

ANALISIS STRUKTUR ATAS PADA SKY HOUSE APARTMENT ALAM SUTERA BERDASARKAN SNI 2847-2019 DAN SNI 1726-2019

Upper Structure Analysis of Sky House Apartment Alam Sutera Based on SNI 2847-2019 and SNI 1726-2019

Riani Sudono¹ Fadli Kurnia¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail: rsudono@gmail.com

Diterima 25 September 2021, Disetujui 25 November 2021

ABSTRAK

Pembangunan hunian apartemen mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dikarenakan tingginya minat masyarakat di bidang investasi hunian, serta properti menjadi salah satu latar belakang dibangunnya Sky House Apartment, Alam Sutera Tangerang dengan total lantai sebanyak 39 lantai terdiri dari 1 lantai basement + 38 lantai dan roof. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi serta penulangan dari struktur bangunan Sky House Apartment Alam Sutera serta untuk melakukan perhitungan beban gempa dengan menggunakan analisa beban gempa SNI 1726-2019. Dalam analisa struktur bangunan apartemen dibantu dengan menggunakan software SAP 2000 v22 untuk mencari gaya dalam. Dari analisis yang telah dilakukan, analisa respon spektrum di peroleh nilai geser static ekuivalen $V = 8.397.008.48$ kN. Didapatkan nilai gaya geser dasar arah X dan gaya geser dasar arah Y yang dihasilkan SAP 2000 sudah sesuai yakni F_x pada E_x kondisi Max sama dengan F_y pada E_y Kondisi Max = 839700.48 kN. Dimensi struktur pelat diperoleh sebesar 12cm untuk tebal pelat lantai basement hingga lantai 38, serta pelat lantai dengan tebal 15cm untuk pelat lantai atap apartemen. Pada kedua jenis pelat diperoleh tulangan arah x-x dan arah y-y tulangan Ø22 – 250mm dengan f_y tulangan 420 Mpa. Dimensi struktur balok diperoleh ukuran 600x900 mm dengan tulangan longitudinal 3D32 untuk arah lapangan dan tumpuan serta tulangan transversal D25-150mm untuk lapangan dan tumpuan. Dimensi struktur kolom diperoleh ukuran 600x1200 mm dengan tulangan longitudinal D32 untuk arah lapangan dan tumpuan serta tulangan transversal D25- 200mm untuk lapangan dan tumpuan.

Kata Kunci: Struktur Atas Apartemen, Respon Spectrum, Sistem Ganda, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019

ABSTRACT

The development of apartments has growth due to high public interest in residential investment, and property is one of the reason for the construction of Sky House Apartment, Alam Sutera Tangerang with a total of 39 floors consisting of 1 basement floor + 38 floors and roof. This paper aims to determine the dimensions and reinforcement of the Sky House Apartment Alam Sutera building structure and to calculate the earthquake loads based on SNI 1726-2019. In analyzing the structure of the apartment building, it is assisted by using the SAP 2000 v22 software to find the internal force. From the analysis that has been carried out, the spectrum response analysis obtained the equivalent static shear value of $V = 8,397,008.48$ kN. The value of the basic shear force in the X direction and the basic shear force in the Y direction produced by SAP 2000 is appropriate, F_x at E_x Max conditions is the same as F_y at E_y Max conditions = 839700.48 kN. The dimensions of the slab structure are 12cm to the thickness for the basement slab to the 38th floor, and 15cm to the thickness for the apartment roof slab. In both types of slabs, the reinforcement in the x-x direction and the y-y direction reinforcement is obtained from 22 – 250mm with a reinforcement f_y of 420 Mpa. The dimensions of the beam structure are 600x900 mm with 3D32 longitudinal reinforcement for field direction and support and D25-150mm transverse reinforcement for field and support. The dimensions of the column structure are 600x1200 mm with D32 longitudinal reinforcement for field direction and support and D25-200mm transverse reinforcement for field and support.

Keywords: Upper Structure of Apartment, Response Spectrum, Dual System, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019

PENDAHULUAN

DKI Jakarta yang merupakan pusat pemerintahan dan pusat perekonomian Republik Indonesia terus mengalami pertumbuhan penduduk pada tahun 2021 ini. Berdasarkan SP2020, hasil sensus penduduk di DKI Jakarta yang dilakukan pada bulan September tercatat sebanyak 10,56 juta jiwa dimana jumlah tersebut terus mengalami peningkatan sebanyak 88 ribu jiwa per tahun atau sebanyak 0,92% dari tahun 2010 hingga 2020 [1].

Meningkatnya mobilitas penduduk sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan wilayah pemukiman di wilayah Jabodetabek yang disertai dengan segala aktivitas ekonomi yang berlangsung menjadikan kota Jakarta dan sekitarnya harus terus melakukan pembangunan dalam hal ini adalah tempat tinggal. Terbatasnya lahan pemukiman di daerah pusat pusat perekonomian menjadikan berkembangnya pembangunan apartemen sebagai wujud hunian yang praktis dan diminati. Pertumbuhan pembangunan apartemen di Indonesia terus meningkat. Hal ini ditunjukkan dalam data yang dihimpun selama 9 bulan terakhir. Menurut *Head of Research & Consultancy Savills Indonesia Anton Sitorus*, angka tersebut masih akan terus bertambah. Sepanjang tahun ini hingga tahun-tahun berikutnya, akan ada penambahan unit apartemen dalam jumlah yang cukup banyak, dimana diproyeksikan sepanjang tahun 2019 hingga 2023, kemungkinan bertambah hingga 50.000 unit. Sejalan dengan itu, pertumbuhan harga pada kawasan Jakarta serta kawasan pusat perekonomian seperti BSD City, Alam Sutera di Tangerang, Sentul City di Bogor pun mengalami pertumbuhan yang signifikan. Saat ini, rata-rata kisaran harga berada pada level Rp26,6 juta per meter persegi [2]. Tingginya minat masyarakat di bidang investasi hunian, serta properti menjadi salah satu latar belakang dibangunnya *Sky House Apartment*, Alam Sutera Tangerang dengan total lantai sebanyak 39 lantai terdiri dari 1 lantai basement + 38 lantai dan roof.

