



Analisis Kinerja Struktur Gedung Perkantoran Pabrik Pupuk Gresik dengan Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019 terhadap Simpangan Antar Lantai dan Pengaruh P-Delta

Achmad Muza'ki^{1✉}, Retno Trimurtiningrum²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia ^(1,2)

DOI: 10.31004/jutin.v7i3.30915

✉ Corresponding author:

[achmad.muzaki259@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Gempa;

SAP2000;

Simpangan Antar Lantai;

Pengaruh P-Delta

Gempa bumi adalah fenomena alam. Kekuatan gempa dapat diukur dengan menggunakan seismometer. Skala yang paling umum digunakan untuk mengukur kekuatan gempa adalah skala Richter. Besarnya kerusakan akibat gempa tidak hanya ditentukan berdasarkan kekuatannya, tetapi juga diukur dengan luas daerah terjadinya gempa. Kedalaman gempa yang terjadi dari dalam bumi juga dapat mempengaruhi potensi kerusakannya. Letak gempa bumi dekat dengan permukaan tanah, sehingga dapat mempunyai sifat merusak yang signifikan. Gempa bumi besar biasanya dapat memicu terjadinya gempa susulan, sehingga dapat diatasi dengan menggunakan proses temporal. Penelitian ini dilakukan sebuah analisis simpangan antar lantai dan pengaruh P-Delta struktur beton bertulang gedung perkantoran PT. Pupuk Lapan Harsa yang berdasarkan SNI 1726:2019. Dengan konsep perencanaan menggunakan bantuan *software* SAP2000. Hasil analisis gedung perkantoran pabrik pupuk Gresik dinyatakan aman dengan nilai simpangan antar lantai (*Story Drift*) pada arah sumbu x (Δ) yaitu sebesar 10,95 mm sampai dengan 31,85 mm, pada arah sumbu y (Δ) yaitu sebesar 10,95 mm sampai dengan 31,85 mm. Sedangkan, nilai pengaruh P-Delta pada arah sumbu x (θ) yaitu sebesar 0,007 sampai dengan 0,036, pada arah sumbu y (θ) yaitu sebesar 0,007 sampai dengan 0,036.

Abstract

Earthquakes are natural phenomena caused by natural events. The strength of an earthquake can be measured using a seismometer. The most commonly used scale to measure the strength of an earthquake is the Richter scale. The amount

Keywords:
Earthquake;
SAP2000;
Story Drift;
The Influence of P-Delta

of damage caused by an earthquake is not only determined based on its strength, but is also measured by the area where the earthquake occurs. The depth of an earthquake that occurs from within the earth can also affect the potential damage. Earthquakes are located close to the ground surface, so they can have significant destructive properties. Large earthquake can usually trigger aftershocks, so they can be overcome using temporal processes. This research carried out an analysis of story drift and the influence of P-Delta on the reinforced concrete structure of the office building PT. Pupuk Lapan Harsa based on SNI 1726:2019. With the planning concept using the help of SAP2000 software. The results of the analysis of the Gresik fertilizer factory office building were declared safe with a story drift in the x-axis (Δ) in the amount of 10,95 mm up to 31,85, in the y-axis (Δ) in the amount of 10,95 mm up to 31,85 mm. Meanwhile, the value of the influence of P-Delta in the x-axis (θ) in the amount of 0,007 up to 0,036, in the y-axis (θ) in the amount of 0,007 up to 0,036.

1. PENDAHULUAN

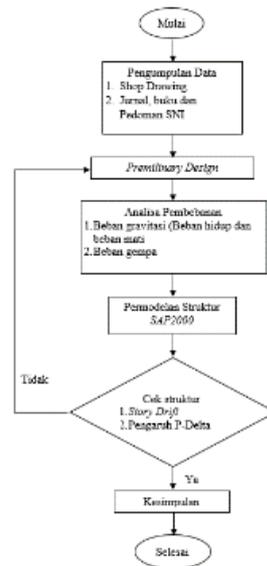
Pabrik pupuk gresik yang bergerak dalam bidang industri dalam pembuatan bahan pupuk dan terletak dikabupaten Gresik tepatnya di Jl. Raya Krikilan KM.28, Dusun Larangan, Krikilan, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik akan direncanakan dengan menggunakan struktur gedung perkantoran tahan gempa yang berdasarkan SNI 1726:2019 yaitu diharapkan dalam perencanaan pada elemen-elemen struktur tersebut meramalkan kinerja pada struktur bangunan terhadap beban lateral.

