STUDI ANALISIS STRUKTUR ATAS GEDUNG ASN DI IKN KALIMANTAN TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Fery Malino Pasang[1*], Ester Priskasari[1], dan Mohammad Erfan[1]

[1] *Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia*

ABSTRACT

As a region with high seismic activity, Indonesia requires a reliable structural system capable of meeting strict safety, stiffness, and ductility criteria. This study evaluates the seismic performance and structural design of the 14-story ASN Building in the Indonesian Capital City (IKN), East Kalimantan, utilizing the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) through three-dimensional finite element modeling using ETABS software. The analysis incorporates gravity loads and seismic loads calculated via the response spectrum method based on SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 2847:2019 provisions. The results demonstrate that the cumulative mass participation successfully meets the standard requirements, achieving a minimum of 90% at the 7th mode for the X-direction and the 8th mode for the Y-direction, thereby properly representing the dynamic behavior under earthquake loads. Furthermore, inter-story drift (Δi) evaluations indicate that the maximum displacement in the X-direction occurs at the 3rd floor at 27.423 mm, while in the Y-direction it reaches 30.310 mm at the 4th floor—both comfortably below the 84.000 mm allowable limit. Additional verifications regarding P-Delta stability effects, torsional irregularity checks, and structural member capacities confirm that the building safely complies with all criteria. Overall, the superstructure design of mobility and resilience using SRPMK fulfills all national standard criteria concerning safety, strength, stiffness, and ductility to optimally resist the combination of gravity and seismic loads.

Keywords: *Special Moment Resisting Frame System (SRPMK).*

ABSTRAK

Sebagai wilayah dengan aktivitas kegempaan tinggi, Indonesia memerlukan suatu sistem struktur bangunan yang handal dan memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, serta daktilitas yang ketat. Penelitian ini mengevaluasi kinerja seismik dan perencanaan struktur atas Gedung ASN 14 lantai di Ibu Kota Nusantara (IKN), Kalimantan Timur, dengan menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) melalui pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak ETABS. Analisis struktur memperhitungkan kombinasi beban gravitasi serta beban gempa yang dihitung berdasarkan metode respons spektrum sesuai ketentuan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa partisipasi massa kumulatif struktur telah memenuhi persyaratan standar dengan mencapai nilai minimum 90% pada mode getar ke-7 untuk arah X dan mode getar ke-8 untuk arah Y, sehingga perilaku dinamik struktur akibat beban gempa terwakili dengan baik. Selain itu, evaluasi simpangan antar-lantai (Δi)memperlihatkan bahwa pergeseran maksimum pada arah X terjadi di lantai 3 sebesar 27,423 mm, sedangkan pada arah Y terjadi di lantai 4 sebesar 30,310 mm—di mana kedua nilai tersebut berada jauh di bawah batas izin sebesar 84,000 mm. Pemeriksaan tambahan terhadap efek stabilitas P-Delta, kontrol ketidakberaturan torsi, serta verifikasi kapasitas elemen struktur turut mengonfirmasi bahwa bangunan aman dan memenuhi seluruh kriteria desain. Secara keseluruhan, perencanaan struktur atas Gedung ASN dengan sistem SRPMK ini telah memenuhi seluruh standar keamanan, kekuatan, kekakuan, dan daktilitas untuk menahan kombinasi beban gravitasi maupun beban gempa secara optimal.