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari banyak kepulauan dan merupakan ring of fire (cincin api) yang menjadikan negara Indonesia adalah negara yang rawan gempa. Maka, seiring perkembangan teknologi manusia dituntut untuk menciptakan metode / inovasi bangunan dengan material yang tahan gempa (earthquake resistance). Untuk mendukung sumber daya yang dimiliki pihak pengguna jasa (owner) dan mengingat kompleksitas pembangunan, baik berupa permasalahan teknis maupun non teknis maka diperlukan koordinasi yang berkesinambungan yang dilakukan secara profesional oleh pihak yang memiliki keahlian di bidang konstruksi agar waktu maupun administrasi dapat berjalan sesuai rencana. Oleh sebab itu untuk mengakomodir hal tersebut diperlukan konsultan manajemen konstruksi dan kontraktor pekerjaan rancang bangun terintegrasi.

Secara umum penelitian ini bermaksud untuk menganalisis struktur atas bangunan Sky House Apartment, Alam Sutera berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726- 2019 [3]. Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah:

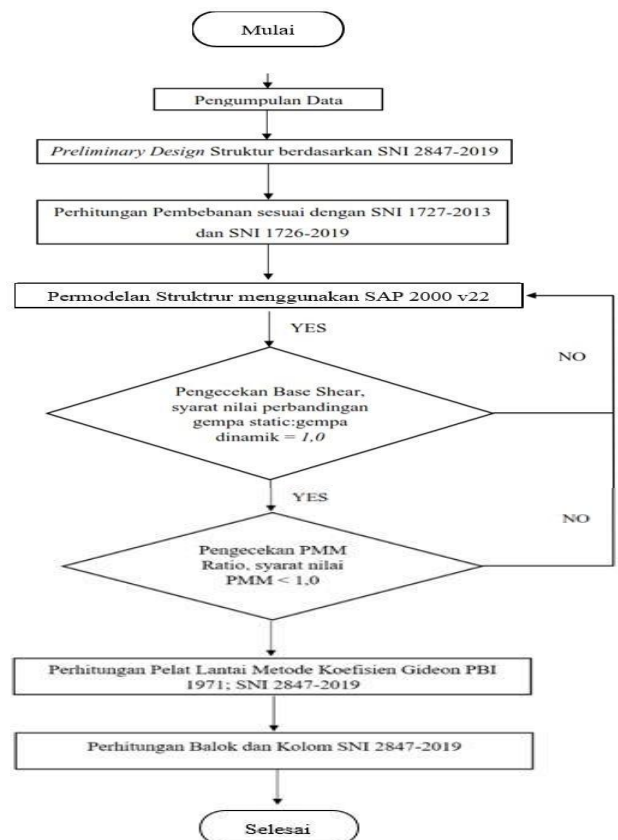
1. Melakukan perhitungan beban gempa

2. Melakukan perhitungan serta mengetahui dimensi dan penulangan dari elemen struktur pelat lantai pada proyek Sky House Apartment, Alam Sutera sesuai dengan spesifikasi dilapangan berdasarkan SNI 2847- 2019 dan SNI 1726-2019
3. Melakukan perhitungan serta mengetahui dimensi dan penulangan dari elemen struktur balok pada proyek Sky House Apartment, Alam Sutera sesuai dengan spesifikasi dilapangan berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019
4. Melakukan perhitungan serta mengetahui dimensi dan penulangan dari elemen struktur kolom pada proyek Sky House Apartment, Alam Sutera sesuai dengan spesifikasi dilapangan berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019

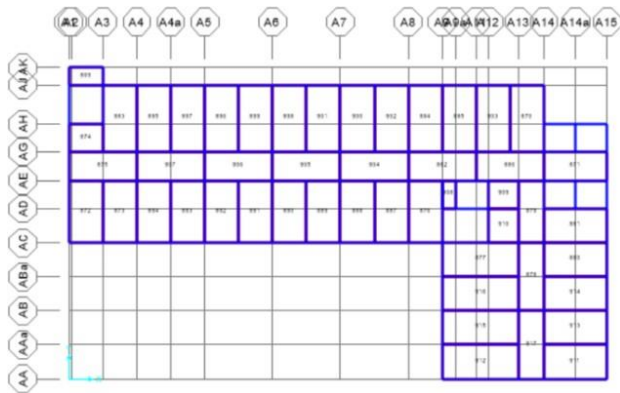
METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis data dengan menggunakan metode respon spektrum analisis.

