

# **ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT BERDASARKAN SNI 1726:2012 DAN SNI 1726:2019 (STUDI KASUS WARON HOSPITAL SURABAYA)**

Oleh:

Muhammad Nurmaulana Ishaq,

Budwi Harsono

Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2025



# PENDAHULUAN

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif (Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik) sehingga memiliki aktivitas seismik tinggi dan rawan gempa, yang dalam sejarahnya telah menimbulkan kerusakan besar serta korban jiwa. Untuk menghadapi potensi tersebut, BSN memperbarui standar ketahanan gempa dari SNI 1726:2012 menjadi SNI 1726:2019 dengan penyesuaian pada peta zonasi, parameter spektral, kategori risiko, dan prosedur percepatan desain. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan SNI 2019 menghasilkan gaya geser dasar dan simpangan antar-lantai lebih besar dibanding SNI 2012, dengan peningkatan hingga 1,47 kali, terutama pada wilayah tanah lunak dan intensitas seismik tinggi. Pada bangunan bertingkat dengan ketidakberaturan vertikal, analisis respons spektrum dinamis sangat penting karena mampu menggambarkan perilaku getar kompleks dan mendeteksi risiko soft story. Meskipun gaya dan simpangan lebih besar, penelitian menunjukkan partisipasi massa modal tetap di atas 90%, menandakan validitas metode respons spektrum dalam evaluasi struktur. Oleh karena itu, kajian komparatif terhadap gedung rumah sakit 12 lantai tidak beraturan di Surabaya diperlukan untuk menilai pengaruh perubahan parameter SNI 2019 terhadap gaya geser, simpangan, dan partisipasi massa, sekaligus memberikan rekomendasi teknis bagi desain struktur tahan gempa berbasis kinerja.

# RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, berikut beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana perbedaan nilai gaya geser dasar dinamis pada struktur gedung rumah sakit akibat penerapan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019?
2. Bagaimana perbandingan nilai simpangan antar-lantai (interstory drift) pada struktur gedung akibat penerapan kedua standar tersebut?
3. Bagaimana perbedaan utama kriteria perencanaan struktur gedung rumah sakit dengan ketidakberaturan vertikal sesuai SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019?
4. Apa saja dampak dari perubahan parameter seismik pada SNI 1726:2019 terhadap perancangan elemen struktural gedung?

# METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental-numerik dengan fokus pada analisis perilaku struktur bangunan terhadap beban gempa. Teknik yang digunakan adalah metode analisis respons spektrum berbasis perhitungan numerik, yang diproses melalui perangkat lunak berbasis metode elemen hingga.

Analisis struktur dilakukan secara numerik menggunakan metode dinamik respons spektrum berdasarkan dua versi standar gempa nasional (SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019). Langkah-langkahnya meliputi:

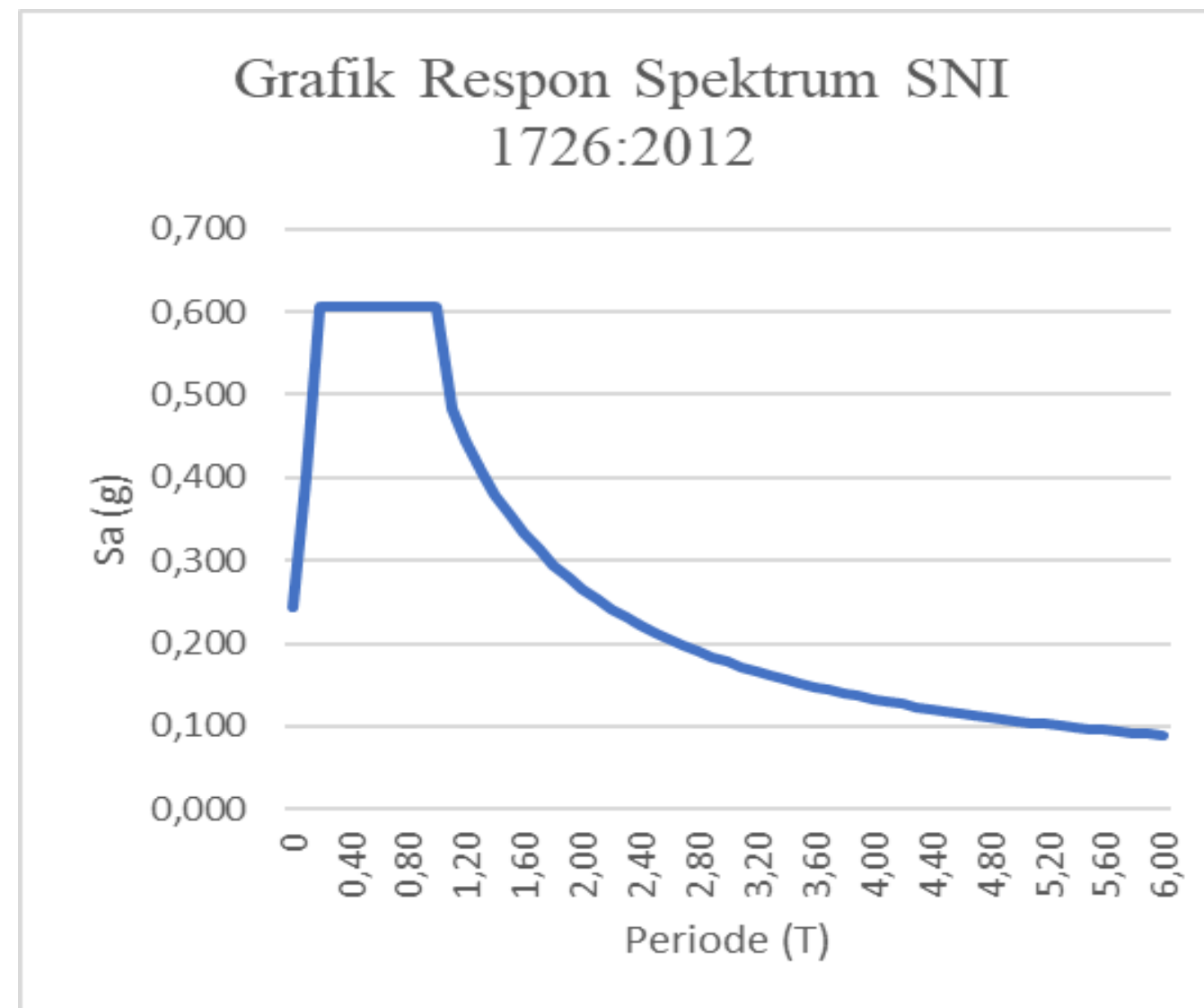
1. Pemodelan 3D Gedung di SAP2000 berdasarkan data geometri dan properti material.
2. Penerapan Beban: beban mati, beban hidup, serta beban gempa respons spektrum.
3. Analisis Dinamis: menjalankan analisis dinamik untuk mendapatkan respons struktur

Perbandingan dan Evaluasi: membandingkan hasil antara SNI 2012 dan 2019 terhadap kriteria kinerja (safety dan serviceability).