Gempa bumi adalah suatu fenomena alam yang disebabkan secara buatan/akibat dari aktivitas atau suatu tindakan manusia maupun dari peristiwa alam. Kekuatan suatu gempa dapat diukur dengan menggunakan seismometer. Skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi pada umumnya adalah skala Richter. Gempa bumi dengan skala Richter 3 atau sekitar 3 biasanya tidak dapat dirasakan, namun jika magnitudonya mencapai 7 Richter, maka dapat dipastikan gempa tersebut dapat menimbulkan dampak yang serius. Besarnya kerusakan yang ditimbulkan suatu gempa bumi tidak hanya ditentukan berdasarkan kekuatannya, tetapi juga diukur dari luas daerah terjadinya gempa. Kedalaman gempa yang terjadi dari dalam bumi juga dapat mempengaruhi potensi kerusakannya. Gempa bumi terletak dekat dengan permukaan tanah, sehingga dapat mempunyai sifat merusak yang sangat signifikan. (Brilliantina et al., 2021)

Prinsip bangunan tahan gempa adalah struktur utama yang menahan gaya horizontal itu bersifat duktail. Karena jika tahanan elastis terlampaui maka tidak akan terjadi getas mendadak, tetapi pada beberapa titik leleh akan terjadi terlebih dahulu. Konsep desain bangunan tahan gempa umumnya menggunakan konsep desain kapasitas. Konsep ini adalah suatu konsep desain yang memperhitungkan distribusi momen ketika suatu bagian dari struktur yang telah mengalami leleh sehingga struktur akan membentuk sendi plastis yang menyebabkan mekanisme keruntuhan plastis. (Antonius, 2021)

Penelitian ini dilakukan sebuah analisis kinerja struktur gedung perkantoran pabrik pupuk Gresik dengan pembebanan gempa yang berdasarkan SNI 1726:2019 terhadap simpangan antar lantai dan pengaruh P-Delta. Dengan konsep perencanaan berbasis kinerja (*Performance Based Design*) menggunakan bantuan *software* SAP2000.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart)

2.1 Preliminary Desain

Berdasarkan (Badan Standardisasi Nasional, 2019) SNI 2847:2019 perencanaan awal dari komponen-komponen struktur yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan balok

Balok merupakan struktur utama gedung atau disebut struktur primer, yang apabila terjadi gempa struktur tersebut tidak boleh hancur. Untuk balok nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan keseluruhan pelat h tidak boleh kurang dari batas minimum pada tabel 2.6, untuk f_y lebih dari 420 MPa persamaan pada tabel 2.6 harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$.

Table 1. Tinggi Minimum Balok Penampang

Kondisi Perletakan	Minimum h
Perletakan sederhana	1/16
Menerus satu sisi	1/18,5
Menerus dua sisi	1/21
kantilever	1/8

(Sumber: SNI 2847:2019)

2. Perencanaan kolom

Kolom sebaiknya dirancang dengan konsep kuat dan lemah agar memungkinkan terjadinya kerusakan terlebih dahulu pada balok ketika tingkat daktilitas struktur terhadap beban gempa telah terlampaui. Elemen konstruksi sebenarnya akan dirancang dengan sistem rangka yang tahan terhadap momen-momen khusus. Oleh karena itu, bangunan tersebut harus mempunyai tingkat kemampuan menanggulangi beban gempa yang tinggi. Salah satu komponen struktur terpenting yaitu kolom harus dirancang sesuai standar terbaru, sesuai SNI 2847:2019. (Hernadi & Alstony, 2024)

$$W = 1,2 \times DL + 1,4 \times LL \quad (2.1)$$

$$\Delta = \frac{W}{W (\phi f'c)} \tag{2.2}$$

$$B = \sqrt{\Delta} \tag{2.3}$$

Di mana :