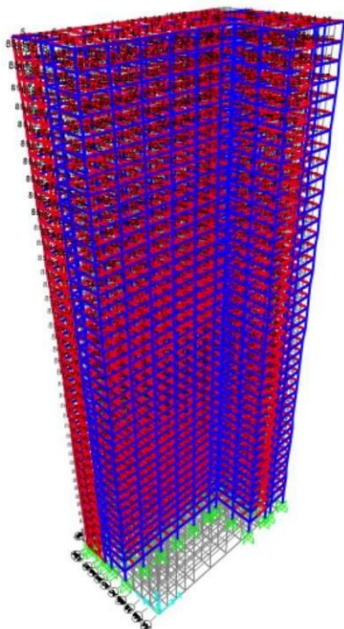
Pada penulisan Perencanaan Struktur Atas pada Sky House Apartment Alam Sutera ini untuk bagian analisa struktur, bagan alir perhitungan dan analisa diperlihatkan seperti pada flow chart berikut:



Gambar 1. Diagram alur penelitian



Gambar 2. Typical Plan View Sky House Apartment, Alam Sutera



Gambar 3. 3D view model struktur Sky House Apartment, Alam Sutera

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon Spektrum

Berdasarkan hasil uji SPT, didapatkan nilai N-SPT sebesar 33.19195168. Menurut tabel klasifikasi situs tanah (SNI 1726-2019) nilai N-SPT yang diperoleh yaitu $33.19195168 < 50$, sehingga tanah di klasifikasikan kedalam kategori SD (tanah sedang) sesuai pada tabel klasifikasi situs menurut SNI 1726-2019. Berdasarkan kategori risiko bangunan yaitu bangunan apartemen memiliki kategori risiko II, sehingga nilai faktor keutaman gempa (I_e) yaitu sebesar 1,0.

Berdasarkan peta spektra kota Tangerang Selatan (lokasi SkyHouse Apartment, Alam Sutera) untuk nilai parameter yang digunakan pada analisis adalah sebagai berikut:

- $S_s = 0,735$
- $S_1 = 0,318$
- $F_v = 1,982$
- $SMS = 0,89082$
- $SM_1 = 1,982 \times 0,318$
- $SM_1 = 0,6303$

$SDS = 0,5939$

Berdasarkan perhitungan parameter spektrum respons desain percepatan pada periode pendek (SDS) diperoleh nilai $SDS = 0,5939$ sehingga Kategori Desain Seismik berdasarkan SDS maka kategori resiko seismik termasuk kedalam kategori D.

Berdasarkan perhitungan parameter spektrum respons desain percepatan pada periode 1 detik (SD1) diperoleh nilai $SD_1 = 0,4202$ sehingga kategori resiko seismik termasuk kedalam kategori D.

Nilai koefisien C_u diperoleh sebesar 1,4 sehingga perhitungan nilai periode fundamental pendekatan (T_a) ditentukan berdasarkan persamaan:

$T_a = C_t \times h_{nx}$ (1)

Berdasarkan SNI diperoleh nilai $C_t = 0.0488$ dan $x = 0,75$ karena struktur bangunan apartemen yang direncanakan memiliki sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan. Maka nilai periode fundamental pendekatan (T_a) yaitu:

$T_a = 0.0488 \times 122,250.75$

$T_a = 1,79414$

Berdasarkan SNI 1726:2019 nilai periode fundamental struktur, T, tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dan periode fundamental pendekatan (T_a).

Jika $T_c > C_u.T_a$ maka gunakan $T = C_u.T_a$

Jika $T_c < C_u.T_a$ maka gunakan $T = T_c$

T_a = Periode fundamental pendekatan

C_u = Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Dalam perhitungan periode fundamental struktur Sky House Apartment, Alam Sutera nilai T diperoleh:

$T = C_u \times T_a$ (2)

$T = 1,4 \times 1,79414$

$T = 2,512$

Nilai T_c selanjutnya akan diperoleh berdasarkan analisa struktur pada SAP 2000 v22 dan dibandingkan dengan nilai periode fundamental struktur yang telah dihitung. Tabel Modal Participationg Mass Ratios berdasarkan hasil analisa SAP 2000 diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Modal Participationg Mass Ratios hasil SAP2000 v22

Output Case	Step Type	Step Number	Period	UX	UY	UZ	SumU X	SumU Y
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	4.879747	0.15	0.48	0.0000	0.15	0.48
MODAL	Mode	2	4.693865	0.62	0.13	6.391E-07	0.77	0.61
MODAL	Mode	3	3.133413	0.002398	0.11	0.0000	0.77	0.72
MODAL	Mode	4	1.504293	0.0953	0.01161	7.868E-07	0.87	0.73

Output Case	StepType	Ste pNum	Period	UX	UY	UZ	SumU X	SumU Y
MODAL	Mode	5	1.430 559	0.0177 3	0.088 21	0.0000 0.6683	0.88	0.82
MODAL	Mode	6	0.819 39	0.0383 8	0.003 453	1.292E -07	0.92	0.82
MODAL	Mode	7	0.794 43	0.0002 059	0.025 81	0.0000 2265	0.92	0.85
MODAL	Mode	8	0.731 88	0.0011 56	0.044 17	0.0000 0.1198	0.92	0.89
MODAL	Mode	9	0.543 135	0.0213 9	0.000 1512	1.338E -08	0.94	0.89
MODAL	Mode	10	0.458 168	0.0001 075	0.018 22	0.0000 1304	0.94	0.91
MODAL	Mode	11	0.392 505	0.0135 1	0.000 05287	0.0000 00027	0.96	0.91
MODAL	Mode	12	0.360 82	0.0000 02076	0.016 31	0.0000 1914	0.96	0.93

Berdasarkan dari tabel di atas bahwa pada mode 1 perpindahan bangunan lebih cenderung ke arah X maka, periode mode 1 merupakan arah X yaitu 4,8797 detik dan mode 2 adalah arah Y yaitu 4,693865 detik.

Periode dari hasil analisa tersebut lebih besar dari Tmax = Cu x Ta yaitu 2,512 sehingga nilai T digunakan,

$$T_c > T_{max} \quad 4,8797 > C_u \times T_a$$

$$4,8797 > 2,512,$$

maka nilai Tc digunakan Tc = Tmax yaitu 2,512.

Perhitungan nilai Sa selanjutnya digunakan untuk membuat grafik respon spektrum.



