

Evaluasi Struktur SRPM Gedung 10 Lantai Sesuai Peraturan Gempa SNI 1726:2019

Shinta Berlinda Wulandari¹, Bantot Sutriyono²

^{1,2}Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

¹E-mail: shintawulandari765@gmail.com

²E-mail: bantot@untag-sby.ac.id

Abstract — An earthquake is a natural phenomenon that releases energy to create seismic waves. Building damage due to earthquake lateral forces can be prevented or minimized if it can estimate the behavior of structural performance when the building is planned. In this research, the author evaluates a 10-story SRPM structure because it previously used the SNI 1726: 2012 earthquake regulations, so it is necessary to conduct an evaluation that focuses on the main structural elements to be able to determine the displacement and drift due to the influence of earthquake forces according to the latest SNI 1726: 2019 standards. This research results in, the X-direction displacement value for SNI 1726:2019 is greater than the X-direction displacement value for SNI 1726:2012 and the Y-direction displacement value for SNI 1726:2012 is greater than the Y-direction displacement value for SNI 1726:2019. The X and Y direction drift values for SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019 do not exceed the permit drift value.

Keywords: displacement; drift; earthquake forces.

Abstrak — Gempa bumi adalah fenomena alam berupa pelepasan energi sehingga menciptakan gelombang seismik. Kerusakan bangunan akibat gaya lateral gempa bumi dapat dicegah atau diminimalisir jika dapat memperkirakan perilaku dari kinerja struktur ketika bangunan direncanakan. Pada penelitian ini, penulis mengevaluasi struktur SRPM 10 lantai karena sebelumnya menggunakan peraturan gempa SNI 1726:2012, sehingga perlu dilakukan evaluasi yang menitikberatkan pada elemen-elemen struktur utama untuk dapat mengetahui displacement dan drift akibat pengaruh gaya gempa sesuai standar terbaru SNI 1726:2019. Penelitian ini menghasilkan, nilai displacement arah X untuk SNI 1726:2019 lebih besar dari nilai displacement arah X untuk SNI 1726:2012 dan nilai displacement arah Y untuk SNI 1726:2012 lebih besar dari nilai displacement arah Y untuk SNI 1726:2019. Nilai drift arah X dan Y untuk SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 tidak melebihi nilai drift izin.

Kata-kata kunci: displacement; drift; gaya gempa.

I. PENDAHULUAN

Gempa merupakan fenomena fisik yang ditandai oleh bergetarnya bumi dengan intensitas. Gempa menjadi salah satu bencana alam yang mempengaruhi bangunan, di antaranya kerusakan struktural dan non struktural yang dapat menimbulkan korban jiwa. Gempa dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain gempa vulkanik, gempa tektonik, gempa runtuh, dan gempa buatan (Ichwandri, 2014). Gempa bumi adalah fenomena alam berupa pelepasan energi sehingga menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi dapat disebabkan oleh adanya suatu pergerakan kerak bumi atau lempeng bumi (Zachari & Turuallo, 2020).

Secara geografis, Indonesia terletak pada Benua Asia dan Benua Australia, serta dijepit diantara 2 samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Letak geografis tersebut berada di wilayah pertemuan lempeng tektonik (*Ring of Fire*), di antaranya Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan

Lempeng Pasifik. *Ring of Fire* sering disebut sebagai sabuk gempa pasifik.

Kerusakan bangunan akibat salah satu akibat gaya lateral, gempa bumi dapat dicegah atau diminimalisir jika dapat memperkirakan perilaku dari kinerja struktur ketika bangunan direncanakan. Salah satu konsep yang dapat direncanakan merupakan Desain Seismik Berbasis Kinerja (*Performance Based Seismic Design*) atau sering disebut dengan konsep PBSB, dimana tingkat kerusakan dan ketahanan struktur dapat diketahui. Dengan menggunakan konsep PBSB, diharapkan dapat mengurangi kerugian materi, keselamatan, dan kesiapan operasional (Febriana et al., 2000).

