

Analysis of Hospital Building Structure Based on SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019 (Case Study of Waron Hospital, Surabaya)

(Analisis Struktur Bangunan Gedung Rumah Sakit Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 (Studi Kasus Waron Hospital Surabaya))

Muhammad Nurmaulana Ishaq¹⁾, Budwi Harsono^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: budwiharsono@umsida.ac.id

Abstract. *This study analyzes the performance comparison of a 12-story hospital building with vertical irregularities in Surabaya based on SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019 using the response spectrum method in SAP2000 V22, revealing that SNI 2019 yields a 12.5% higher dynamic base shear ($\pm 5,812.6$ kN) compared to SNI 2012 ($\pm 5,170.6$ kN) due to increased seismic parameters (SDS from 0.607 g to 0.64 g, SD1 from 0.532 g to 0.57 g), with maximum interstory drift in SNI 2019 ($\Delta x \approx 56$ mm, $\Delta y \approx 95$ mm) greater than SNI 2012 ($\Delta x \approx 52$ mm, $\Delta y \approx 85$ mm) but still below the seismic serviceability limit ($\leq 2.5\%$ of story height) without indications of extreme soft story, and modal mass participation for both standards exceeding 90% (SumUX ≈ 95.5 –96%, SumUY ≈ 98 –98.5%), confirming the validity of the analysis and the enhanced design conservatism of SNI 2019. Keywords: SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, response spectrum, base shear, interstory drift, vertical irregularity, hospital, SAP2000.*

Keywords. SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, response spectrum, base shear, interstory drift, vertical irregularity, hospital, SAP2000.

Abstrak. *Penelitian ini menganalisis perbandingan kinerja struktur gedung rumah sakit 12 lantai dengan ketidakberaturan vertikal di Surabaya berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 menggunakan metode respons spektrum pada SAP2000 V22, menunjukkan bahwa SNI 2019 menghasilkan gaya geser dasar dinamis 12,5% lebih tinggi ($\pm 5.812,6$ kN) dibandingkan SNI 2012 ($\pm 5.170,6$ kN) akibat peningkatan parameter seismik (SDS dari 0,607 g ke 0,64 g, SD1 dari 0,532 g ke 0,57 g), dengan simpangan antar-lantai maksimum SNI 2019 ($\Delta x \approx 56$ mm, $\Delta y \approx 95$ mm) lebih besar dibandingkan SNI 2012 ($\Delta x \approx 52$ mm, $\Delta y \approx 85$ mm) namun tetap di bawah batas layanan gempa ($\leq 2,5\%$ tinggi lantai) tanpa indikasi soft story, dan partisipasi massa modal kedua standar melebihi 90% (SumUX $\approx 95,5$ –96%, SumUY ≈ 98 –98,5%), mengonfirmasi validitas analisis serta peningkatan konservatisme desain SNI 2019.*

Kata kunci. SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, respons spektrum, gaya geser dasar, simpangan antar-lantai, ketidakberaturan vertikal, rumah sakit, SAP2000.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, sehingga wilayah Indonesia memiliki tingkat aktivitas seismik yang sangat tinggi dan rawan gempa bumi [1]. Dalam sejarah kegempaan nasional, telah banyak tercatat kejadian gempa besar yang menyebabkan kerusakan struktural parah bahkan korban jiwa, seperti gempa Aceh (2004), Yogyakarta (2006), Lombok (2018), dan Cianjur (2022), sehingga perencanaan struktur bangunan tahan gempa menjadi keharusan mutlak, khususnya bagi bangunan vital seperti rumah sakit yang harus tetap beroperasi pasca-bencana [2].

Sebagai upaya menghadapi potensi bahaya seismik tersebut, pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) melakukan pembaruan terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam bidang ketahanan gempa, yakni dari SNI 1726:2012 menjadi SNI 1726:2019, yang memperbarui peta zonasi gempa nasional berdasarkan data seismotektonik terbaru serta mengatur ulang parameter penting seperti faktor redaman respons spektral, klasifikasi kategori risiko, dan prosedur penentuan percepatan desain struktur [3].