Kata kunci: *Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).*

1. PENDAHULUAN

Letak geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik, menyebabkan Indonesia berada pada daerah yang rawan gempa bumi. Untuk mengurangi resiko akibat bencana gempa, maka perlu direncanakan struktur bangunan tahan gempa (Fauzan, F. (2021). Kalimantan Timur merupakan provinsi yang terletak di bagian timur Pulau Kalimantan dan menjadi lokasi pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) sebagai pusat pemerintahan baru Republik Indonesia. Khususnya di Kabupaten Penajam Paser Utara Pembangunan Gedung Susun bertujuan untuk mendukung pemerataan pembangunan nasional serta mengurangi beban aktivitas di ibu kota sebelumnya. Dalam proses pengembangan kawasan IKN, pembangunan berbagai infrastruktur pemerintahan menjadi prioritas utama, salah satunya adalah pembangunan gedung Aparatur Sipil Negara ASN. Salah satu sistem struktur yang memiliki kemampuan yang baik dalam menghadapi beban gempa adalah Sistem rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini dirancang dengan daktilitas penuh, yang berarti mampu menahan deformasi signifikan tanpa mengalami keruntuhan. Tingkat daktilitas yang tinggi memungkinkan struktur untuk menyerap energi gempa secara efisien dan memberikan waktu yang cukup bagi penghuni bangunan unutk melakukan evakuasi, terutama saat terjadi gempa berulang dengan intensitas tinggi. Hal ini menjadikan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) cocok untuk diterapkan pada bangunan yang memiliki kategori risiko tinggi. Provinsi Kalimantan Timur, dipilih sebagai studi kasus karena lokasinya berada di wilayah yang memiliki potensi aktivitas seismik yang signifikan. Penggunaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan menggunakan struktur beton bertulang pada perencanaan gedung ini bertujuan untuk memastikan ketahanan dan keamanan struktur, sekaligus memberikan perlindungan maksimal bagi penggunanya. Material beton bertulang dipilih sebagai elemen utama dalam desain struktur ini karena memiliki kekuatan tekan yang tinggi, kekakuan yang baik, serta mampu berperilaku daktail apabila direncanakan dengan benar sesuai ketentuan. Beton bertulang tidak hanya mampu menahan beban besar, tetapi juga memiliki ketahanan yang baik terhadap beban gempa serta relatif mudah dalam pelaksanaan konstruksi. Oleh karena itu, penggunaan beton bertulang dinilai sesuai untuk bangunan gedung bertingkat tinggi, khususnya Gedung ASN 14 lantai. Dengan menggunakan beton bertulang, perencanaan struktur diharapkan dapat memenuhi standar ketahanan seismik yang ditetapkan dalam SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Struktur Gedung

Struktur bangunan menggunakan struktur beton bertulang dengan mutu beton fc' sebesar 30 MPa. Baja tulangan utama menggunakan mutu BJTS 420 (baja ulir dengan tegangan leleh minimum) dan baja tulangan pengekang/sengkang menggunakan mutu BJTP 280 (baja polos dengan tegangan leleh minimum), dengan modulus elastisitas 200000 MPa. Standar yang digunakan sebagai ketentuan dalam melakukan desain adalah SNI 1726:2019 (Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung), SNI 2847:2019 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung), SNI 1727:2020 (Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain), SNI 2052:2024 (Baja Tulangan Beton), dan ASCE 7-16.

Respons Spektrum Gempa

Respons Spektrum digunakan dalam analisis statik dan linear. Data respons ini diperlukan sebagai target spektra dalam proses spectral matching. Berikut data respons spektrum pada daerah Gedung ASN.

Tabel 1. Parameter Beban Gempa

Kategori Resiko	II
Faktor Keutamaan Gempa (Ie)	1.0
Kelas Situs Tanah	SC
Parameter Percepatan Periode Pendek (Ss)	0.1670
Parameter Percepatan Periode 1 Detik (S1)	0.0790
Faktor Amplikasi Periode (Fa)	1.3
Faktor Amplikasi Periode 1 Detik (Fv)	1.5
Percepatan Pada Periode Pendek (Sms)	0.217
Percepatan Pada Periode 1 Detik (Sm1)	0.119
Percepatan Desain Pada Periode Pendek (SDS)	0.1450
Percepatan Desain Pada Periode 1 Detik (SD1)	0.079
Kategori Desain Seismik (KDS)	B