Peencanaan struktur bangunan bertingkat tahan gempa telah diatur SNI 1726:2019 yang merupakan revisi dari SNI 1726:2012 karena telah mengalami pengembangan referensi dan riset oleh beberapa pakar dan praktisi. SNI 1726:2019 berisi persyaratan minimum beban, tingkat bahaya, kriteria yang terkait, dan sasaran

kinerja yang diperkirakan untuk bangunan gedung, kecuali struktur bangunan dengan sistem struktur yang tidak umum serta struktur jembatan kendaraan lalu lintas, struktur energi, struktur bangunan keairan dan bendungan, struktur menara transmisi listrik, struktur anjungan pelabuhan, struktur anjungan lepas pantai, dan struktur penahan gelombang (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

Pada penelitian ini, penulis akan mengevaluasi struktur karena pada awalnya menggunakan SNI 1726:2012. Sehingga, perlu melakukan evaluasi yang menitik beratkan pada elemen-elemen struktur utama untuk dapat mengetahui displacement dan drift akibat pengaruh gaya gempa sesuai standar terbaru SNI 1726:2019.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Berdasarkan SNI 1727:2020 Pasal 3.1.1, beban mati merupakan keseluruhan berat konstruksi bangunan gedung.

2.2 Beban Hidup (*Live Load*)

Berdasarkan PPIUG dan SNI 1727-2019. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat sebuah penghunian atau penggunaan suatu gedung dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah tempat. Beban tersebut tidak mencakup beban konstruksi dan beban lingkungan seperti beban angin, beban hujan, beban gempa dan beban mati.

2.3 Beban Angin (*Wind Load*)

Menurut PPIUG 1983, beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung dan non gedung atau bagian gedung lainnya akibat adanya perbedaan tekanan udara.

2.4 Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Berdasarkan SNI 1726:2019, untuk Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan getaran gempa bumi. Efek dinamisnya menjadikannya analisis lebih menyeluruh. Penerapan analisis ini dilakukan untuk memastikan bahwa desain elemen-elemen struktur tersebut kuat menahan gaya gempa.

2.5 Simpangan

Simpangan antara tingkat desain ditentukan dengan meninjau perbedaan pusat massa di atas

dan di bawah tingkat. Simpangan pusat massa di tingkat-x harus dihitung dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \tag{1}$$

Keterangan:

C_d = faktor pembesaran simpangan lateral

δ_{xe} = simpangan di tingkat-x

I_e = faktor keutamaan gempa

Tabel 1. Simpangan antar tingkat izin

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan system dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	0,025h _{sx}	0,020h _{sx}	0,015h _{sx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010h _{sx}	0,010h _{sx}	0,010h _{sx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007h _{sx}	0,007h _{sx}	0,007h _{sx}
Semua struktur lainnya	0,020h _{sx}	0,015h _{sx}	0,010h _{sx}

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang hanya terdiri atas rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar tingkat desain (Δ) harus kurang dari Δ_a/ρ .

$$\Delta \leq \Delta_a \tag{2}$$

Keterangan:

Δ = simpangan antar tingkat desain;

Δ_a = simpangan antar tingkat izin.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Dalam penyusunan Tugas Akhir, penulis memerlukan literatur-literatur berupa jurnal, buku, dan peraturan yang berkaitan dengan evaluasi struktur gedung bertingkat, antara lain:

1. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
2. SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain

3. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan
4. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983)
5. *Handbook* Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2019
6. *Handbook* Prosedur Analisa Beban Gempa Struktur Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 1726-2019

3.2 Pengumpulan Data

Dalam mengevaluasi struktur diperlukan data-data sebagai berikut:

1. Data Bangunan
 - Fungsi Bangunan : Hotel
 - Jumlah Lantai : 10 lantai
 - Tinggi Gedung : 36,4 m
 - Tinggi Lantai :
 - Lantai 1 - Lantai 3 : 4,2 m
 - Lantai 4 - Lantai 10 : 3,4 m
 - Luas Bangunan : 798 m²
2. Data Material
 - Mutu Beton : K-300 (24,9 MPa)
K-400 (33,2 MPa)
 - BJTP-24 : 240 MPa (f_y)
390 MPa (f_u)
 - BJTD-40 : 400 MPa (f_y)
500 MPa (f_u)
3. Data Balok dan Kolom