Perubahan-perubahan tersebut berdampak langsung pada hasil analisis struktur dan strategi desain yang diterapkan oleh para perencana teknik sipil [4]. Sejumlah penelitian menyatakan bahwa penerapan SNI 1726:2019 secara umum menghasilkan gaya geser dasar dan simpangan antar-lantai yang lebih besar dibandingkan versi sebelumnya [5]. Aviska dan Retno (2023) menemukan bahwa beban lateral berdasarkan parameter spektrum respons baru mengalami kenaikan sebesar 10% hingga 15%, tergantung lokasi dan konfigurasi struktur [6]. Medriosa dan Wau (2023) mencatat bahwa pada studi kasus gedung DPRD Kota Bukittinggi, gaya geser dasar hasil analisis SNI 2019 bisa mencapai 1,47 kali lipat dari hasil perhitungan SNI 2012 [7].

Studi lainnya yang dilakukan di Balikpapan, wilayah dengan tanah lunak dan intensitas seismik tinggi, juga membuktikan bahwa spektrum respons gempa pada SNI 2019 bertoleransi lebih tinggi, sehingga struktur yang dirancang dengan standar tersebut lebih kuat namun juga menuntut sumber daya yang lebih besar [8]. Dalam konteks bangunan bertingkat tinggi, khususnya yang memiliki ketidakberaturan vertikal, metode analisis struktur yang digunakan harus mampu menangkap variasi respons dinamik secara akurat [9]. Ketidakberaturan vertikal didefinisikan sebagai kondisi ketika terjadi perbedaan mencolok dalam tinggi antar-lantai, distribusi massa, atau letak elemen struktural di sepanjang ketinggian bangunan, yang dapat menimbulkan fenomena soft story atau distribusi deformasi yang tidak merata, berisiko menyebabkan keruntuhan lokal selama gempa [10].

Oleh karena itu, metode analisis respons spektrum dinamis sangat penting untuk digunakan, karena dapat mendeteksi perilaku getar kompleks akibat ketidakberaturan tersebut dan memprediksi gaya dalam serta simpangan dengan tingkat akurasi yang tinggi [11]. Penelitian Saputra dan Kurniawan (2023) pada struktur Rumah Sakit Muhammadiyah Metro menunjukkan bahwa meskipun penggunaan SNI 2019 menghasilkan gaya dan simpangan yang lebih besar, nilai partisipasi massa modal pada kedua versi SNI tetap melebihi 90%, yang berarti bahwa moda getar utama telah mencakup mayoritas energi dinamik struktur [12].

Berdasarkan uraian tersebut, maka penting untuk dilakukan kajian komparatif terhadap kinerja struktur gedung rumah sakit 12 lantai yang tidak beraturan secara vertikal, khususnya di wilayah rawan gempa seperti Surabaya, untuk meninjau seberapa besar pengaruh perubahan parameter spektral dan koefisien situs dalam SNI 1726:2019 terhadap gaya geser dasar, simpangan antar-lantai, serta partisipasi massa modal [13]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang lebih tepat dalam desain struktur tahan gempa untuk bangunan fasilitas vital, sekaligus mendukung pengembangan desain berbasis kinerja (performance-based design) yang semakin dibutuhkan dalam praktik teknik sipil modern [14].

II. METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimental-numerik, yang difokuskan pada analisis komparatif kinerja struktur bangunan terhadap beban seismik menggunakan metode respons spektrum dinamis berbasis elemen hingga. Objek studi adalah struktur gedung rumah sakit 12 lantai dengan ketidakberaturan vertikal yang terletak di Jl. Kaliwaron No. 106–114, Surabaya, Indonesia, yang dirancang sebagai sistem struktur ganda berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dikombinasikan dengan dinding geser (shear wall).