W = Berat toal (Kg/m²)

Δ = Rencana awal dimensi kolom

B = Lebar dimensi balok (mm)

DL = *Dead load* (Beban mati) (Kg/m²)

LL = *Live load* (Beban hidup) (Kg/m²)

f'c = Mutu beton (MPa)

φ = Koefisien reduksi peninjau gempa

2.2 Pembebanan

Beban menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2020) SNI 1727:2020 yaitu gaya atau tindakan lain akibat berat semua bahan bangunan, penghuni dan properti, dampak lingkungan, perbedaan gerakan dan gaya penahan akibat dari perubahan dimensi. Beban permanen adalah beban yang variasinya terhadap waktu sangat jarang atau kecil. Semua beban lainnya adalah beban variabel.

1. Beban mati

Beban mati menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2020) SNI 1727:2020 adalah berat semua material konstruksi terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, langit-langit, tangga, partisi tetap, penyelesaian akhir, bangunan dan komponen arsitektur dan struktural lainnya serta peralatan servis terpasang lainnya, termasuk termasuk derek dan sistem pengangkutan material.

2. Beban hidup

Beban hidup menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2020) SNI 1727:2020 adalah Beban yang disebabkan oleh pengguna dan penghuni atau bangunan lain yang tidak termasuk beban dan beban lingkungan, seperti beban hujan, beban seismik, beban atau beban permanen.

3. Beban gempa

Beban seismik adalah beban yang terjadi pada percepatan getaran tanah pada saat terjadi gempa bumi . Untuk merencanakan struktur bangunan tahan gempa harus diketahui percepatan yang terjadi pada batuan dasar. Berikut adalah beberapa penjelasan mengenai Beban Gempa pada Struktur Gedung yang diatur dalam (SNI 1726 2019, n.d.):

a. Gempa rencana

Pengaruh Rencana Gempa harus diperiksa ketika merencanakan struktur bangunan beserta bagian dan perlengkapannya secara umum. Karena pengaruh gempa Rencana, maka bangunan secara keseluruhan harus tetap berdiri, jika sudah diambang kehancuran. Ditetapkan bahwa gempa bumi yang direncanakan akan mempunyai gempa bumi yang berulang selama 500 tahun, sehingga kejadiannya dibatasi hingga 10% selama masa umfi pembangunan 50 tahun.

b. Kategori risiko struktur bangunan dan faktor keutamaan gempa

Berikut adalah tabel kategori risiko bangunan dan faktor keutamaan gempa diatur dalam SNI 1726-2019.

Table 2. Kategori Risiko Struktur Bangunan

Jenis pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain : <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, Perkebunan, peternakan dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan kecil lainnya 	I

Jenis pemanfaatan	Kategori Resiko
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk kategori resiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/rumah susun - Pusat pembelanjaan - Bangunan industry - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan non-gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas Kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara 	III

(Sumber: SNI 1726:2019)

Table 3. Lanjutan Kategori Resiko Struktur Bangunan

<p>Gedung dan non-gedung, tidak termasuk dalam kategori IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan masal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas genangan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non-gedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, (termasuk, tapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan bakar kimia berbahaya, limbah berbahaya atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disarankan instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi Masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan non-gedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas Kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulan, dan kantor polis, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Struktur tambahan 	IV

Jenis pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non-gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV	

(Sumber: SNI 1726:2019)

Table 4. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor krutamaan gempa I_e
I dan II	1,0
III	1,25
IV	1,5

(Sumber: SNI 1726:2019)

c. Klasifikasi situs

Saat merumuskan kriteria desain seismik pada suatu bangunan yang di atas permukaan tanah atau menentukan penguatan besaran maksimum percepatan gempa dari batuan dasar ke atas permukaan suatu lokasi, lokasi harus diklasifikasikan dalam dahulu