# HASIL

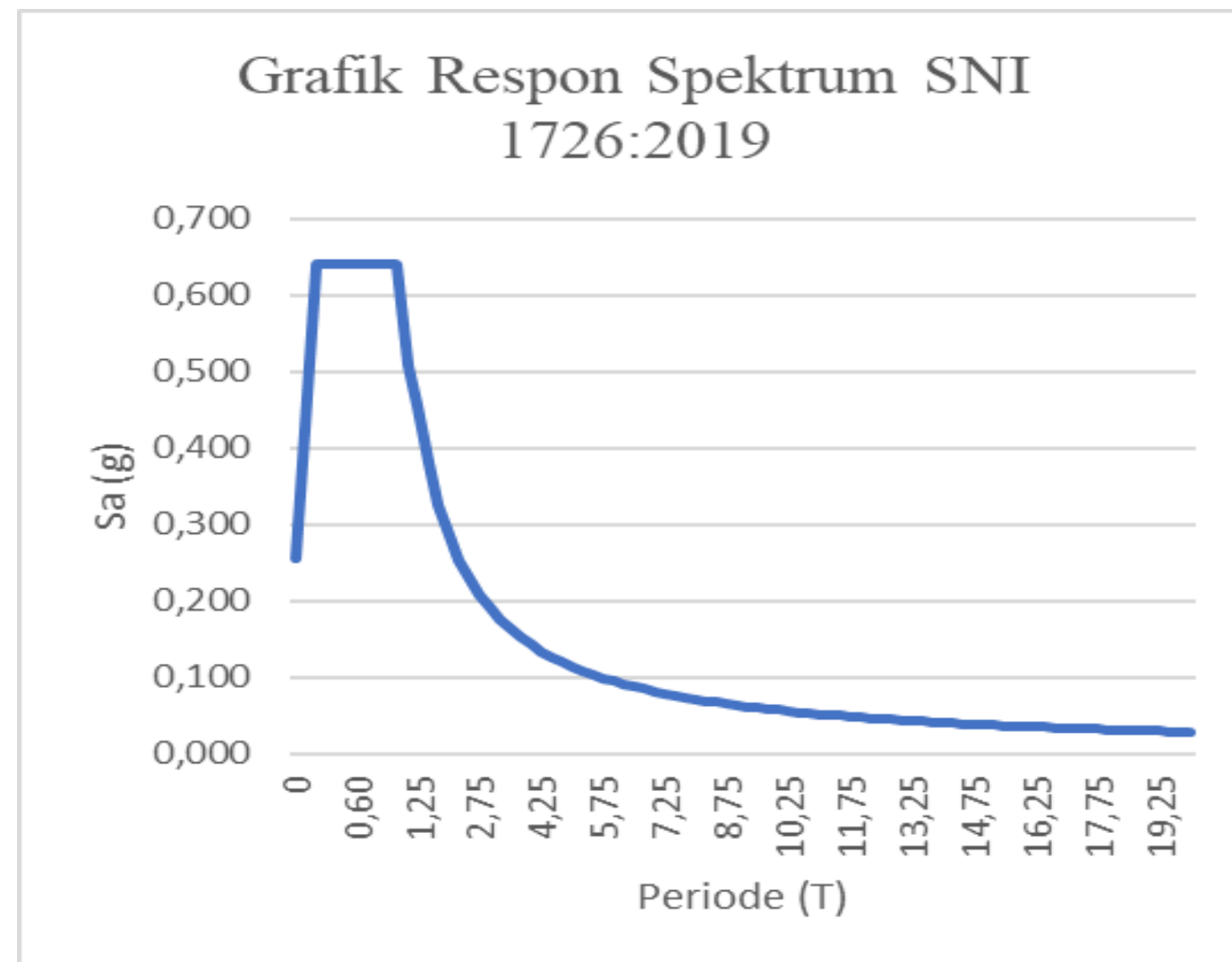
## 1. Respon Spektrum SNI 1726:2012



Grafik Respon Spektrum SNI 1726:2012 menunjukkan hubungan antara periode getar alami struktur ( $T$ ) dengan percepatan respons spektral ( $S_a$ ) yang digunakan untuk menentukan beban gempa rencana. Pada periode sangat kecil, nilai  $S_a$  masih rendah, kemudian meningkat hingga mencapai puncak pada rentang periode sekitar 0,4–1,0 detik, yang merepresentasikan kondisi percepatan maksimum yang dialami struktur. Setelah melewati periode tersebut, nilai  $S_a$  menurun seiring bertambahnya periode, menandakan bahwa bangunan tinggi dengan periode besar menerima percepatan lebih kecil tetapi cenderung mengalami simpangan lebih besar. Bentuk grafik ini menanjak pada awal, datar pada periode tertentu, lalu menurun merupakan karakteristik standar respon spektrum pada SNI 1726:2012.