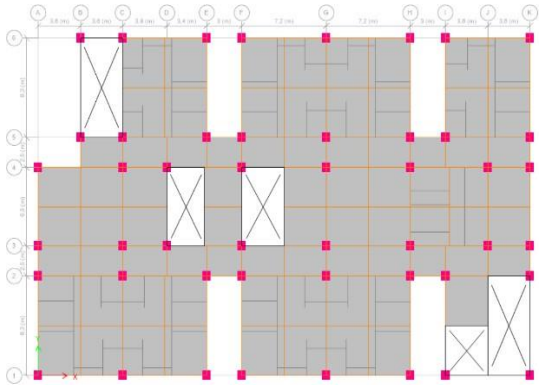
3. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui metode analisis numerik berbasis pemodelan struktur 3D untuk mengevaluasi kinerja seismik Gedung ASN
. Objek penelitian ini adalah gedung ASN berfungsi hunian yang berlokasi di Kabupaten Penajam Paser Utara, dengan jumlah lantai dengan tinggi total 60,7 meter. Tahap awal dimulai dengan pengumpulan data teknis bangunan, yang meliputi

fungsi gedung, jumlah lantai dan tinggi bangunan, serta data material berupa mutu beton dan baja tulangan. Selain itu, dikumpulkan pula data beban mati dan beban hidup sesuai ketentuan.

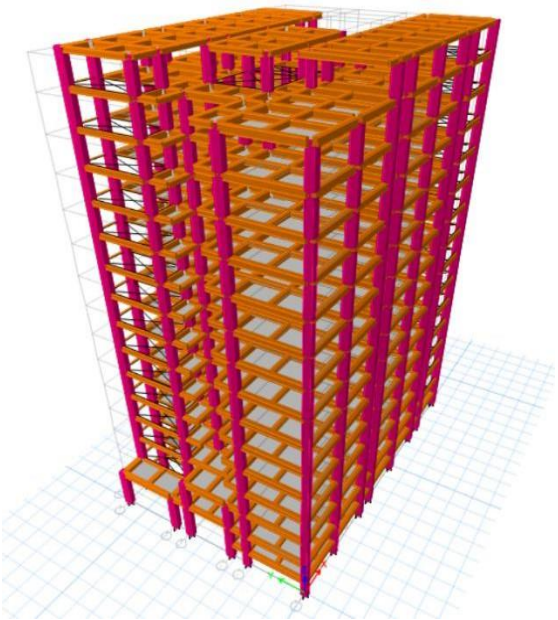
Tahap berikutnya adalah pemberian pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban gempa dianalisis menggunakan metode respons spektrum sesuai ketentuan SNI 1726-2019. Hasil analisis digunakan untuk memperoleh parameter kinerja struktur, meliputi gaya geser dasar (base shear), periode getar, partisipasi massa, simpangan antar lantai, serta pengaruh P–Delta.

Denah model Gedung Asrama ASN ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.

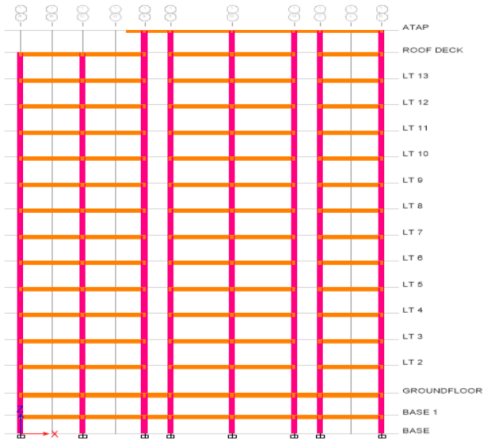


Gambar 1.Denah Lantai 2

Pada Gambar 2 ditunjukkan model tiga dimensi (3D) yang dibuat oleh Etabs.