Gambar 2. Grafik respon spektrum Tangerang

Berdasarkan kategori desain seismik dimana untuk Sky House Apartment Alam Sutera masuk kedalam kategori D serta sistem strukturnya adalah sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus (SRPMK) dengan dinding geser beton bertulang khusus maka didapatkan nilai - nilai parameter sebagai berikut:

Koefisien modifikasi respon, R = 7

Faktor kuat lebih, Ω0 = 2.5

Faktor pembesaran defleksi, Cd = 5,5 Berdasarkan SNI 1726:2019 nilai koefisien

respons seismik, Cs harus ditentukan sesuai dengan persamaan Cs = SDS / (R/Ie), dimana Cs harus tidak kurang dari 0,001. Sehingga,

$$Cs = SDS / (R/Ie) \dots\dots\dots(3)$$

$$Cs = 0,5939 / (7/1) \quad Cs = 0,0848$$

$$Cs = 8,48 \%$$

Untuk nilai Cs harus tidak boleh kurang dari 0,001 sehingga nilai Cs minimum dapat dihitung sebagai berikut:

$$Cs = 0,044 \times SDS \times Ie > 0,01$$

$$Cs = 0,044 \times 0,5939 \times 1,0 > 0,01$$

$$Cs_{min} = 0,0261 > 0,01 \text{ (OK)}$$

Dalam menentukan gaya geser dasar seismic diperlukan data berat bangunan dengan nilai live load (LL) sebesar 25%. Data berat bangunan dapat diperoleh dari SAP 2000 v22 seperti terlihat pada tabel 4.11.

Berat struktur dalam kN adalah 9.713.992.121 kg dibagi 1000 x 9,81 m/s² didapat

99.021.326 kN. Gaya geser static ekuivalen pada struktur bangunan dihitung seperti yang terlihat dibawah.

$$V = Cs \times W \dots\dots\dots(4)$$

$$V = 0,0261 \times 99.021.326 \quad V = 8.397.008.48 \text{ kN}$$

Tabel 2. Gaya Geser dengan Scale Factor

Load Case	FX (kN)	FY (kN)
Ex Max	8397008	2764346
Ey Max	3082364	8397008

Gaya geser pada SAP 2000 harus 100% sama dengan gaya geser static ekuivalen sehingga diperlukan scale factor untuk membuat nilai gaya geser pada SAP 2000 sesuai.

Tabel 3. Koreksi Gaya Geser (dengan scale factor)

	X	Y	
W (kN)	136601.684	136601.684	kN
Cs	0.0261	0.0261	
V	3569.6206	3569.6206	kN
Vi	8397008.48	8397008.48	kN
Vi/V	2352.35	2352.35	
Cek	OK	OK	

Simpangan Antar lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1 terdapat batas simpangan antar tingkat. Simpangan antar tingkat hasil desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin.

Struktur yang didesain termasuk kedalam kategori risiko III, maka batasan simpangan antar tingkat yang digunakan adalah 0,015hx, dimana hx adalah tinggi tingkat yang ditinjau. Untuk memenuhi persyaratan simpangan izin sesuai dengan kategori resiko bangunan maka:

$$\Delta_i < \Delta_a \dots\dots\dots(5)$$

Δi = simpangan yang terjadi

Δa = simpangan izin antar lantai

Bangunan apartemen yang direncanakan termasuk kedalam kategori resiko bangunan III. Berdasarkan SNI 1726:2019 tabel 20 Simpangan antar tingkat izin, Δa.a.b = 0,015hsx yaitu 183 mm. Dari hasil analisa SAP 2000 v22 diperoleh nilai simpangan maksimum arah X sebesar 95,83mm serta nilai simpangan maksimum arah Y sebesar 42.86mm.

Nilai simpangan antar tingkat struktur diperoleh dari hasil analisa struktur pada SAP 2000 v22. Diambil nilai

simpangan maksimum antar tingkat dengan mengeluarkan tabel maximum *story drift* akibat gaya seismik untuk kedua arah x dan y yang diperlihatkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. Pengecekan Simpangan Antar Lantai