Data teknis bangunan mencakup dimensi struktur utama, properti material (beton dengan mutu $f'_c = 30$ MPa dan baja tulangan dengan $f_y = 350$ MPa), serta asumsi tanah lunak kelas situs SE tanpa variasi mutu material. Variabel independen meliputi beban gempa berdasarkan spektrum respons serta geometri bangunan yang tidak beraturan vertikal, sedangkan variabel dependen terdiri dari gaya geser dasar (base shear), simpangan antar-lantai (interstory drift), gaya dalam struktur (M_u , V_u , P_u), dan partisipasi massa modal ($\text{SumUX}/\text{SumUY}$).

Prosedur penelitian dimulai dengan pemodelan struktur tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak SAP2000 versi 22 untuk analisis numerik dan AutoCAD 2024 untuk pembuatan denah serta layout struktural. Beban yang diterapkan mencakup beban gravitasi (mati dan hidup) sesuai SNI 1727:2020 serta beban gempa dinamis berdasarkan dua standar seismik, yaitu SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, dengan perhitungan percepatan desain (SDS dan SD1) yang disesuaikan berdasarkan peta bahaya gempa dan koefisien amplifikasi situs (F_a dan F_v). Analisis dilakukan secara linier tanpa mempertimbangkan efek nonlinier seperti pushover atau time-history, dengan langkah-langkah utama:

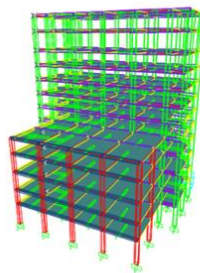
- (1) Input data geometri dan properti material;
- (2) Penerapan kombinasi beban termasuk faktor kuat lebih;
- (3) Eksekusi analisis dinamik untuk memperoleh respons struktur; dan
- (4) Perbandingan hasil antara kedua standar terhadap kriteria keamanan (safety) dan layanan (serviceability), termasuk verifikasi partisipasi massa modal minimal 90%. Persyaratan beton struktural mengikuti SNI 2847:2013/2019. Analisis dilakukan pada periode Mei 2025, dengan validasi hasil melalui kontrol gaya geser dasar dan distribusi simpangan untuk memastikan kepatuhan terhadap standar nasional.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

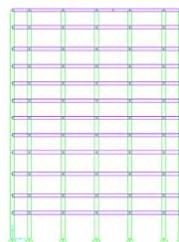
A. Pemodelan Struktur

Analisis struktur gedung rumah sakit 12 lantai di Surabaya dilakukan menggunakan model tiga dimensi (3D) yang dikembangkan di SAP2000 versi 22. Semua beban yang dihitung, termasuk beban seismik berdasarkan analisis respons spektrum, dimasukkan ke dalam perangkat lunak tersebut. Model ini memasukkan ketidakberaturan vertikal bangunan, dengan sistem struktur ganda yang terdiri dari Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dikombinasikan dengan dinding geser khusus. Output utama dari model meliputi gaya dalam seperti momen ultimit (M_u), gaya aksial (P_u), dan gaya geser (V_u). Gambar 1 mengilustrasikan model struktur 3D, yang menonjolkan konfigurasi vertikal tidak beraturan dan integrasi dinding geser untuk meningkatkan kestabilan lateral. Pendekatan pemodelan ini memastikan penangkapan respons dinamis yang akurat di bawah beban seismik, sesuai dengan persyaratan desain berbasis kinerja di zona seismisitas tinggi.

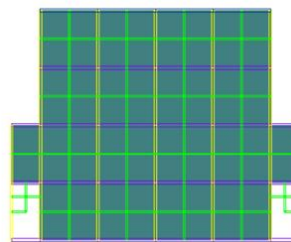
3D MODEL



TAMPAK SAMPING



TAMPAK ATAS



Gambar 1. Layout Gedung Waron Hospital

B. Analisis Beban Seismik Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Analisis seismik dilakukan secara numerik menggunakan peta bahaya gempa 2010 untuk SNI 1726:2012 dan data dari aplikasi RSA Ciptakarya untuk SNI 1726:2019, dengan mempertimbangkan kesamaan dan perbedaan antar standar. Bangunan diklasifikasikan ke dalam Kategori Risiko IV (fasilitas esensial, seperti rumah sakit dengan unit bedah dan darurat), menghasilkan faktor keutamaan seismik (I_e) sebesar 1,50. Klasifikasi tanah ditentukan sebagai tanah lunak (Kelas Situs SE) berdasarkan nilai N rata-rata dari tiga sumur bor ($N_{\text{rata-rata}} = 8,58 < 15$), yang dihitung sebagai berikut: $N_1 = 10,12$ pukulan/m, $N_2 = 8,27$ pukulan/m, $N_3 = 7,34$ pukulan/m.