Gambar 2. Model 3D Gedung ASN



Gambar 3.Potongan Memanjang

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketidakberaturan Struktur Horizontal

Ketidakberaturan horizontal Tipe 1a dan 1b terjadi apabila simpangan antar-lantai maksimum di salah satu ujung struktur melebihi 1,2 kali (untuk Tipe 1a) atau 1,4 kali (untuk Tipe 1b) simpangan antar-lantai rata-rata di kedua ujung struktur, yang umumnya diakibatkan oleh eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan pada denah bangunan yang tidak simetris (seperti denah berbentuk huruf 'U' pada gambar) sehingga menyebabkan terjadinya puntiran (*torsion*) akibat beban gempa.
Rekapitulasi hasil perhitungan ketidakberaturan torsi 1a dan 1b sebagai berikut :

Tabel 2. Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Arah X

No	Story	Arah X			Cek
		Δmax	Δavg	Δmax/Δavg	
		mm	mm	mm	
1	Atap	1.37	1.25	1.096	OK
2	Roofdeck	2.07	1.99	1.040	OK
3	Lt 13	2.69	2.66	1.011	OK
4	Lt 12	3.34	3.33	1.003	OK
5	Lt 11	3.93	3.91	1.005	OK
6	Lt 10	4.44	4.40	1.009	OK
7	Lt 9	4.85	4.80	1.010	OK
8	Lt 8	5.17	5.11	1.012	OK
9	Lt 7	5.42	5.35	1.013	OK
10	Lt 6	5.61	5.51	1.018	OK
11	Lt 5	5.72	5.60	1.021	OK
12	Lt 4	5.72	5.58	1.025	OK
13	Lt 3	5.51	5.40	1.020	OK
14	Lt 2	5.19	5.04	1.030	OK
15	Lt1	2.79	2.53	1.103	OK

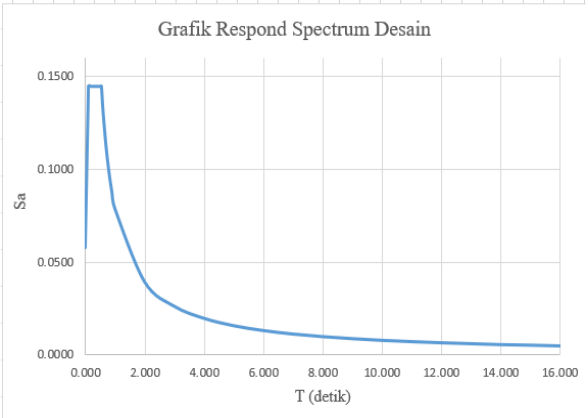
16	Basement	1.28	1.14	1.123	OK

Tabel 3. Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Arah Y

No	Story	Arah Y			Cek
		Δmax	Δavg	Δmax/Δavg	
		mm	mm	mm	
1	Atap	1.97	1.82	1.082	OK
2	Roofdeck	2.65	2.51	1.056	OK
3	Lt 13	3.35	3.15	1.063	OK
4	Lt 12	4.06	3.80	1.068	OK
5	Lt 11	4.68	4.37	1.071	OK
6	Lt 10	5.19	4.84	1.072	OK
7	Lt 9	5.61	5.22	1.075	OK
8	Lt 8	5.92	5.51	1.074	OK
9	Lt 7	6.14	5.71	1.075	OK
10	Lt 6	6.27	5.82	1.077	OK
11	Lt 5	6.32	5.86	1.078	OK
12	Lt 4	6.23	5.81	1.072	OK
13	Lt 3	5.58	5.43	1.028	OK
14	Lt 2	5.27	4.89	1.078	OK
15	Lt1	2.99	2.59	1.154	OK
16	Basement	1.22	1.06	1.151	OK

Spectrum Respond Design

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara Periode Getar Struktur (T dalam detik) pada sumbu horizontal terhadap Percepatan Spektral Desain (Sa dalam satuan percepatan gravitasi) pada sumbu vertikal. Grafik ini mengacu pada ketentuan SNI 1726 untuk memetakan hazard gempa di lokasi bangunan.