Table 5. Klasifikasi Situs

Kelas Situs	V_s (m/s)	N atau N_{ch}	S_u
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 – 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat, dan batuan lunak)	350 – 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 – 350	15 – 50	50 – 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50

(Sumber: SNI 1726:2019)

d. Letak wilayah gempa dan spektrum respons percepatan gempa

Batas S_s (percepatan batas dalam waktu singkat) dan S_1 (percepatan batas dalam 1 detik) ditentukan tanggapan kecepatan 0,2. Dua dalam 1 detik di peta gerak tanah harus memiliki peluang 2% lebih. 50 tahun, berturut-turut (MCER, 2% sampai 50 tahun) dan ditunjukkan secara numerik, dengan memperhitungkan kecepatan gravitasi, jika S_1 0,04 g dan S_s 0,15 g.

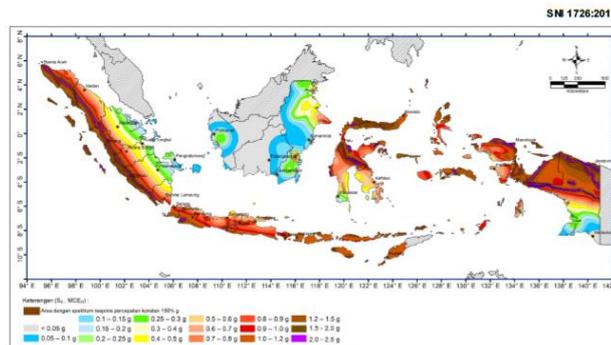
$$S_{ms} = F_a \times S_s \text{ (periode pendek)} \quad (2.4)$$

$$S_{m1} = F_v \times S_1 \text{ (periode 1 detik)} \quad (2.5)$$

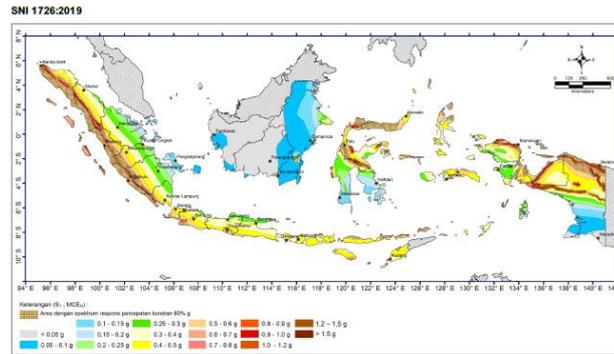
Dimana :

S_s = Uji Pemetaan Percepatan Gempa MCER Respon Waktu Singkat

S_1 = Pemberian parameter tanggapan percepatan MCER Dipetakan ke koefisien situs F_a dan F_v



Gambar 2. Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan (MCER) untuk spectrum respons 0,2 detik



Gambar 3. Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan (MCE_r) untuk spectrum respons 0,2 detik

e. Acuan percepatan respon spectral desain

Dalam perolehan acuan percepatan respon spektral desain untuk periode yang tidak lama (S_{DS}) kemudian untuk waktu periode 1 detik (S_{D1}) didapat persamaan sebagai berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2.6)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (2.7)$$

f. Desain respon spektrum

Desain respon spektrum (S_a) didapat dengan nilai T , T_0 dan T_s dengan parameter pada Gambar 2.1 (SNI 1726:2019) dan melalui persyaratan berikut,

Nilai $T < T_0$, maka nilai S_a adalah,

$$S_a = S_{DS} \times (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0}) \quad (2.8)$$

Nilai $T \leq T_0$, maka nilai S_a adalah,

$$S_a = S_{DS} \quad (2.9)$$

Nilai $T_0 \leq T \leq T_s$, maka nilai S_a adalah,

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2.10)$$

Nilai $T < T_L$, maka nilai S_a adalah,

$$S_a = \frac{S_{D1} \times T_L}{T_s} \quad (2.11)$$

Untuk nilai T_0 dan T_s terhitung melalui persamaan sebagai berikut:

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.12)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.13)$$

g. Kategori dasar seismic

Berdasarkan SNI 1726:2019 berikut tabel nilai S_{DS} dan S_{D1} :

Table 6. Kategor Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori Resiko	
	I, II, III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(Sumber: SNI 1726:2019)

Table 7. Kategor Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda 1,0 Detik

Nilai S_{D1}	Kategori Resiko	
	I, II, III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C

Nilai S_{D1}	Kategori Resiko	
	I, II, III	IV
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

(Sumber: SNI 1726:2019)

h. Hubungan system perangkai dalam arah yang berbeda

Hal ini memungkinkan penggunaan ketahanan geser agar dapat melakukan penahanan gaya seismik di kedua sisi integritas struktural. R , C_d , dan Ω_0 wajib digunakan.

i. Geser dasar seismic

Geser dasar seismik ditentukan arahnya oleh persamaan sebagai berikut:

$$V = C_s W \tag{2.14}$$

Koefisien respon seismik C_s maka dapat diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \tag{2.15}$$

Nilai C_s tercantum pada persamaan diatas tidak diwajibkan untuk melebihi berikut ini:

Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \tag{2.16}$$

Untuk $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} \times T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \tag{2.17}$$

Dimana nilai C_s harus tidak kurang dari,

$$C_{Smin} = 0,044 S_{DS}, I_e \geq 0,01 \tag{2.18}$$

Dipakai untuk struktur nilai C_s dapat melakukan perhitungan persamaan (2.13), bila nilai $S_1 \geq 0,6g$

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \tag{2.19}$$

j. Penentuan dan Batasan simpangan antar lantai

Menentukan persimpangan yang ada diantara lantai pada tingkatan desain (Δ) direncanakan sehingga defleksi yang terletak pada pusat masa ditingkat paling atas dan paling bawah yang di tinjau terdapat perbedaan. Defleksi pusat masa ditingkat x (δ_x) (mm) menggunakan persamaan:

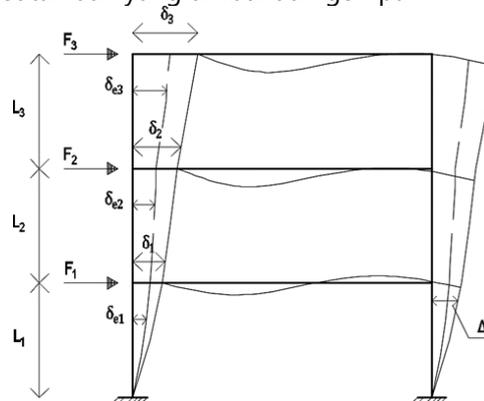
$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \tag{2.20}$$

Dimana:

C_d = Faktor amplikasi defleksi

δ_{xe} = Defleksi mengisyaratkan analisis elastis

I_e = Faktor pada keutamaan yang timbul dari gempa



Gambar 4. Simpangan Antar lantai

k. Pengaruh P-Delta

Sesuai SNI 1726-2019; pasal 7.8.7, Pengaruh P-delta terhadap geser dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkan tidak perlu diperhitungkan bila nilai koefisien stabilitas, θ sama dengan atau kurang dari 0,10.

$$\theta = \frac{P_x \Delta e}{V_x h_{sx} C_d} \quad (2.21)$$

Dimana:

- P_x = Beban desain vertikal total apada dana diatas Tingkat-x (kN); bila Menghitung P_x , factor beban individu tidak perlu melebihi 1,0
- Δ = Simpangan antar Tingkat desain, terjadi secara serentak dengan V_x (mm)
- I_e = Faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan tabel 13, 14, 15
- V_x = Gaya geser seismic yang bekerja antara Tingkat x dan x-1 (kN)
- h_{sx} = Tinggi Tingkat di bawah Tingkat x (mm)
- C_d = Faktor pembesaran defleksi