Parameter percepatan tanah puncak untuk batuan dasar diinterpolasi dari peta bahaya. Untuk SNI 2012, $S_s = 0,65$ g dan $S_1 = 0,275$ g; untuk SNI 2019, $S_s = 0,676$ g dan $S_1 = 0,304$ g. Faktor amplifikasi situs adalah $F_a = 1,4$ dan $F_v = 2,9$ untuk SNI 2012, serta $F_a = 1,42$ dan $F_v = 2,79$ untuk SNI 2019. Percepatan gempa maksimum yang disesuaikan (MCE) adalah $SMS(2012) = 0,91$ g, $SM1(2012) = 0,798$ g; $SMS(2019) = 0,96$ g, $SM1(2019) = 0,848$ g. Percepatan spektral desain adalah $SDS(2012) = 0,607$ g, $SD1(2012) = 0,532$ g; $SDS(2019) = 0,64$ g, $SD1(2019) = 0,57$ g. Kategori desain seismik adalah D untuk kedua standar berdasarkan nilai SDS dan $SD1$. Peningkatan parameter di bawah SNI 2019 mencerminkan pembaruan peta bahaya seismik dan koefisien situs yang disempurnakan, yang menghasilkan tuntutan desain yang lebih konservatif dibandingkan SNI 2012.

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas	T_0 (detik)	T_s (detik)	$S_{ds}(g)$	$S_{d1}(g)$
SE - Tanah Lunak	0.18	0.89	0.64	0.57