Tabel 2. Tipe dan dimensi balok

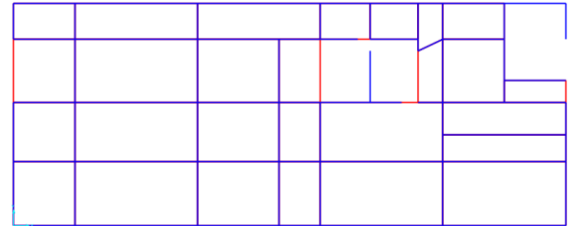
Tipe Balok	Dimensi
G1/B1/CL1	300 × 700
G2/B2/CL2	300 × 600
G3/B3/CL3	300 × 500
G4/B4/CL4	250 × 500
G5/B5/CL5	200 × 400
G6/B6/CL6	150 × 400
G7/B7/CL7	400 × 700
G8/B8/CL8	250 × 400
G9/B9/CL9	250 × 600
G10/B10/CL10	300 × 1100
G11/B11/CL11	300 × 800

Tabel 3. Tipe dan dimensi kolom

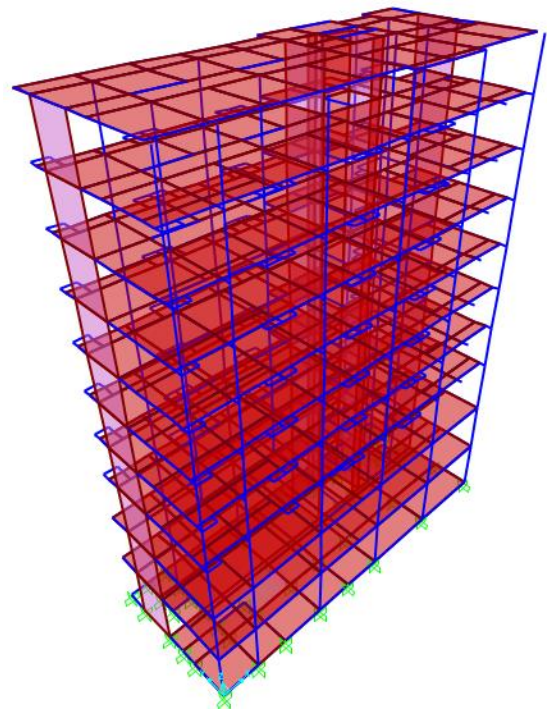
Tipe Kolom	Dimensi
K1-1	300 × 700
	300 × 800
K2-1	300 × 800
	400 × 800
	600 × 1000
K4-1	300 × 800
	300 × 800
K5-1	300 × 300
	300 × 700
	300 × 800
	400 × 800

3.3 Pemodelan Struktur

Gedung dimodelkan menggunakan SAP2000 V.22 menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.



Gambar 1. Pemodelan struktur arah XY



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D

3.4 Pembebanan Struktur

Pada perhitungan pembebanan, beban- yang akan di perhitungkan meliputi;

1. Beban Mati
 - Beban mati merupakan keseluruhan berat, beban mati merupakan keseluruhan berat konstruksi bangunan gedung.
2. Beban Hidup
 - Beban hidup adalah beban yang disebabkan sebuah penghunian atau penggunaan suatu gedung dan kedalamanya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barnag yang dapat berpindah tempat. Beban tersebut tidak mencakup beban konstruksi dan beban lingkungan lainnya serta beban

tersebut tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang ditetapkan.

3. Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya getaran gempa bumi. Efek dinamisnya menjadikannya analisis lebih menyeluruh.

4. Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang bekerja pada bangunan atau bagiannya karena adanya tekanan udara (hembusan angin) beban angin tidak memberikan konstrubusi yang besar terhadap struktur dibandingkan dengan beban yang lainnya.

3.5 Simpangan

Penentuan simpangan antar tingkat desain harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Jika pusat masa tidak sejajar secara vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembebanan Struktur

Beban pada struktur bangunan yang akan dihitung diantaranya, beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa dengan peraturan-peraturan, seperti SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, serta PPIUG 1983.