Story	Load Case	Dir	Delta max (mm)	Delta Xe (mm)	Cd	Ie	Delta X (mm)	h (mm)	Delta Ijin (mm)	Cek
Roof	Ex Max	X	95.83	1.64	5.5	1	9.02	3000	45	OK
38	Ex Max	X	94.19	1.68	5.5	1	9.24	3000	45	OK
37	Ex Max	X	92.51	1.88	5.5	1	10.34	3000	45	OK
36	Ex Max	X	90.63	1.94	5.5	1	10.67	3000	45	OK
35	Ex Max	X	88.69	2.47	5.5	1	13.585	3000	45	OK
34	Ex Max	X	86.22	2.66	5.5	1	14.63	3000	45	OK
33	Ex Max	X	83.56	2.69	5.5	1	14.795	3000	45	OK
32	Ex Max	X	80.87	2.86	5.5	1	15.73	3000	45	OK
31	Ex Max	X	78.01	2.87	5.5	1	15.785	3000	45	OK
30	Ex Max	X	75.14	3.03	5.5	1	16.665	3000	45	OK
29	Ex Max	X	72.11	3.22	5.5	1	17.71	3000	45	OK
28	Ex Max	X	68.89	3.38	5.5	1	18.59	3000	45	OK
27	Ex Max	X	65.51	3.5	5.5	1	19.25	3000	45	OK
26	Ex Max	X	62.01	3.78	5.5	1	20.79	3000	45	OK
25	Ex Max	X	58.23	3.89	5.5	1	21.395	3000	45	OK
24	Ex Max	X	54.34	4.15	5.5	1	22.825	3000	45	OK
23	Ex Max	X	50.19	3.98	5.5	1	21.89	3000	45	OK
22	Ex Max	X	46.21	4.08	5.5	1	22.44	3000	45	OK
21	Ex Max	X	42.13	4.05	5.5	1	22.275	3000	45	OK
20	Ex Max	X	38.08	4.31	5.5	1	23.705	3000	45	OK
19	Ex Max	X	33.77	4.5	5.5	1	24.75	3000	45	OK
18	Ex Max	X	29.27	4.62	5.5	1	25.41	3000	45	OK
17	Ex Max	X	24.65	4.64	5.5	1	25.52	3000	45	OK
16	Ex Max	X	20.01	4.22	5.5	1	23.21	3000	45	OK
15	Ex Max	X	15.79	4.01	5.5	1	22.055	3000	45	OK
14	Ex Max	X	11.78	4.02	5.5	1	22.11	3000	45	OK
13	Ex Max	X	7.76	1.57	5.5	1	8.635	3000	45	OK
12	Ex Max	X	6.19	1.09	5.5	1	5.995	3000	45	OK
11	Ex Max	X	5.10	1.03	5.5	1	5.665	3000	45	OK
10	Ex Max	X	4.07	0.84	5.5	1	4.62	3000	45	OK
9	Ex Max	X	3.23	0.62	5.5	1	3.41	3000	45	OK
8	Ex Max	X	2.61	0.46	5.5	1	2.53	3000	45	OK
7	Ex Max	X	2.15	0.45	5.5	1	2.475	3000	45	OK
6	Ex Max	X	1.70	0.35	5.5	1	1.93	3000	45	OK
5	Ex Max	X	1.35	0.25	5.5	1	1.375	3000	45	OK
4	Ex Max	X	1.10	0.24	5.5	1	1.32	3000	45	OK
3	Ex Max	X	0.86	0.25	5.5	1	1.375	3000	45	OK
2	Ex Max	X	0.61	0.31	5.5	1	1.705	3750	56.25	OK
Basement	Ex Max	X	0.30	0.3	5.5	1	1.65	4500	67.5	OK

Ketidakberaturan Struktur

Pengecekan ketidakberaturan horizontal diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2.1. Ketidakberaturan horizontal terdiri dari ketidakberaturan sudut dalam, ketidakberaturan diskontinuitas diafragma, ketidakberaturan pergeseran melintang terhadap bidang, serta ketidakberaturan sistem non paralel. Apabila bangunan memiliki salah satu atau lebih ketidakberaturan horizontal, maka bangunan tersebut harus dirancang mengikuti pasal-pasal referensi yang ada pada Tabel 13 SNI 1726:2019.

Ketidakberaturan sudut dalam didefinisikan ada jika kedua dimensi proyeksi denah struktur dari lokasi sudut dalam lebih besar dari 15% dimensi denah struktur dalam arah yang ditinjau. Kondisi ketidakberaturan sudut dalam yaitu Ketika panjang $P_x > 0,15 L_x$ dan $P_y > 0,15 L_y$.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat dilihat bahwa struktur bangunan yang dimodelkan mengalami ketidakberaturan sudut dalam. Dengan mengacu pada

pasal referensi yang tertera pada Tabel VI.10, pinalti yang harus dilakukan adalah gaya desain untuk elemen pemikul gaya seismik diperbesar 25%.

Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma didefinisikan ada jika terdapat suatu diafragma yang memiliki diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terbuka (void) lebih besar dari 50% daerah tertutup, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50% dari satu tingkat ke tingkat selanjutnya.

Berdasarkan ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang didefinisikan ad ajika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran tegak lurus terhadap bidang pada setidaknya satu elemen vertikal pemikul gaya lateral.

Pada model struktur yang didesain tidak terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan lateral baik itu kolom maupun dinding geser, sehingga struktur didefinisikan tidak memiliki ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang.

Pengecekan ketidakberaturan vertikal diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2.2. Ketidakberaturan vertikal pada struktur terdiri dari ketidakberaturan ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak, ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan, ketidakberaturan berat (massa), ketidakberaturan geometri vertikal, ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral, ketidakberaturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekakuan lateral tingkat, serta ketidakberaturan tingkat lemah berlebihan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat.

Ketidakberaturan berat (massa) didefinisikan ada jika massa efektif di sembarang tingkat lebih dari 150% massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai di bawahnya tidak perlu ditinjau.

Dari hasil perhitungan pada, dapat dilihat bahwa pada lantai 2 memiliki rasio massa efektif terhadap tingkat didekatnya melebihi 150%, maka dari itu struktur mengalami ketidakberaturan berat (massa). Dengan mengacu pada pasal referensi yang tertera pada Tabel 4.2, dengan merujuk pada Tabel 16 SNI 1726:2019, pinalti pada struktur yang mengalami ketidakberaturan berat (massa) adalah prosedur analisis perhitungan beban gempa dengan metode gaya lateral ekivalen tidak diperbolehkan.