# HASIL

## 2. Respon Spektrum SNI 1726:2019



Grafik Respon Spektrum SNI 1726:2019 menggambarkan hubungan antara periode getar alami struktur ( $T$ ) dengan percepatan respons spektral ( $S_a$ ) yang menjadi dasar perhitungan beban gempa rencana. Pada periode sangat kecil, nilai  $S_a$  masih rendah, kemudian meningkat tajam hingga mencapai puncak pada rentang periode sekitar 0,6–1,0 detik, yang menunjukkan kondisi percepatan maksimum yang paling berbahaya bagi struktur. Setelah melewati periode tersebut, kurva menurun secara bertahap seiring bertambahnya periode getar, sehingga bangunan tinggi dengan periode besar cenderung mengalami percepatan lebih kecil namun simpangan antar lantai lebih besar. Dibandingkan SNI 2012, grafik SNI 2019 memiliki rentang periode yang lebih panjang dan spektrum yang lebih detail, mencerminkan pembaruan data seismotektonik nasional serta klasifikasi situs tanah yang lebih komprehensif.

# HASIL

## 3. Kontrol Gaya Geser Dasar SNI 1726:2012

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

Tabel kontrol gaya geser dasar digunakan untuk memeriksa hasil analisis gempa agar sesuai dengan ketentuan SNI, di mana nilai gaya geser dasar total dari analisis dinamik ( $V_t$ ) harus dibandingkan dengan batas minimum ( $V_{min}$ ) dan maksimum ( $V_{max}$ ). Jika  $V_t$  lebih kecil dari  $V_{min}$ , maka gaya geser dasar harus diskalakan naik agar struktur tidak didesain terlalu lemah, sedangkan jika  $V_t$  melebihi  $V_{max}$  maka nilainya dapat dibatasi agar tidak menghasilkan desain yang berlebihan. Dengan demikian, tabel ini berfungsi sebagai alat validasi agar gaya geser dasar yang digunakan dalam perencanaan struktur tetap aman, efisien, dan sesuai standar.



# HASIL

## 4. Kontrol Geser Dasar SNI 1726:2019

Tabel kontrol gaya geser dasar 2019 lebih menekankan pada peningkatan keamanan bangunan vital karena  $V_{min}$  dihitung menggunakan SDS, SD1, dan faktor keutamaan  $I_e$ , yang membuat nilainya relatif lebih besar dibanding 2012. Berbeda dengan 2012 yang masih membatasi hasil dengan  $V_{max}$ , pada 2019 kontrol hanya fokus pada batas bawah sehingga gaya analisis yang besar tetap dipakai. Hal ini membuat desain berdasarkan SNI 2019 lebih konservatif, khususnya untuk rumah sakit dan gedung vital, karena struktur dipaksa menahan gaya gempa lebih tinggi sesuai realitas seismik terbaru.

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



# HASIL

## 5. Kontrol Partisipasi Massa Modal SNI 1726:2012

Lantai	SumUX	SumUY
1	0,000054	0,75
2	0,42	0,75
3	0,76	0,75
4	0,76	0,89
5	0,82	0,89
6	0,9	0,89
7	0,9	0,93
8	0,9	0,93
9	0,9	0,97
10	0,94	0,97
11	0,96	0,97
12	0,96	0,98

Tabel partisipasi massa modal berdasarkan SNI 1726:2012 menunjukkan akumulasi rasio partisipasi massa struktur pada arah-X (SumUX) dan arah-Y (SumUY) hingga lantai 12. Pada arah-X, partisipasi massa meningkat bertahap dari sangat kecil di lantai bawah (0,000054) hingga mencapai 0,96 atau 96% di lantai 12, sedangkan pada arah-Y relatif tinggi sejak awal (0,75) dan stabil naik hingga 0,98 atau 98% di lantai 12. Hal ini membuktikan bahwa distribusi partisipasi massa modal sudah melampaui ambang batas 90% yang dipersyaratkan standar, baik untuk arah-X maupun arah-Y, sehingga analisis dinamik respons spektrum dinilai valid dan representatif terhadap perilaku dinamik struktur secara keseluruhan.