4. Kombinasi pembebanan

Menurut SNI 1727-2013, kombinasi dasar pembebanan, sebagai berikut:

1. 1,4D (2.22)
2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau S atau R) (2.23)
3. 1,2D + 1,6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5W) (2.24)
4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau S atau R) (2.25)
5. 1,2D + 1,0E + L + 0,2S (2.26)
6. 0,9D + 1,0W (2.27)
7. 0,9D + 1,0E (2.28)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis dan Pembahasan

1. Cek simpangan antar lantai *story drift*

Penentuan simpangan antar tingkat diatur pada SNI 03-1726-2019; pasal 7.8.6. pada pasal ini simpangan pusat massa di tingkat-x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

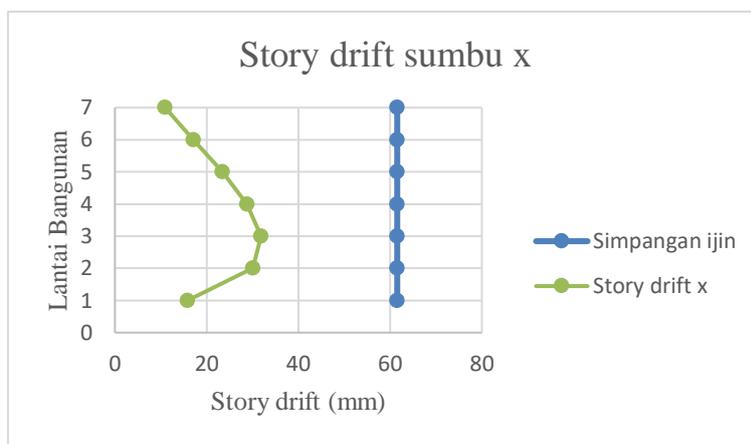
Dimana:

- C_d = Faktor amplikasi defleksi
- δ_{xe} = Defleksi mengisyaratkan analisis elastis
- I_e = Faktor pada keutamaan yang timbul dari gempa

Table 10. Rekapitulasi Cek Simpangan Antar Lantai pada Sumbu X

Story	Tinggi lantai (mm)	Perpindahan x (δ_{xe}) (mm)	Selisih Perpindahan (δ_{xe}) (mm)	Story drift (Δ) (mm)	Story drift ijin (Δa) (mm)	Cek
7	28000	28,72	1,99	10,95	61,538	Ok
6	24000	26,73	3,1	17,05	61,538	Ok
5	20000	23,63	4,26	23,42	61,538	Ok
4	16000	19,37	5,24	28,82	61,538	Ok
3	12000	14,13	5,79	31,85	61,538	Ok
2	8000	8,34	5,46	30,03	61,538	Ok
1	4000	2,88	2,88	15,84	61,538	Ok

(Sumber: Penulis, 2024)