1. Beban Mati

Beban mati terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen masing-masing elemen struktur bangunan, termasuk seluruh elemen tambahan, permukaan dan perlengkapan tetap.

Komponen Bangunan	Berat Sendiri
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Aspal	14 kg/m ²
Bata merah setengah batu	250 kg/m ²
Instalasi MEP	40 kg/m ²
Semen asbes	11 kg/m ²
Penggantung	7 kg/m ²
Penutup lantai	24 kg/m ²
Plumbing	10 kg/m ²
Sanitasi	20 kg/m ²
Spesi	21 kg/m ²

2. Beban Hidup

Beban hidup meliputi beban yang terjadi akibat penggunaan bangunan, misalnya beban pada lantai yang bergerak, dan dihitung menurut fungsi bangunan tersebut.

Tabel 5. Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum

Hunian atau Penggunaan	Berat Merata
Atap	0,96 kN/m ²
Lantai	4,96 kN/m ²

3. Beban Angin

Distribusi beban angin memerlukan beberapa parameter, antara lain:

Tabel 6. Parameter perhitungan beban angin

Kategori Risiko	II
Kecepatan Angin Dasar	13,376 m/s
Faktor Arah Angin	0,85
Kategori Eksposur	B
Faktor Topografi	1,0
Faktor Efek Hembusan Angin	0,85
Klasifikasi Ketertutupan	Bangunan tertutup
Koefisien Tekanan Internal	-0,18
Tekanan Velositas :	
q _z	96,1101 N/m ²
q _h	96,80101 N/m ²
Tekanan Angin	83,3237 N/m ²

4. Berat Seismik

Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, berat seismik struktur harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya.

Tabel 7. Rekapitulasi berat seismik

Lantai	Berat Lantai	Satuan
8-10	630470,68	kg
6-7	632429,08	kg
5	635040,28	kg
4	640262,68	kg
3	455562,96	kg
2	516524,16	kg
1	467403,96	kg
Σ	5871064,24	kg

5. Beban Gempa

Beban gempa adalah beban statik ekuivalen pada gedung yang menirukan gerakan tanah akibat gempa.

Tabel 8. Parameter perhitungan beban gempa SNI 1726:2012

SNI 1726:2012	
Kategori Risiko	II
I _e	1,0
Kelas Situs Tanah	SE
F _a	1,374
F _v	3,1812
S _{MS}	0,910962 g
S _{M1}	0,785756 g
S _{DS}	0,607308 g

S_{D1}	0,523837 g
KDS	D
T	0 s
T_0	0,17251 s
T_s	0,86156 s
$S_a (T < T_0)$	0,242923 g
$S_a (T_0 \leq T \leq T_s)$	0,607308 g
$S_a (T > T_s)$	0,523837 g
R	8
Ω_0	3
C_d	5,5
C_t	0,0466
x	0,9
C_u	1,4
T_{max}	1,76796 s
C_s	0,0370368
V	217445,43204

Tabel 9. Parameter perhitungan beban gempa SNI 1726:2019

SNI 1726:2019	
Kategori Risiko	II
I_e	1,0
Kelas Situs Tanah	SE
F_a	1,4144
F_v	2,7852
S_{MS}	0,95967 g
S_{M1}	0,84587 g
S_{DS}	0,63978 g
S_{D1}	0,56391 g
KDS	D
T	0 s
T_0	0,17628 s
T_s	0,881412 s
$T_{0,8s}$	0,981412 s
$T_{0,9s}$	1,081412 s
$S_a (T < T_0)$	0,255912 g
$S_a (T_0 \leq T \leq T_s)$	0,63978 g
$S_a (T > T_s)$	0,57459 g
R	8
Ω_0	3
C_d	5,5
C_t	0,0466
x	0,9
C_u	1,4
T_{max}	1,76796 s
C_s	0,0398701
V	234079,91836