# HASIL

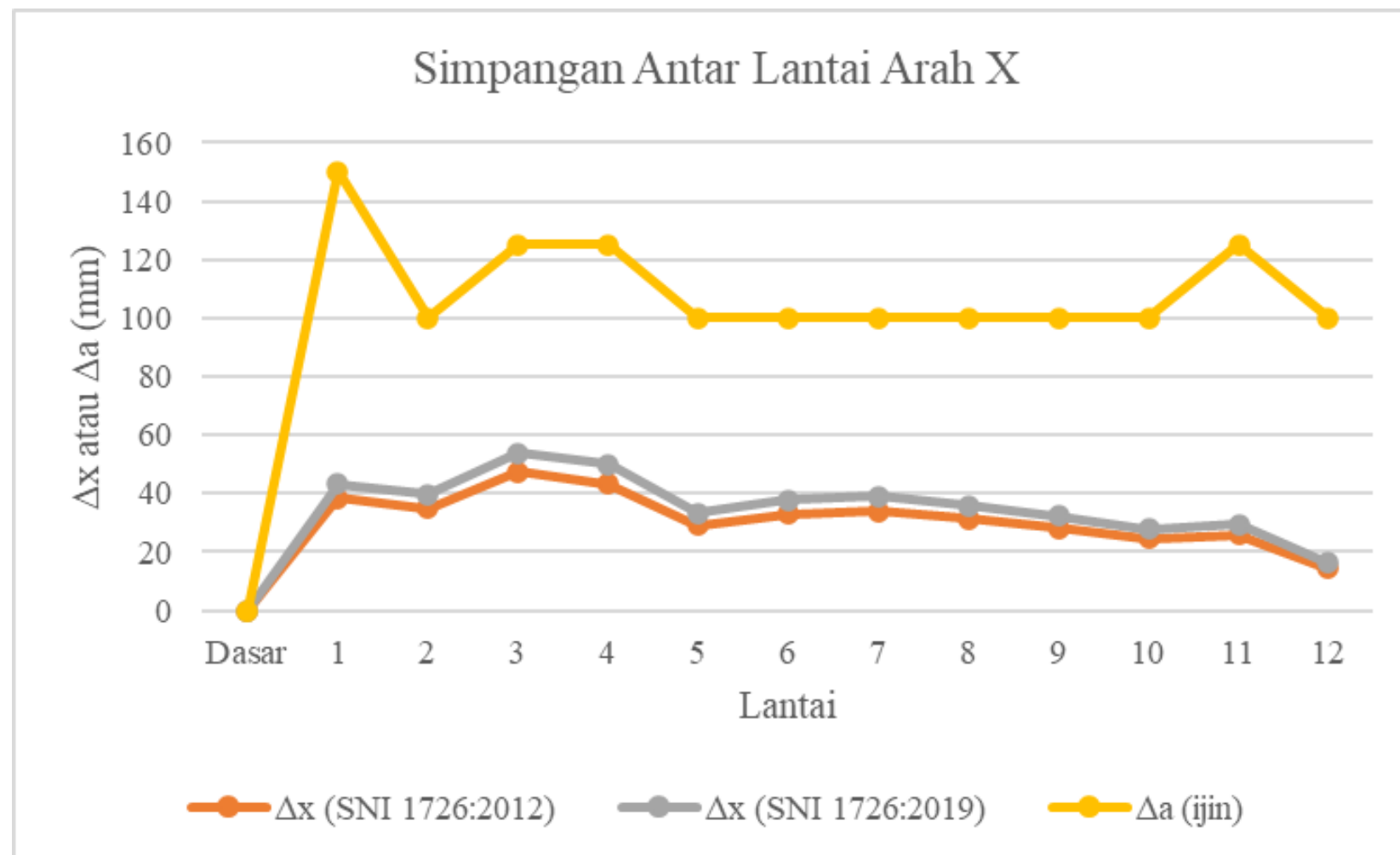
## 5. Kontrol Partisipasi Massa Modal SNI 1726:2019