Gambar 4. Grafik spektrum repons design

Pengecekan Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Gaya geser dasar (base shear) merupakan parameter krusial dalam perencanaan struktur tahan gempa yang merepresentasikan akumulasi total gaya lateral akibat beban dinamik seismik yang bekerja pada dasar bangunan. Besar kecilnya gaya geser dasar ini sangat dipengaruhi oleh massa total struktur, percepatan tanah dilokasi proyek, serta karakteristik fleksibilitas atau periode getar alami dari bangunan itu sendiri

Tabel 4. Base Reaction

Tipe Beban Gempa		Fx (kN)	Fy (kN)
Statis	*User Load* (EQ)	2246.992	2246.992
Dinamis	Respons Spektrum (RSP)	569.251	558.524

Cek konfigurasi Vdinamik ≥ 100%Vstatik :

Tabel 5. Konfigurasi Base Shear

Arah	Vdinamik	100%Vstatik	Keterangan
X	569.251	2246.992	Statis
Y	558.524	2246.992	Statis

Vdinamik ≥ Vstatik (Tidak Terpenuhi) sehingga skala faktor dinamis harus dikalikan dengan V/Vt Yang dimana V adalah gaya geser dasar metode statik ekivalen dan Vt adalah gaya geser dasar ragam (Dinamis).

Faktor skala X (lama) =1226.25 m/s^2

Faktor skala Y (lama) =1226.25 m/s^2

Faktor skala X (lama) =1226.25 x$\frac{224.9921}{569.251}$ = 4840.35 m/s^2

Cek Konfirmasi

Vdinamik ≥ 100% Vstatik

Arah	Vdinamik	100%Vstatik	Keterangan
X	2247.693	2246.992	Dinamis
Y	2247.239	2246.992	Dinamis

Analisis Partisipasi Massa

Partisipasi massa rasio merupakan persentase massa struktur yang berkontribusi terhadap respons dinamik pada setiap mode getar. Semakin besar nilai partisipasi massa kumulatif, semakin baik mode getar yang digunakan dalam merepresentasikan perilaku struktur akibat beban gempa. Berdasarkan SNI 1726:2019, jumlah mode yang digunakan harus menghasilkan partisipasi massa kumulatif paling sedikit 90% pada masing-masing arah utama analisis, sehingga respons dinamik struktur dapat dianggap telah terwakili dengan baik.

Tabel 6. Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	3.666	0.3%	73.0%	0.0%	0.3%	73.0%
Modal	2	3.583	74.4%	0.09%	0.0%	74.6%	73.1%
Modal	3	3.345	1.5%	2.11%	0.0%	76.1%	75.2%
Modal	4	1.163	0.8%	9.68%	0.0%	76.9%	84.9%
Modal	5	1.161	9.3%	0.98%	0.0%	86.2%	85.9%
Modal	6	1.072	0.2%	0.39%	0.0%	86.4%	86.3%
Modal	7	0.659	3.8%	0.03%	0.0%	90.2%	86.3%
Modal	8	0.644	0.1%	3.85%	0.0%	90.3%	90.1%
Modal	9	0.600	0.1%	0.23%	0.0%	90.4%	90.4%
Modal	10	0.487	0.0%	0.00%	0.0%	90.4%	90.4%
Modal	11	0.449	2.2%	0.01%	0.0%	92.6%	90.4%
Modal	12	0.433	0.0%	2.13%	0.0%	92.6%	92.5%

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai partisi massa ragam terkombinasi > 90% dari masa aktual pada ragam getar (modal) 8.

Kontrol Simpangan

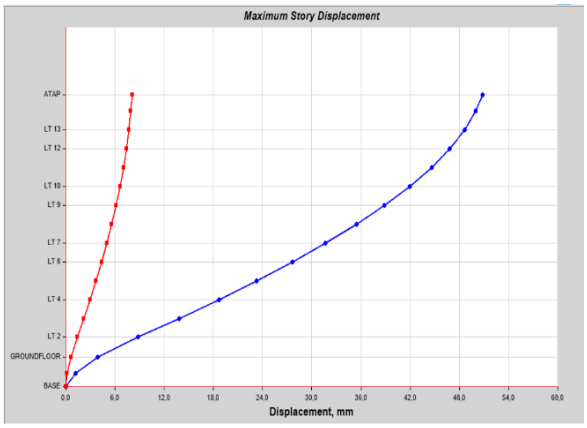
Simpangan antar-lantai adalah seberapa jauh tingkat suatu lantai bergeser atau miring dibandingkan dengan lantai di bawahnya saat bangunan tersebut bergoyang akibat gempa atau angin. Pengecekan ini penting dilakukan untuk memastikan bangunan tidak terlalu lentur, sehingga kaca tidak pecah, dinding tidak retak parah, dan struktur tetap aman serta nyaman bagi penghuninya. Kontrol simpangan antar lantai pada struktur diatur dalam pasal 7.8.6 dan 7.12.1. Adapun besar batasan simpangan antar tingkat ijin diatur berdasarkan pasal 7.12.1 dan 7.12.2 SNI 1726:2019.