Rentang $T(s)$ Value: 6

PGA MCEG 0.3146 (g) bedrock

SS MCEr 0.6764 (g) bedrock

S1 MCEr 0.3035 (g) bedrock

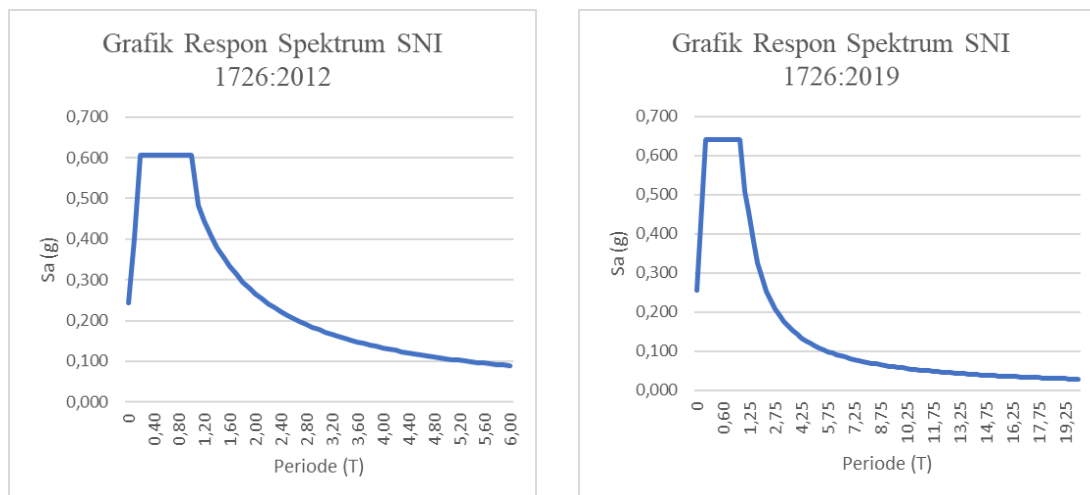
TL 20 Detik

Save

Gambar 2. Output RSA Ciptakarya

C. Spektrum Respons Desain

Spektrum respons desain diturunkan untuk kedua standar. Periode transisi adalah $T_0(2012) = 0,2 \times (SD1/SDS) = 0,175$ s (didekati dari $0,2 \times 0,877$); $T_0(2019) = 0,2 \times 0,891 = 0,178$ s. Periode sudut adalah $TS(2012) = SD1/SDS = 0,877$ s; $TS(2019) = 0,891$ s. Percepatan spektral (S_a) dihitung menggunakan persamaan standar: $S_a = SDS (1 + (T/T_0)(2,5/SDS - 1))$ untuk $T < T_0$; $S_a = 2,5 SDS$ untuk $T_0 \leq T \leq TS$; $S_a = SD1/T$ untuk $TS < T \leq TL$; $S_a = SD1 TL / T^2$ untuk $T > TL$ (dengan TL dari peta transisi periode panjang). Gambar 3 menggambarkan spektrum grafis untuk SNI 2012 dan 2019, masing-masing. Spektrum SNI 2019 menunjukkan ordinat yang lebih tinggi di sebagian besar periode, terutama di rentang periode pendek, karena SDS yang ditingkatkan, yang memperbesar tuntutan gaya geser dasar.



Gambar 3. Grafik Respon Spektrum

D. Periode Fundamental Struktur

Periode fundamental aproksimasi (T_a) dihitung sebagai:

$T_a = C_t \times h_n^x$, di mana $C_t = 0,0466$, $x = 0,9$, dan $h_n = 53$ m (tinggi bangunan), menghasilkan $T_a = 1,660$ s. Mengingat $SD1 = 0,532$ g, koefisien batas atas $C_u = 1,4$ dari tabel interpolasi, Menghasilkan $T_{max} = C_u \times T_a = 2,325$ s.

Periode ini mengatur ekstraksi percepatan spektral, memastikan analisis menangkap perilaku dinamis bangunan di wilayah sensitif kecepatan spektrum.

E. Kontrol Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar dinamis (VD) dan gaya geser statis ekuivalen (VS) dibandingkan untuk validasi. Pada tabel menyajikan hasil untuk SNI 2012: $VD \approx \pm 5.170,6$ kN di kedua arah, $VS = 5.170,5$ kN, menghasilkan $VS/VD = 1,0$ dan memenuhi $VD \geq 100\% VS$. Untuk SNI 2019 (Tabel 3): $VD \approx \pm 5.812,6$ kN, $VS = 5.812,1$ kN, juga $VS/VD = 1,0$, yang mewakili peningkatan 12,5% dibandingkan SNI 2012. Eskalasi ini disebabkan oleh pembaruan peta bahaya dan koefisien spektral (F_a , F_v) di SNI 2019, yang meningkatkan konservatisme untuk wilayah seismisitas tinggi tanpa mengubah faktor skala, konsisten dengan temuan dari studi serupa pada struktur tidak beraturan.

Base Shear	Dinamik (VD)	Statik (VS)	Faktor skala VS / VD	kontrol (VD) $\geq 100\%$ Vs
	Geser Dasar (kN)	Geser Dasar (kN)		
arah x	5170,607	5170,547	1,0	OK
arah y	5170,698	5170,547	1,0	OK

Gaya Geser Dasar SNI 1726:2012

Base Shear	Dinamik (VD)	Statik (VS)	Faktor skala VS / VD	kontrol (VD) $\geq 100\%$ Vs
	Geser Dasar (kN)	Geser Dasar (kN)		
arah x	5812,225	5812,077	1,0	OK
arah y	5812,947	5812,077	1,0	OK