4.2 Simpangan

1. Perpindahan (*Displacement*)

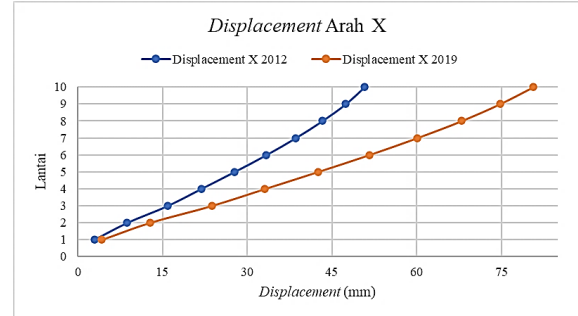
Tabel 10 <i>Displacement</i> arah X				
Lantai	SNI 1726:2012		SNI 1726:2019	
	<i>Displacement</i>	Selisih	<i>Displacement</i>	Selisih
10	50,802	3,361	80,675	5,919
9	47,440	4,137	74,756	6,813
8	43,303	4,706	67,943	7,838
7	38,597	5,208	60,104	8,512
6	33,390	5,647	51,592	9,101
5	27,743	5,890	42,491	9,377
4	21,853	5,935	33,114	9,417
3	15,918	7,172	23,697	10,941
2	8,746	5,844	12,756	8,529
1	2,903	2,903	4,227	4,227

Contoh perhitungan lantai 2:

$$\delta_{2e} = \delta_{2e} - \delta_{1e}$$

$$\delta_{2e} = 8,746383 \text{ mm} - 2,902595 \text{ mm}$$

$$\delta_{2e} = 5,843788 \text{ mm}$$



Gambar 3. *Displacement* arah X

Tabel 11. *Displacement* arah Y

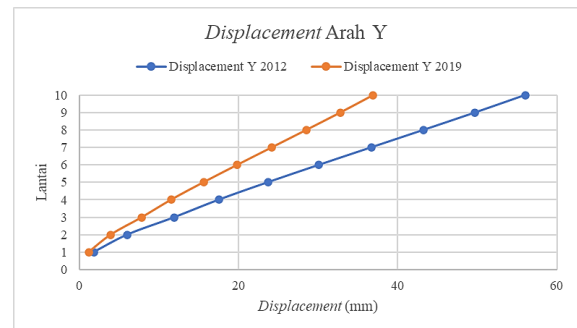
Lantai	SNI 1726:2012		SNI 1726:2019	
	<i>Displacement</i>	Selisih	<i>Displacement</i>	Selisih
10	55,999	6,277	36,918	4,127
9	49,723	6,487	32,791	4,279
8	43,235	6,563	28,512	4,329
7	36,672	6,557	24,182	4,327
6	30,115	6,421	19,855	4,237
5	23,693	6,159	15,618	4,067
4	17,5348	5,557	11,551	3,660
3	11,977	5,914	7,891	3,903
2	6,064	4,213	3,988	2,777
1	1,850	1,850	1,211	1,211

Contoh perhitungan lantai 2:

$$\delta_{2e} = \delta_{2e} - \delta_{1e}$$

$$\delta_{2e} = 6,063598 \text{ mm} - 1,85038 \text{ mm}$$

$$\delta_{2e} = 4,213218 \text{ mm}$$



Gambar 3. *Displacement* arah Y

2. Simpangan Antar Tingkat (*Drift*)

Tabel 12 *Drift* arah X

Lantai	<i>Drift</i> Izin	SNI 1726:2012		SNI 1726:2019	
		<i>Drift</i>	Cek	<i>Drift</i>	Cek
10	52,31	18,487	OK	32,552	OK
9	52,31	22,755	OK	37,474	OK
8	52,31	25,882	OK	43,111	OK
7	52,31	28,642	OK	46,817	OK
6	52,31	31,056	OK	50,056	OK
5	52,31	32,394	OK	51,575	OK
4	52,31	32,643	OK	51,792	OK
3	64,62	39,445	OK	60,176	OK
2	64,62	32,141	OK	46,908	OK
1	64,62	15,9643	OK	23,248	OK

