinerja Struktur dengan Spektrum Kapasitas ATC-40

Evaluasi kinerja struktur digunakan untuk menentukan kinerja struktur yang didesain. Dalam penelitian ini evaluasi kinerja strukturnya menggunakan metode ATC-40

Untuk menentukan metode ATC-40 maka perlu menghitung dan memasukan parameter-paramer yang sudah ditentukan.

4.10.1 Menentukan Nilai Ca dan Cv

Berdasarkan ATC-40 pasal 4.4.3.1 maka:

- a. Parameter respon percepatan pada periode 2.0 dt (S_{MS})

$$S_{MS} = 1.35 \text{ g}$$

- b. Parameter respon percepatan pada periode 1.0 dt (S_{m1})

$$S_{M1} = 1.5024 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} Ca &= 0.4 S_{MS} \\ &= 0.4 \times 1.35 \\ &= 0.54 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cv &= S_{M1} \\ &= 1.5024 \text{ g} \end{aligned}$$

Dimana nilai Ca dan Cv sudah langsung di running dalam etabs V19.

4.10.2 Menentukan *Struktural Behavior Type*

Berdasarkan *Struktural Behavior Type* ATC-40 maka, dipilih Type B dikarenakan gedung yang didesain adalah bangunan baru dan mempunyai *long periode respond*.

4.10.3 Menentukan *damping* para parameter

Damping parameter diisikan nilai 0.05 atau 5% (natural damping pada bangunan beton bertulang).

4.10.4 Hasil Evaluasi Kinerja Struktur ATC-40

Menurut ATC-40 untuk menentukan tingkat kinerja struktur yang diperlukan adalah nilai performance point (D) dan total tinggi gedung tersebut. Maka nilai perhitungan sesuai arah x-x dan y-y terdapat dibawah ini :

1. Tingkat Kinerja Struktur Arah x-x

$$\begin{aligned}\text{Level Kinerja x-x} &= \frac{D}{h} \\ &= \frac{381.729}{35000} \\ &= 0.011\end{aligned}$$

2. Tingkat Kinerja Struktur Arah y-y

$$\begin{aligned}\text{Level Kinerja x-x} &= \frac{D}{h} \\ &= \frac{381.729}{35000} \\ &= 0.011\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka dapat ditabelkan nilai target perpindahan (*performance point*) sesuai tabel berikut :

Tabel 4.20 Hasil Tingkat Kinerja Struktur ATC-40

Arah	Parameter	Hasil Analysis Pushover ATC-40
Arah x-x	Target perpindahan Δ (mm)	381.729
	Drift actual (Δ/T_{tot})	0.011
	Level Kinerja	Immediate Occupancy (IO)
Arah y-y	Target perpindahan Δ (mm)	381.729
	Drift actual ($\Delta m/T_{tot}$)	0.011
	Level Kinerja	Immediate Occupancy (IO)

Dari tabel diatas menurut aturan ATC-40 bahwa Level Kinerja gedung arah x-x dan y-y berada pada Immediate Occupancy (IO) dimana bangunan aman saat terjadi gempa, resiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerrusakam berarti, dan dapat difungsikan kembali serta tidak terganggu dengan masalah perbaikan, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Dengan hasil itu gedung yang dianalisis sudah sangat aman karena dalam ATC-40 Fungsi gedung perkantoran harusnya diperbolehkan sampai tingkat kinerja LF (Life Safety) namun gedung yang dianalisis hanya sampai pada tingkat kinerja IO (Immediate Ocupancy) sebelum tingkat kinerja LS (Life Safety).