Tabel 7. Simpangan akibat gempa dinamis (RSPX dan RSPY)

Lantai	Elevasi	Dinamis X (RSPX)		Dinamis Y (RSPY)	
		X	Y	X	Y
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Atap	65070	50.806	8.1	9.044	57.237
Roofdeck	61400	49.982	7.923	8.855	57.018
Lt 13	57200	48.648	7.692	8.541	55.07
Lt 12	53000	46.853	7.396	8.154	52.636
Lt 11	48800	44.6	7.033	7.694	49.722
Lt 10	44600	41.923	6.607	7.162	46.365
Lt 9	40400	38.859	6.121	6.561	42.606
Lt 8	36200	35.44	5.58	5.9	38.485
Lt 7	32000	31.693	4.989	5.186	34.028
Lt 6	27800	27.632	4.35	4.42	29.257
Lt 5	23600	23.279	3.667	3.617	24.196
Lt 4	19400	18.658	2.946	2.801	18.878
Lt 3	15200	13.8	2.195	2.001	13.367
Lt 2	11000	8.814	1.433	1.233	8.316
Lt 1	6500	3.849	0.637	0.519	3.659
Base	3000	1.216	0.175	0.176	1.278

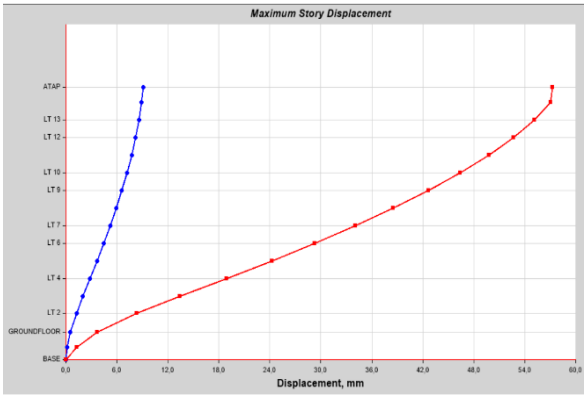
a. Simpangan Arah X

Kontrol simpangan antar lantai pada struktur diatur dalam pasal 7.8.6 dan 7.12.1. Adapun besar batasan simpangan antar tingkat ijin diatur berdasarkan pasal 7.12.1 dan 7.12.2 SNI 1726:2019.



Gambar 5.Grafik Simpangan Arah X

b. Simpangan Arah Y



Gambar 6. Grafik Simpangan Arah Y

Contoh Perhitungan simpangan lantai pada lantai 1 untuk arah sumbu X adalah sebagai berikut:

$\Delta iLt.1 = \Delta Lt.1 - \Delta Lt.2$

$= 8.81 - 3.85$

$= 4.960$ mm

$$\Delta Lt.1 = \frac{Cd \times \delta e_{Lt\,1}}{I_e}$$

$$= \frac{5.50}{1.00} \times 4.960$$

$= 27.28$ mm

hsx Lt.1 = 4500 mm

$\rho = 1.00$

$\Delta ijin = (0{,}02 \times hsx) / \rho$

$= (0{,}02 \times 4500) / 1$

$= 90.00$ mm

Kontrol:

$\Delta iLt.1 < \Delta ijin$

27.280 mm < 90.000 mm (OKE)

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas, simpangan antar tingkat pada arah X dan arah Y tidak ada yang melebihi simpangan antar tingkat izin (Δa), sehingga simpangan antar tingkat telah memenuhi syarat.

Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen element struktur yang dihasilkan dan simpangan antar tingkat yanf diakibatkannya tidak perlu bila koefisien (θ) seperti ketentuan pada persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10.

$$\theta = \frac{Px \cdot \Delta i \cdot Ie}{Vx \cdot hsx \cdot Cd}$$

Dimana :

Px :Beban desain vertikal total pada dan diatas tingkat-x, (kN); bila menghitung faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0.

Δi :Simpangan antar tingkat desain

Ie :Faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.2.2 hal. 50

Vx :Gaya geser seismik yang bekerja diatas tingkat

hsx : Tinggi tingkat (mm)

Cd : Faktor pembesaran defleksi

θ : Koefisien stabilitas (θ) tidak boleh melebihi θ_{maks} sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.8.7 hal 77.

Tabel 8. Kontrol P-Delta Arah X

Story	P	hsx	Δi	Vx	θx	θ_{maks}	Keterangan
	kN	mm	mm	kN			$\theta < \theta_{maks}$
Atap	4604.428	65070	4.53	198.685	0.0003	0.091	P-delta diabaikan
Roof deck	17828.999	61400	7.34	598.072	0.0006	0.091	P-delta diabaikan
Lt 13	32685.663	57200	9.87	889.593	0.0012	0.091	P-delta diabaikan
Lt 12	47542.327	53000	12.39	1069.63	0.0019	0.091	P-delta diabaikan
Lt 11	62398.991	48800	14.72	1204.79	0.0028	0.091	P-delta diabaikan
Lt 10	77255.654	44600	16.85	1334.19	0.0040	0.091	P-delta diabaikan
Lt 9	92112.318	40400	18.81	1449.20	0.0054	0.091	P-delta diabaikan
Lt 8	106968.98	36200	20.61	1545.32	0.0072	0.091	P-delta diabaikan
Lt 7	121825.64	32000	22.34	1641.13	0.0094	0.091	P-delta diabaikan
Lt 6	136682.30	27800	23.94	1741.57	0.0123	0.091	P-delta diabaikan
Lt 5	151538.97	23600	25.42	1830.78	0.0162	0.091	P-delta diabaikan
Lt 4	166395.63	19400	26.72	1913.24	0.0218	0.091	P-delta diabaikan
Lt 3	181233.12	15200	27.42	2017.01	0.0295	0.091	P-delta diabaikan
Lt 2	196708.05	11000	27.31	2144.43	0.0414	0.091	P-delta diabaikan
Lt1	213303.65	6500	14.48	2226.23	0.0388	0.091	P-delta diabaikan
Base ment	225678.91	3000	6.69	2247.69	0.0407	0.091	P-delta diabaikan

Tabel 9. Kontrol P-Delta Arah Y

Story	P	hsx	Δi	Vy	θy	θ_{maks}	Keterangan
	kN	mm	mm	kN			$\theta < \theta_{maks}$
Atap	4604.428	65070	1.21	214.639	0.0001	0.091	P-delta diabaikan
Roof deck	17828.999	61400	10.71	620.678	0.0009	0.091	P-delta diabaikan
Lt 13	32685.663	57200	13.39	908.149	0.0015	0.091	P-delta diabaikan
Lt 12	47542.327	53000	16.03	1084.13	0.0024	0.091	P-delta diabaikan
Lt 11	62398.991	48800	18.46	1212.79	0.0035	0.091	P-delta diabaikan
Lt 10	77255.654	44600	20.68	1331.41	0.0049	0.091	P-delta diabaikan
Lt 9	92112.318	40400	22.67	1437.66	0.0065	0.091	P-delta diabaikan
Lt 8	106968.98	36200	24.51	1530.91	0.0086	0.091	P-delta diabaikan
Lt 7	121825.64	32000	26.24	1624.53	0.0112	0.091	P-delta diabaikan
Lt 6	136682.30	27800	27.84	1719.23	0.0145	0.091	P-delta diabaikan
Lt 5	151538.97	23600	29.25	1804.29	0.0189	0.091	P-delta diabaikan
Lt 4	166395.63	19400	30.31	1890.50	0.0250	0.091	P-delta diabaikan
Lt 3	181233.12	15200	27.78	2003.22	0.0301	0.091	P-delta diabaikan
Lt 2	196708.05	11000	25.61	2139.10	0.0389	0.091	P-delta diabaikan
Lt 1	213303.65	6500	13.10	2225.38	0.0351	0.091	P-delta diabaikan
Base	225678.91	3000	7.03	2247.23	0.0428	0.091	P-delta diabaikan