Tabel 5. Perhitungan Ketidakberaturan Berat (Massa)

Lantai	Massa (Kg)	Cek
39	2434637.5	OK
38	838077.8	OK
37	772161.8	OK
36	772161.8	OK
35	772161.8	OK
34	772161.8	OK

Lantai	Massa (Kg)	Cek
33	772161.8	OK
32	772161.8	OK
31	772161.8	OK
30	772161.8	OK
29	772161.8	OK
28	772161.8	OK
27	772161.8	OK
26	772161.8	OK
25	772161.8	OK
24	772161.8	OK
23	772161.8	OK
22	772161.8	OK
21	772161.8	OK
20	772161.8	OK
19	772161.8	OK
18	772161.8	OK
17	772161.8	OK
16	772161.8	OK
15	772161.8	OK
14	772161.8	OK
13	772161.8	OK
12	772161.8	OK
11	772161.8	OK
10	772161.8	OK
9	772161.8	OK
8	772161.8	OK
7	772161.8	OK
6	772161.8	OK
5	772161.8	OK
4	772161.8	OK
3	772161.8	OK
2	772161.8	OK
1	82398	OK

Ketidakteraturan geometri vertikal didefinisikan ada jika dimensi horizontal sistem penahan gaya gempa di semua tingkat lebih dari 130% dimensi horizontal sistem penahan gaya gempa tingkat di dekatnya [9]. Dalam hal ini, penahan gaya gempa lateral yang ditinjau adalah ukuran kolom. Pada check ketidakteraturan geometri vertical akan dicek ukuran kolom pada tiap tingkat, untuk tingkat basement hingga lantai 3 digunakan kolom dengan dimensi b=1300mm, kolom pada lantai 4-5 menggunakan dimensi dengan b=1200mm dan kolom pada lantai 6-39 menggunakan diemensi dengan b=1100mm. Berikut merupakan hasil tabel pengecekan ketidakteraturan geometri vertikal.

Tabel 6. Pengecekan ketidakteraturan geometri vertikal.

Lantai	L (mm)	Cek
39	1100	OK
38	1100	OK
37	1100	OK
36	1100	OK
35	1100	OK

Lantai	L (mm)	Cek
34	1100	OK
33	1100	OK
32	1100	OK
31	1100	OK
30	1100	OK
29	1100	OK
28	1100	OK
27	1100	OK
26	1100	OK
25	1100	OK
24	1100	OK

Struktur gedung tinggi pada umumnya relatif fleksibel, sehingga akibat beban gempa struktur cenderung mengalami simpangan yang besar. Simpangan tersebut dapat menimbulkan pengaruh P-Delta yang signifikan. Pada SNI 1726:2019 pengaruh P-Delta yang timbul harus memenuhi syarat batas di bawah ini.

Struktur tidak stabil bila θ (koefisien stabilitas) lebih besar dari maksimum yang diizinkan (struktur harus didesain ulang).

Bila nilai θ didapat berkisar antara $0,1 \leq \theta \leq \theta_{maks}$, maka hasil simpangan antar tingkat harus dikoreksi menjadi:

$$\Delta' = \Delta / (1 - \theta) \dots\dots\dots(6)$$

$$F' = F / (1 - \theta) \dots\dots\dots(7)$$

Bila $\theta \leq \theta_{maks} \leq 0,1$ maka pengaruh P-Delta tidak perlu diperhitungkan.

Tabel 7. Hasil Pengecekan P-Delta Arah X

Story	Px (kN)	Δ (mm)	le	Vx (kN)	hsx (mm)	Cd	θ	Cek
39	2349.3	95.83	1	347.9	3000	5.5	0.0392	Aman
38	6543.4	94.19	1	734.7	3000	5.5	0.0508	Aman
37	10737.4	92.51	1	1047.1	3000	5.5	0.0575	Aman
36	14931.5	90.63	1	1293.9	3000	5.5	0.0634	Aman
35	19125.5	88.69	1	1489.2	3000	5.5	0.0690	Aman
34	23319.5	86.22	1	1645.6	3000	5.5	0.0740	Aman
33	27513.6	83.56	1	1771.0	3000	5.5	0.0787	Aman
32	31707.6	80.87	1	1869.7	3000	5.5	0.0831	Aman
31	35901.7	78.01	1	1946.5	3000	5.5	0.0872	Aman
30	40095.7	75.14	1	2008.9	3000	5.5	0.0909	Aman
29	35679.1	72.11	1	2065.6	3000	5.5	0.0755	Aman
28	38012.1	68.89	1	2123.6	3000	5.5	0.0747	Aman
27	40381.1	65.51	1	2186.9	3000	5.5	0.0733	Aman
26	39327.9	62.01	1	2258.2	3000	5.5	0.0654	Aman
25	2349.3	58.23	1	347.9	3000	5.5	0.0238	Aman
24	6543.4	54.34	1	734.7	3000	5.5	0.0293	Aman
23	10737.4	50.19	1	1047.1	3000	5.5	0.0312	Aman
22	14931.5	46.21	1	1293.9	3000	5.5	0.0323	Aman
21	19125.5	42.13	1	1489.2	3000	5.5	0.0328	Aman
20	23319.5	38.08	1	1645.6	3000	5.5	0.0327	Aman
19	27513.6	33.77	1	1771.0	3000	5.5	0.0318	Aman
18	31707.6	29.27	1	1869.7	3000	5.5	0.0301	Aman
17	35901.7	24.65	1	1946.5	3000	5.5	0.0276	Aman
16	40095.7	20.01	1	2008.9	3000	5.5	0.0242	Aman
15	44289.8	15.79	1	2065.6	3000	5.5	0.0205	Aman
14	48483.8	11.78	1	2123.6	3000	5.5	0.0163	Aman
13	52677.8	7.76	1	2186.9	3000	5.5	0.0113	Aman
12	56871.9	6.19	1	2258.2	3000	5.5	0.0094	Aman
11	61065.9	5.10	1	2341.0	3000	5.5	0.0081	Aman
10	65260.0	4.07	1	2437.4	3000	5.5	0.0066	Aman