Gaya Geser Dasar SNI 1726:2019

Tabel 1. Gaya Geser Dasar

F. Kontrol Partisipasi Massa Modal

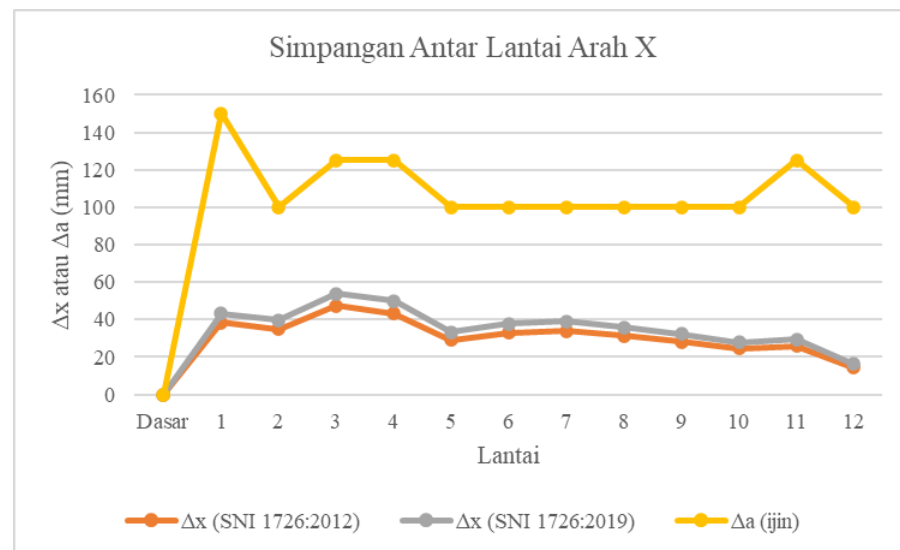
Analisis modal mengungkapkan rasio partisipasi yang hampir identik untuk kedua standar, dengan $\text{SumUX} \approx 0,96$ dan $\text{SumUY} \approx 0,98$ untuk SNI 2012, serta $\text{SumUX} \approx 0,955$ dan $\text{SumUY} \approx 0,985$ untuk SNI 2019, keduanya melebihi ambang 90% untuk validitas. Perbedaan kecil muncul dari penyesuaian bentuk spektral dan pembulatan, tetapi tidak mengkompromikan keandalan analisis. Ini mengonfirmasi bahwa metode respons spektrum secara memadai menangkap energi dinamis, dengan moda utama yang mencakup sebagian besar partisipasi massa, mendukung aplikasinya pada bangunan tidak beraturan vertikal.

Rasio Partisipasi Massa Modal SNI 1726:2012			+	Rasio Partisipasi Massa Modal SNI 1726:2019		
Lantai	SumUX	SumUY		Lantai	SumUX	SumUY
1	0,000054	0,75		1	0,000054	0,75
2	0,42	0,75		2	0,42	0,75
3	0,76	0,75		3	0,76	0,75
4	0,76	0,89		4	0,76	0,89
5	0,82	0,89		5	0,82	0,89
6	0,9	0,89		6	0,9	0,89
7	0,9	0,93		7	0,9	0,93
8	0,9	0,93		8	0,9	0,94
9	0,9	0,97		9	0,9	0,98
10	0,94	0,97		10	0,94	0,98
11	0,96	0,97		11	0,96	0,98
12	0,96	0,98		12	0,96	0,99