Berikut adalah contoh perhitungan P-delta lantai basement 1 sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.8.7.

$$\theta_5 = \frac{Px \cdot \Delta i \cdot Ie}{Vx \cdot hsx \cdot Cd}$$

$$= \frac{225678.913}{2247.693} \times \frac{14.72}{3000} \times \frac{1}{5.5}$$

$$= 0.0896 \leq 0.091 \text{ (Stabil)}$$

Evaluasi pengaruh stabilitas struktur akibat beban vertikal dan simpangan lateral (*P-Delta*) pada lantai tersebut dihitung mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.7. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai koefisien stabilitas (θ) sebesar 0.0896, yang mana nilai tersebut masih lebih kecil atau sama dengan batas izin maksimum yang diizinkan sebesar 0.091 ($\theta \leq 0.091$), sehingga struktur pada tingkat tersebut dinyatakan stabil dan memenuhi persyaratan terhadap efek *P-Delta*.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada Gedung ASN dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Kontrol struktur yang dilakukan pada design bangunan Gedung ASN ini untuk metode respon spektrum dengan system rangka pemikul momen khusus telah memenuhi syarat SNI 1726:2019.
- Analisis respons spektrum menunjukkan bahwa partisipasi massa kumulatif struktur telah memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 di mana nilai partisipasi massa telah mencapai minimum 90% pada mode getar ke-7 (arah X) dan mode getar ke-8 (arah Y), sehingga perilaku dinamik struktur akibat beban gempa telah terwakili dengan baik.
- Secara keseluruhan, perencanaan struktur atas Gedung ASN 14 lantai di IKN dengan sistem SRPMK dinilai telah memenuhi seluruh standar keamanan, kekuatan, kekakuan, dan daktilitas yang dipersyaratkan oleh SNI untuk menahan kombinasi beban gravitasi dan beban gempa secara optimal
- Nilai simpangan antar-lantai terbesar (Δi) pada arah X terjadi pada lantai 3 sebesar 27,423 mm (dengan batas izin 84,000 mm).
- Nilai simpangan antar-lantai terbesar (Δi) pada arah Y terjadi pada lantai 4 sebesar 30,310 mm (dengan batas izin 84,000 mm).

6. DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2019). SNI 1726-*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Anonim. (2019). SNI 2847-*Persyaratan Beton Struktural Untuk Banguan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Anonim. (2020). SNI 1727-*Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktru Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Anonim. (2024). SNI 2852-*Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Dewi, S. U., & Munfarid, M. (2024). Studi Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Rumah Susun Institut Teknologi Sumatera (ITERA) dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, *8*(2), 163–175. https://doi.org/10.24967/teksis.v8i2.2762

Rendi, Ishak, & Kuriawan, D. (2021). Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakltas Hukum. *Ensiklopedia Research and Community Service Review,1*(1),121–129. http://jurnal.ensiklopediaku.org

Priyosulistyo, H. (2020). *Perancangan dan analisis struktur beton bertulang I*. Yogyakarta: UGM Press.

Rahmayanti, N. M. P., Sriastuti, D. A. N., & Aryastana, P. (2021). Fakultas teknik universitas wiraraja sumenep - madura. *Jurnal "MITSU" Media Informasi Teknik Sipil*, *9*(1), 1–8.

Almufid, A., & Santoso, E. (2021). Struktur SRPMK dan SRPMM pada Bangunan Tinggi (Structure of SRPMK and SRPMM on High Building). Jurnal Teknik, 10(1).