Story	Px (kN)	Δ (mm)	le	Vx (kN)	hsx (mm)	Cd	θ	Cek
9	69454.0	3.23	1	2546.3	3000	5.5	0.0053	Aman
8	73648.1	2.61	1	2663.2	3000	5.5	0.0044	Aman
7	77842.1	2.15	1	2782.1	3000	5.5	0.0036	Aman
6	82036.2	1.70	1	2898.9	3000	5.5	0.0029	Aman
5	86230.2	1.35	1	3010.1	3000	5.5	0.0023	Aman
4	90424.2	1.10	1	3110.4	3000	5.5	0.0019	Aman
3	94618.3	0.86	1	3191.1	3000	5.5	0.0015	Aman
2	98812.3	0.61	1	3243.1	3750	5.5	0.0009	Aman
1	103006.4	0.30	1	3263.3	4500	5.5	0.0004	Aman

Tabel 8. Hasil Pengecekan P-Delta Arah Y

Story	Py (kN)	Δ (mm)	le	Vy (kN)	hsy (mm)	Cd	θ	Cek
39	2349.3	42.86	1	347.9	3000	5.5	0.0175	Aman
38	6543.4	42.38	1	734.7	3000	5.5	0.0229	Aman
37	10737.4	41.91	1	1047.1	3000	5.5	0.0260	Aman
36	14931.5	41.25	1	1293.9	3000	5.5	0.0288	Aman
35	19125.5	40.5	1	1489.2	3000	5.5	0.0315	Aman
34	23319.5	39.34	1	1645.6	3000	5.5	0.0338	Aman
33	27513.6	38.12	1	1771.0	3000	5.5	0.0359	Aman
32	31707.6	36.76	1	1869.7	3000	5.5	0.0378	Aman
31	35901.7	35.19	1	1946.5	3000	5.5	0.0393	Aman
30	40095.7	33.57	1	2008.9	3000	5.5	0.0406	Aman
29	35679.1	32.09	1	2065.6	3000	5.5	0.0336	Aman
28	38012.1	30.11	1	2123.6	3000	5.5	0.0327	Aman
27	40381.1	28.12	1	2186.9	3000	5.5	0.0315	Aman
26	39327.9	26.1	1	2258.2	3000	5.5	0.0275	Aman
25	2349.3	24.06	1	347.9	3000	5.5	0.0098	Aman
24	6543.4	22.01	1	734.7	3000	5.5	0.0118	Aman
23	10737.4	19.91	1	1047.1	3000	5.5	0.0123	Aman
22	14931.5	17.68	1	1293.9	3000	5.5	0.0122	Aman
21	19125.5	15.22	1	1489.2	3000	5.5	0.0117	Aman
20	23319.5	12.65	1	1645.6	3000	5.5	0.0108	Aman
19	27513.6	9.99	1	1771.0	3000	5.5	0.0094	Aman
18	31707.6	8.55	1	1869.7	3000	5.5	0.0088	Aman
17	35901.7	8.31	1	1946.5	3000	5.5	0.0093	Aman
16	40095.7	7.66	1	2008.9	3000	5.5	0.0093	Aman
15	44289.8	7.03	1	2065.6	3000	5.5	0.0091	Aman
14	48483.8	6.98	1	2123.6	3000	5.5	0.0097	Aman
13	52677.8	6.65	1	2186.9	3000	5.5	0.0097	Aman
12	56871.9	6.44	1	2258.2	3000	5.5	0.0098	Aman
11	61065.9	6.01	1	2341.0	3000	5.5	0.0095	Aman
10	65260.0	5.95	1	2437.4	3000	5.5	0.0096	Aman
9	69454.0	5.67	1	2546.3	3000	5.5	0.0093	Aman
8	73648.1	5.11	1	2663.2	3000	5.5	0.0085	Aman
7	77842.1	4.73	1	2782.1	3000	5.5	0.0080	Aman
6	82036.2	4.24	1	2898.9	3000	5.5	0.0072	Aman
5	86230.2	3.88	1	3010.1	3000	5.5	0.0067	Aman
4	90424.2	3.55	1	3110.4	3000	5.5	0.0062	Aman
3	94618.3	2.97	1	3191.1	3000	5.5	0.005315	Aman
2	98812.3	1.98	1	3243.1	3750	5.5	0.0037	Aman
1	103006.4	0.31	1	3263.3	4500	5.5	0.0006	Aman

Pada perencanaan struktur atas Sky House Apartment Alam Sutera di rencanakan dua jenis pelat lantai dengan tebal 12cm untuk Basement - 38th floor dan pelat lantai dengan tebal 15cm untuk roof. Perhitungan pelat lantai untuk bagian basement - 38th+ floor dengan tebal 12 cm akan diperlihatkan contoh perhitungan untuk lantai 6th - 38th floor sesuai dengan beban rencana yang diperhitungkan pada lantai tersebut. Selanjutnya, untuk perhitungan pelat pada lantai yang disebutkan diatas akan dimodelkan dalam analisis struktur pada SAP 2000 v22. Rekapitulasi dimensi pelat lantai hasil perhitungan pelat lantai untuk bagian basement - 38th floor dengan tebal 12 cm serta bagian

roof dengan tebal 15cm diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Pelat lantai

Floor	Tebal pelat (mm)	fc' (MPa)	fy (MPa)	Dia. Tul (mm)	jarak Tul. (mm)
Roof	15	35	420	D22	250
6th -38th floor	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
3rd -5th floor	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
2nd floor	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250
Basement	12	35	420	D22	250
	12	35	420	D22	250

Pada perencanaan struktur atas Sky House Apartment Alam Sutera di rencanakan struktur balok dengan 15 tipe balok seperti diperlihatkan pada tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Balok Basement - lantai 2