Gambar 4. Rasio Partisipasi Massa Modal

G. Simpangan Antar-Lantai pada Arah X

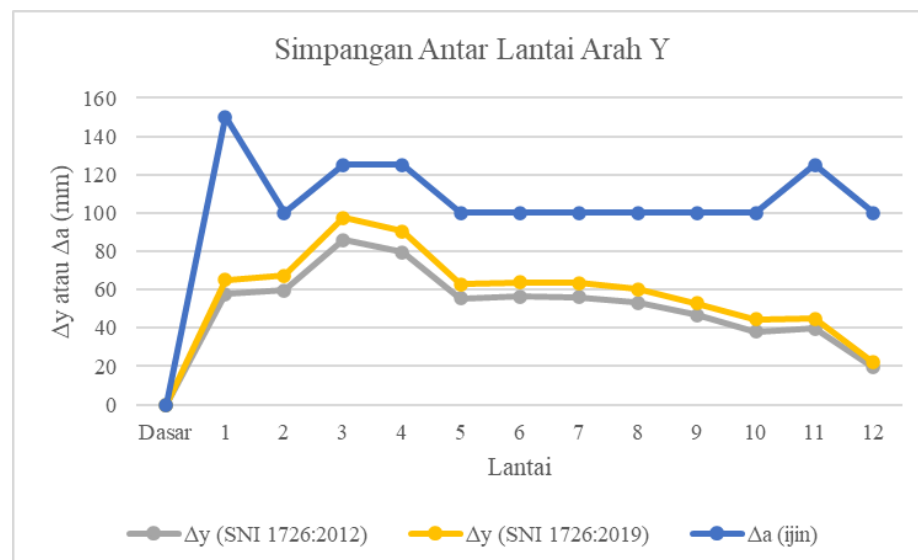
Simpangan antar-lantai (Δx) meningkat tajam dari dasar ke Tingkat 1 (≈ 42 mm untuk kedua standar), mencapai puncak di tingkat menengah (Tingkat 2–4) dengan maksimum ≈ 52 mm (SNI 2012) dan ≈ 56 mm (SNI 2019), kemudian menurun menjadi ≈ 15 mm di atap (Gambar 4). Semua nilai tetap jauh di bawah batas yang diizinkan ($\Delta a = 150$ mm di Tingkat 1, 100 mm di tempat lain), dengan rasio $\approx 1,4\%$ dari tinggi lantai (4 m), di bawah ambang layanan 2,5%. Simpangan SNI 2019 sedikit lebih tinggi karena faktor respons yang diperbesar, tetapi distribusi yang halus menunjukkan tidak ada efek soft story ekstrem, yang mengonfirmasi kelayakan layanan struktur.



Gambar 5. Simpangan Antar Lantai Arah X

H. Simpangan Antar-Lantai pada Arah Y

Demikian pula, Δy naik dari dasar ke Tingkat 1 (≈ 60 mm untuk SNI 2012, ≈ 65 mm untuk SNI 2019), mencapai puncak di Tingkat 3–4 (≈ 85 mm untuk SNI 2012, ≈ 95 mm untuk SNI 2019), dan meruncing menjadi ≈ 20 mm di atap (Gambar 5). Nilai-nilai tetap di bawah batas Δa (150 mm di Tingkat 1, 100 mm lebih tinggi), dengan rasio maksimum $\approx 2,4\%$, sesuai dengan $\leq 2,5\%$. Distribusi bertahap tanpa lompatan mendadak mengonfirmasi tidak adanya konsentrasi soft story, meskipun simpangan SNI 2019 lebih tinggi mencerminkan faktor redaman yang direvisi. Secara keseluruhan, kedua standar memastikan performa seismik, dengan SNI 2019 memberikan margin keamanan yang lebih besar tanpa melebihi batas layanan.



Gambar 6. Simpangan Antar Lantai Arah Y

IV. SIMPULAN

Analisis komparatif gedung rumah sakit 12 lantai dengan ketidakberaturan vertikal di Surabaya menunjukkan bahwa pembaruan dari SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019 menghasilkan parameter spektrum respons dan koefisien situs yang lebih tinggi, menyebabkan peningkatan SDS dari 0,607 g menjadi 0,64 g dan SD1 dari 0,532 g menjadi 0,57 g. Revisi ini mengakibatkan kenaikan gaya geser dasar dinamis sebesar 12,5% (dari ± 5.171 kN menjadi ± 5.813 kN), sambil tetap memenuhi faktor reduksi seismik ($R=8$) dan rasio VS/VD sebesar 1,0.

Simpangan antar-lantai maksimum pada SNI 2019 ($\Delta x \approx 56$ mm, $\Delta y \approx 95$ mm) sedikit lebih besar dibandingkan SNI 2012 ($\Delta x \approx 52$ mm, $\Delta y \approx 85$ mm); namun, keduanya tetap jauh di bawah batas layanan seismik $\leq 2,5\%$ tinggi lantai, dengan distribusi bertahap menuju atap dan tanpa indikasi fenomena soft story ekstrem. Partisipasi massa modal melebihi 90% untuk kedua standar (SumUX $\approx 95,5-96\%$, SumUY $\approx 98-98,5\%$), yang memvalidasi efikasi metode respons spektrum.