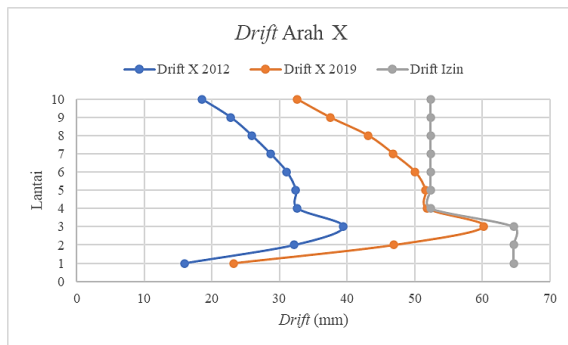
Contoh perhitungan lantai 2:

$$\frac{\Delta_2}{l_e} \leq \frac{\Delta_a}{\rho}$$

$$\frac{C_d \delta_{2e}}{l_e} \leq \frac{0,020 h_{sx}}{\rho}$$

$$\frac{5,5 \times 5,843788 \text{ mm}}{1,0} \leq \frac{0,020 \times 4200 \text{ mm}}{1,3}$$

$$32,140834 \text{ mm} \leq 64,61538 \text{ mm}$$



Gambar 4. *Drift* arah X

Tabel 13. *Drift* arah Y

Lantai	<i>Drift</i> Izin	SNI 1726:2012		SNI 1726:2019	
		<i>Drift</i>	Cek	<i>Drift</i>	Cek
10	52,31	34,521	OK	22,698	OK
9	52,31	35,681	OK	23,537	OK
8	52,31	36,099	OK	23,812	OK
7	52,31	36,065	OK	23,799	OK
6	52,31	35,317	OK	23,306	OK
5	52,31	33,874	OK	22,370	OK
4	52,31	30,564	OK	20,128	OK
3	64,62	32,526	OK	21,466	OK
2	64,62	23,173	OK	15,274	OK
1	64,62	10,177	OK	6,661	OK

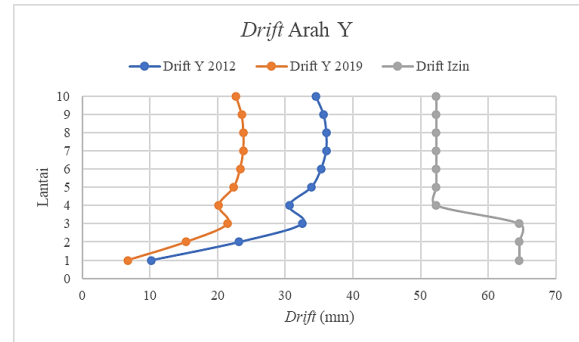
Contoh perhitungan lantai 2:

$$\frac{\Delta_2}{l_e} \leq \frac{\Delta_a}{\rho}$$

$$\frac{C_d \delta_{2e}}{l_e} \leq \frac{0,020 h_{sx}}{\rho}$$

$$\frac{5,5 \times 4,213218 \text{ mm}}{1,0} \leq \frac{0,020 \times 4200 \text{ mm}}{1,3}$$

$$23,172699 \text{ mm} \leq 64,61538 \text{ mm}$$



Gambar 5 *Drift* arah Y

V. KESIMPULAN

Displacement arah X yang dihitung menggunakan SNI 1726:2019 memiliki nilai displacement lebih besar dari displacement arah X yang dihitung menggunakan SNI 1726:2012. Sebaliknya, displacement arah Y yang dihitung menggunakan SNI 1726:2019 memiliki nilai displacement lebih kecil dari displacement arah Y yang dihitung menggunakan SNI 1726:2012. Drift pada arah X dan arah Y, baik yang dihitung menggunakan SNI 1726:2012 maupun SNI 1726:2019, memenuhi syarat yaitu tidak melebihi nilai drift izin.

REFERENSI

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019. In *tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung* (Issue 8).

Febriana, A., Wisnumurti, & Wibowo, A. (2000). *Analisis pushover untuk performanced based design (Studi kasus Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya)*. 1645, 1–76.

Ichwandri, Y. P. (2014). Perencanaan struktur gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang dengan penahan lateral dinding struktural. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(1), 180–187. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/546>

Zachari, M. Y., & Turuallo, G. (2020). Analisis Struktur baja tahan gempa dengan sistem SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1726:2012. *Rekonstruksi Tadukalo: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 9–16. <https://doi.org/10.22487/renstra.v1i2.24>