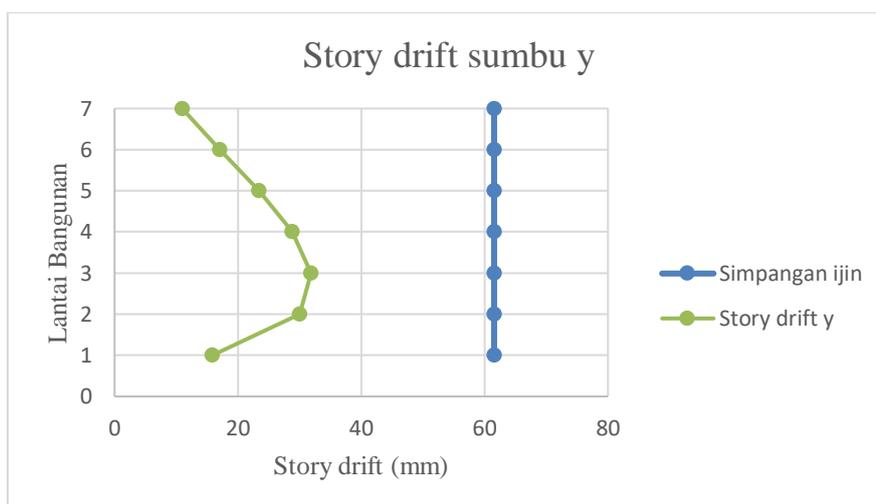


Gambar 7. Grafik Story Drift pada Sumbu X

Table 11. Rekapitulasi Cek Simpangan Antar Lantai pada Sumbu Y

Story	Tinggi lantai (mm)	Perpindahan x (δ_{xe}) (mm)	Selisih Perpindahan (δ_{xe}) (mm)	Story drift (Δ) (mm)	Story drift ijin (Δa) (mm)	Cek
7	28000	28,72	1,99	10,95	61,538	Ok
6	24000	26,73	3,1	17,05	61,538	Ok
5	20000	23,63	4,26	23,42	61,538	Ok
4	16000	19,37	5,24	28,82	61,538	Ok
3	12000	14,13	5,79	31,85	61,538	Ok
2	8000	8,34	5,46	30,03	61,538	Ok
1	4000	2,88	2,88	15,84	61,538	Ok

(Sumber: Penulis, 2024)



Gambar 7. Grafik Story Drift pada Sumbu Y

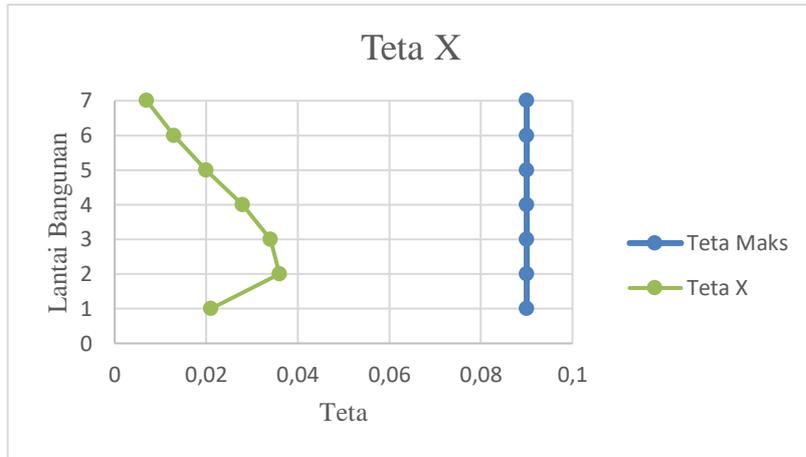
2. Cek Pengaruh P-Delta

Menurut SNI 03-1726-2019; pasal 7.8.7, mengatur analisa pengaruh P-Δ. Berdasarkan pasal tersebut dikatakan bahwa pengaruh P-Δ tidak perlu diperhitungkan bila $\theta \leq 0,10$, yang dimana rumus untuk menghitung θ adalah $\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d}$

Table 12. Rekapitulasi Cek Pengaruh P-Delta pada Sumbu X

Story	Px (kN)	Delta (mm)	le	Vx (kN)	hsx (mm)	Cd	Teta	Cek
7	9609.64	10,95	1	682.02	4000	5,5	0,007	Ok
6	21928.92	17,05	1	1305.85	4000	5,5	0,013	Ok
5	34248.21	23,42	1	1769.06	4000	5,5	0,020	Ok
4	46567.49	28,82	1	2133.29	4000	5,5	0,028	Ok
3	58886.78	31,85	1	2446.91	4000	5,5	0,034	Ok
2	71206.06	30,03	1	2695.60	4000	5,5	0,036	Ok
1	83525.34	15,84	1	2827,32	4000	5,5	0,021	Ok