Secara keseluruhan, SNI 2019 meningkatkan keketatan kriteria desain tanpa mengorbankan kriteria kinerja, memastikan ketahanan seismik yang lebih baik untuk fasilitas esensial di zona berisiko tinggi dan mendukung praktik rekayasa berbasis kinerja. Penelitian mendatang perlu memasukkan analisis time-history nonlinier untuk lebih menyempurnakan temuan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada dosen pembimbing atas bimbingan, petunjuk, dan dukungan yang tak ternilai selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, yang telah mendedikasikan waktu dan ilmu mereka, memberikan motivasi serta inspirasi sepanjang perjalanan studi saya. Semoga segala kebaikan dan pengetahuan yang telah diberikan menjadi amal jariyah yang berlimpah dan senantiasa diberkahi Allah SWT dengan balasan yang terbaik.

REFERENSI

- [1] SNI 1726:2012, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2012.
- [2] SNI 1726:2019, *Tata Cara Perencanaan Tahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2019.
- [3] SNI 1727:2020, *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2020.
- [4] SNI 2847:2013/2019, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2019.
- [5] E. Mulyati, S. Hariyani, A. I. Yunus, R. Christiana, B. Harsono, H. H. Ahmad, and A. Gaus, *Bahan Bangunan*. Padang: CV HEI Publishing Indonesia, 2025.
- [6] S. Aditya Indra and Jonbi, "Analisis struktur berdasarkan penerapan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 pada gedung apartemen Universitas Islam Internasional Indonesia," *ARTESIS: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [7] T. Aviska and T. Retno, "Analisa perbandingan pengaruh gempa terhadap gedung bertingkat berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 16, no. 1, pp. 34–48, 2023.
- [8] H. Medriosa and A. W. K. Wau, "Analisis struktur gedung DPRD Kota Bukittinggi menggunakan SNI beton bertulang 2847:2019 dan SNI gempa 1726:2019," *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, vol. 1, no. 2, pp. 67–74, 2023.
- [9] M. T. Dona, "Studi perbandingan perilaku struktur atas berdasarkan peraturan ketahanan gempa SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 pada gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Malang," Tugas Akhir, Institut Teknologi Nasional Malang, 2022.
- [10] A. A. Rohman, R. Trimurtiningrum, and G. Sarya, "Analisa perbandingan kinerja gedung struktur beton bertulang 9 lantai dengan SNI 0317262012 dan SNI 0317262019 menggunakan metode pushover," *Jurnal Extrapolasi*, vol. 6, no. 3, 2021.
- [11] A. Setiawan, M. Isneini, V. A. Noorhidana, and H. R. Husni, "Analisis variasi layout shearwall dengan SNI 1726-2019 terhadap perilaku bangunan bertingkat (Studi Kasus: Gedung Pelayanan Publik Satu Atap Bandar Lampung)," *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 11, no. 2, pp. 297–310, 2023.
- [12] D. Saputra and R. Kurniawan, "Analisis struktur gedung kampus 8 lantai di Universitas Balikpapan berdasarkan SNI 1726:2019," *Jurnal Teknik Sipil UNIBA*, vol. 4, no. 1, pp. 22–31, 2023.
- [13] R. O. F. Wantalange, J. D. Pangouw, and R. S. Windah, "Analisis statik dan dinamik gedung bertingkat akibat gempa berdasarkan SNI 1726-2012 dengan variasi jumlah tingkat," *Jurnal Sipil Statik (UNSRAT)*, vol. 4, no. 1, pp. 22–34, 2016.
- [14] R. K. Rohman, "Analisis perbandingan gaya gempa berdasarkan SNI 1726 2002 dan SNI 1726 2012 terhadap struktur atas gedung perpustakaan dan laboratorium Politeknik Negeri Madiun," *Jurnal Pilar Teknologi: Jurnal Ilmiah Ilmu Ilmu Teknik*, vol. 5, no. 2, 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.