Lantai	SumUX	SumUY
1	0,000054	0,75
2	0,42	0,75
3	0,76	0,75
4	0,76	0,89
5	0,82	0,89
6	0,9	0,89
7	0,9	0,93
8	0,9	0,94
9	0,9	0,98
10	0,94	0,98
11	0,96	0,98
12	0,96	0,99

Tabel partisipasi massa modal berdasarkan SNI 1726:2019 memperlihatkan bahwa kontribusi partisipasi massa arah-X (SumUX) bertambah bertahap dari hampir nol di lantai dasar (0,000054) hingga mencapai 0,96 atau 96% di lantai 12, sedangkan arah-Y (SumUY) sejak awal sudah cukup besar (0,75) dan meningkat stabil hingga 0,99 atau 99% di lantai 12. Pencapaian nilai kumulatif di atas 90% pada kedua arah ini menunjukkan bahwa jumlah mode getar yang dipertimbangkan sudah mencukupi sesuai syarat SNI 1726:2019, sehingga hasil analisis respons spektrum dapat dinyatakan valid dalam merepresentasikan perilaku dinamik struktur secara menyeluruh.

# HASIL

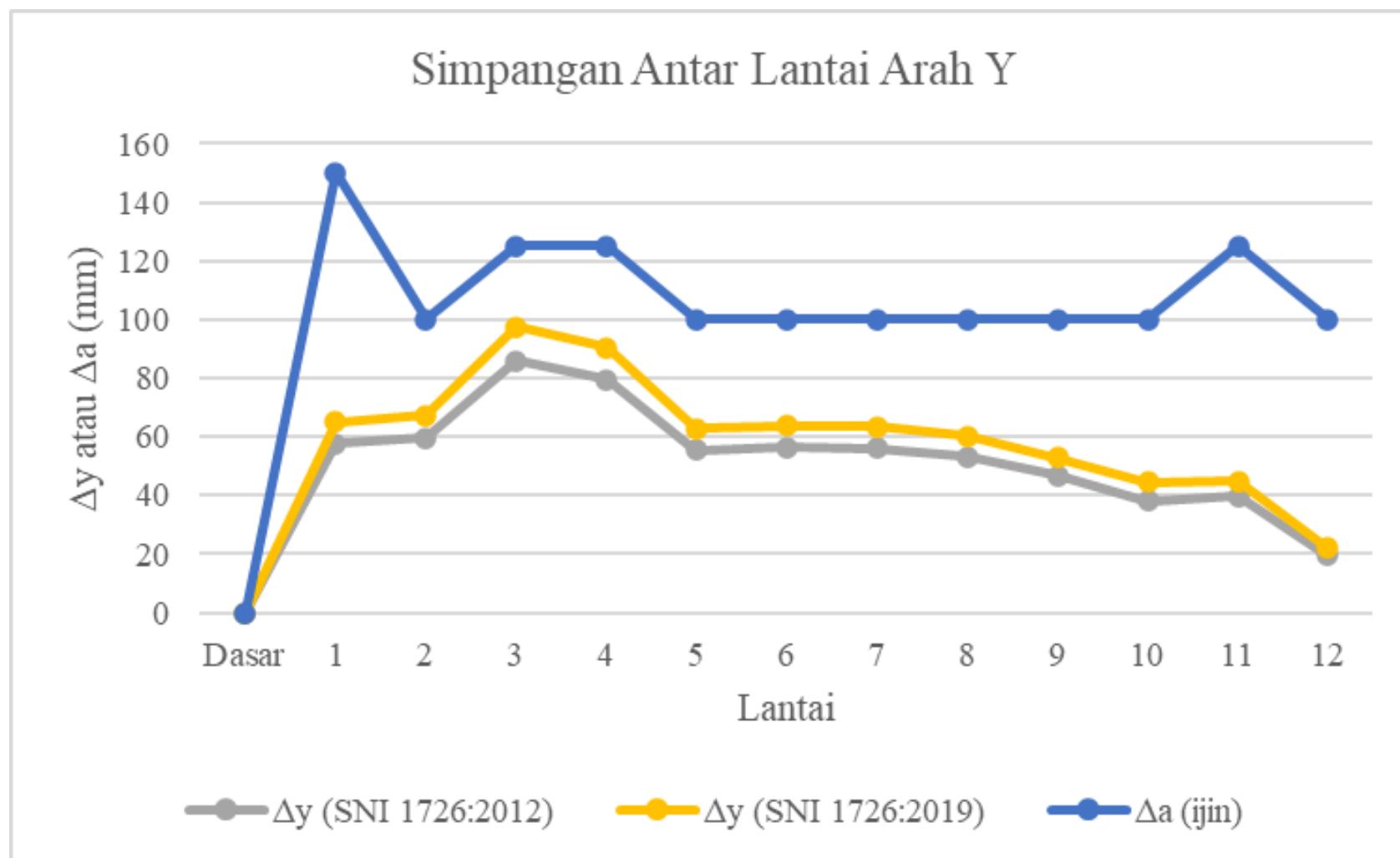
## 6. Simpangan Antar Lantai Arah X



Grafik interstory drift arah X pada SRPMK 12 lantai di Surabaya menunjukkan simpangan meningkat tajam dari dasar ke LT-1 (~42 mm), maksimum di LT-2–LT-4 (52 mm pada SNI 2012 dan 56 mm pada SNI 2019), lalu menurun hingga atap (~15 mm). Semua simpangan masih jauh di bawah batas ijin (100–150 mm), dengan rasio maksimum sekitar 1,4% dari tinggi lantai ( $\leq 2,5\%$ ). SNI 2019 menghasilkan simpangan sedikit lebih besar, namun distribusinya tetap stabil tanpa indikasi soft story.