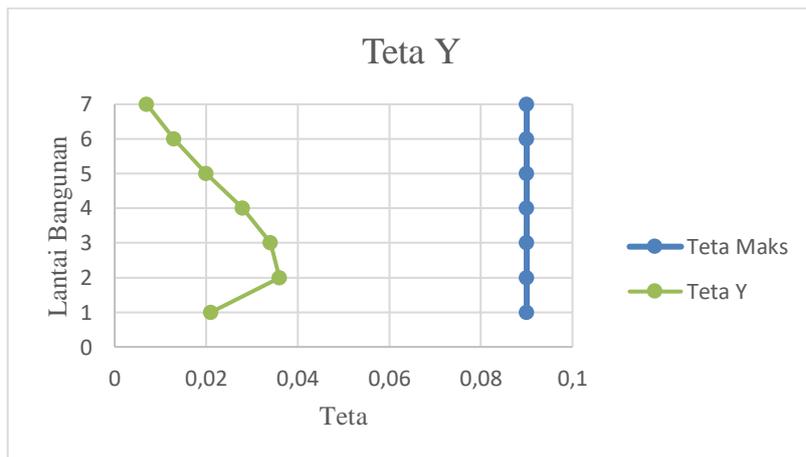
(Sumber: Penulis, 2024)



Gambar 7. Grafik Pengaruh P-Delta pada Sumbu X

Table 12. Rekapitulasi Cek Pengaruh P-Delta pada Sumbu Y

Story	Px (kN)	Delta (mm)	le	Vx (kN)	hsx (mm)	Cd	Teta	Cek
7	9609.64	10,95	1	682.02	4000	5,5	0,007	Ok
6	21928.92	17,05	1	1305.85	4000	5,5	0,013	Ok
5	34248.21	23,42	1	1769.06	4000	5,5	0,020	Ok
4	46567.49	28,82	1	2133.29	4000	5,5	0,028	Ok
3	58886.78	31,85	1	2446.91	4000	5,5	0,034	Ok
2	71206.06	30,03	1	2695.60	4000	5,5	0,036	Ok
1	83525.34	15,84	1	2827,32	4000	5,5	0,021	Ok



Gambar 7. Grafik Pengaruh P-Delta pada Sumbu Y

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Nilai simpangan antar lantai (*Story Drift*) yang diperoleh melalui perhitungan berdasarkan SNI 1726:2019 pada arah sumbu x (Δ) yaitu sebesar 10,95 mm sampai dengan 31,85 mm. Sedangkan pada arah sumbu y (Δ) yaitu sebesar 10,95 mm sampai dengan 31,85 mm. Untuk simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat ijin ($\Delta\alpha$) yang berdasarkan pada peraturan SNI 1726:2019 yaitu sebesar $\Delta\alpha = 61,538 \text{ mm}$.
- b. Nilai pengaruh P-Delta yang diperoleh melalui perhitungan berdasarkan SNI 1726:2019 pada arah sumbu x (θ) yaitu sebesar 0,007 sampai dengan 0,036. Sedangkan pada arah sumbu y (θ) yaitu sebesar 0,007 sampai dengan 0,036. Untuk nilai koefisien stabilitas maksimum θ_{maks} adalah sebesar 0,090. Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa untuk pengaruh P- Δ pada sumbu x dan y kurang dari batas P-Delta yang diijinkan. Sehingga dapat disimpulkan untuk pengaruh P-Delta pada struktur masih tergolong aman.

5. Daftar Pustaka

Antonius. (2021). Perilaku Dasar Dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019. In *Unissula Press*.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019. In *Sni 2847-2019 (Issue 8)*. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020. *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, 8*.

Brilliantina, M. V., Pratiwi, H., & Susanti, Y. (2021). Analisis Seismisitas pada Data Gempa Bumi di Provinsi Maluku Utara. *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika Dan Matematika, 4*. <https://doi.org/10.21831/pspmm.v4i2.174>

Hernadi, A., & Alstony, Z. (2024). Perancangan Balok Beton Bertulang Gedung Prodi Kedokteran Universitas Borneo Tarakan Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen. *Civil Engineering Scientific Journal, 2(3)*. <https://doi.org/10.35334/cesj.v2i3.3662>

SNI 1726 2019. (n.d.).