# HASIL

## 6. Simpangan Antar Lantai Arah Y



Grafik interstory drift arah Y pada SRPMK 12 lantai di Surabaya menunjukkan simpangan naik tajam dari dasar ke LT-1 (~60–65 mm), maksimum di LT-3–LT-4 (85 mm pada SNI 2012 dan 95 mm pada SNI 2019), lalu menurun hingga atap (~20 mm). Semua nilai berada jauh di bawah batas ijin (100–150 mm) dengan rasio maksimum  $2,4\% \leq 2,5\%$ , sehingga tetap aman terhadap kriteria serviceability. SNI 2019 memberi simpangan sedikit lebih besar akibat faktor respons gempa, namun distribusinya stabil tanpa indikasi soft story.



# PEMBAHASAN

Analisis struktur gedung rumah sakit 12 lantai di Surabaya menggunakan SAP2000 menunjukkan bahwa penerapan SNI 1726:2019 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) karena pembaruan peta gempa dan koefisien amplifikasi tanah ( $F_a$ ,  $F_v$ ). 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 tetap di bawah batas izin ( $\leq 2,5\%$  tinggi lantai) tanpa indikasi soft story ekstrem, dengan partisipasi massa modal (SumUX  $\approx 95,5\text{--}96\%$ , SumUY  $\approx 98\text{--}98,5\%$ ) melebihi 90%, menegaskan validitas analisis respons spektrum dan kepatuhan struktur terhadap kriteria keamanan serta layanan gempa.

# KESIMPULAN

1

**Parameter gempa meningkat di SNI 2019** → SDS naik dari 0,607 g ke 0,64 g dan SD1 dari 0,53 g ke 0,57 g, sehingga gaya geser dasar naik  $\pm 12,5\%$ .

2

**Simpangan antar lantai SNI 2019** sedikit lebih besar dibanding SNI 2012, namun tetap jauh di bawah batas layanan ( $\leq 2,5\%$  tinggi lantai).

3

**Distribusi simpangan** menurun bertahap ke atap tanpa indikasi soft story.

4

**Partisipasi massa modal**  $> 90\%$  di kedua standar, menegaskan analisis respons spektrum valid, dengan SNI 2019 lebih konservatif tetapi struktur tetap aman.