Basement -2ndfloor						
Tipe Balok	BALOK 600x650		BALOK 250x400		BALOK 400x550	
Posisi	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Dimensi	600 x 650		250 x 400		450 x 550	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	11D32	3D32	8D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	3D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Basement -2ndfloor						
Tipe Balok	BALOK 350x550		BALOK 1000x350		BALOK 400x550	
Posisi	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Dimensi	350 x 550		1000 x 350		400 x 550	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	8D32	3D32	11D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	4D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Basement -2ndfloor						
Tipe Balok	BALOK 600x550		BALOK 450x600		BALOK 600x650	
Posisi	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Dimensi	600 x 650		450 x 600		600 x 650	
Tul. Momen Negatif (Atas)	8D32	3D32	9D32	3D32	10D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	5D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tabel 11. Hasil Perhitungan Balok Lantai 4 – lantai 5

4th-5th floor						
Tipe Balok	BALOK 1000x650		BALOK 200x400		BALOK 200x500	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	1000x650		200x400		200x500	
Dimensi	1000x650		200x400		200x500	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	11D32	3D32	8D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	3D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tipe Balok	BALOK 250x400		BALOK 250x650		BALOK 300x550	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	250x400		250x650		300x550	
Dimensi	250x400		250x650		300x550	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	8D32	3D32	10D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	3D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tipe Balok	BALOK 350x550		BALOK 400x550		BALOK 400x650	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	350x550		400x550		400x650	
Dimensi	350x550		400x550		400x650	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	8D32	3D32	8D32	3D32	10D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	4D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tabel 12. Hasil Perhitungan Balok Lantai 6 – lantai 38

6th-38th floor						
Tipe Balok	BALOK 1000x350		BALOK 200x400		BALOK 200x500	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	1000x350		200x400		200x500	
Dimensi	1000x350		200x400		200x500	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	11D32	3D32	8D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	3D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tipe Balok	BALOK 250x400		BALOK 250x650		BALOK 300x550	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	250x400		250x650		300x550	
Dimensi	250x400		250x650		300x550	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	8D32	3D32	10D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	3D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tipe Balok	BALOK 450x600		BALOK 600x550		BALOK 600x650	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	450x600		600x550		600x650	
Dimensi	450x600		600x550		600x650	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	9D32	3D32	8D32	3D32	10D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	4D32	4D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Tipe Balok	BALOK 600x900		BALOK 800x350		BALOK 900x350	
	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.	Lap.
Posisi	600x900		800x350		900x350	
Dimensi	600x900		800x350		900x350	

Tipe Balok	6th-38th floor					
	BALOK 1000x350		BALOK 200x400		BALOK 200x500	
Tulangan Momen Negatif (Atas)	9D32	4D32	8D32	3D32	8D32	3D32
Tulangan Momen Positif (Bawah)	4D32	9D32	4D32	4D32	4D32	4D32
Tulangan Sengkang	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150	3D13-150

Pada perencanaan struktur atas Sky House Apartment Alam Sutera di rencanakan struktur balok dengan 20 tipe kolom seperti diperlihatkan pada table 4.16 sebagai berikut. Perhitungan struktur kolom pada tipe kolom C1 dengan dimensi 600 x 1200mm diperlihatkan sesuai dengan beban rencana yang diperhitungkan. Rekapitulasi dimensi struktur kolom diperlihatkan pada table berikut.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Kolom 1100 x 800

Kolom 1100x800			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Vu	181	kN	Geser Kolom
Nu (Pu)	7881.67	kN	Aksial Kolom
fc'	50	MPa	mutu beton
fy	420	MPa	Mutu baja
φlentur			Faktor reduksi
b	1100	mm	
	800	mm	
ds	40	mm	
d'	81	mm	
d	719	mm	
B1 geser	0.85		fc <30Mpa ->0,85
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser mm
D.tul utama	32	mm	Diameter tul.longitudinal
Av	981.25	mm ²	Luas tulangan geser
	100	mm	Spasi tul.geser
Ag	880000	mm ²	Luas Penampang
	3000	mm	tinggi lebar
b	1100	mm	
ds	40	mm	selimut beton
d'	65	mm	tinggi efektif mm
	1035	mm	tinggi dari atas hingga ke tul.
BI	0.85		f'c <30Mpa ->0,85
okolom	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser
d1	1035	mm	
d2	135	mm	
d3	65	mm	
Spasi tul	200	mm	

Digunakan D25-200mm

Tabel 14. Hasil Perhitungan Kolom 1200 x 600

Kolom 1200x600			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Vu	162.123	kN	Geser Kolom
Nu (Pu)	7198.23	kN	Aksial Kolom
fc'	50	MPa	mutu beton
fy	420	MPa	Mutu baja
φlentur			Faktor reduksi
b	1200	mm	
h	600	mm	
ds	40	mm	
d'	81	mm	
d	519	mm	
B1 geser	0.85		fc <30Mpa ->0,85
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser mm
D.tul utama	32	mm	Diameter tul.longitudinal

Kolom 1200x600			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Av	981.25	mm ²	Luas tulangan geser
s	100	mm	Spasi tul.geser
Ag	720000	mm ²	Luas Penampang
h	3000	mm	tinggi
b	1200	mm	lebar
ds	40	mm	selimut beton
d'	65	mm	tinggi efektif mm
d	1135	mm	tinggi dari atas hingga ke tul.
BI	0.85		f'c <30Mpa ->0,85
φkolom	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser
d1	1135	mm	
d2	135	mm	
d3	65	mm	
Spasi tul	150	mm	

Digunakan D25-200mm

Tabel 15. Hasil Perhitungan Kolom 1100 x 900

Kolom 1100x900			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Vu	170.978	kN	Geser Kolom
Nu (Pu)	6970.12	kN	Aksial Kolom
fc'	50	MPa	mutu beton
fy	420	MPa	Mutu baja
φlentur			Faktor reduksi
b	1100	mm	
h	900	mm	
ds	40	mm	
d'	81	mm	
d	819	mm	
B1	0.85		fc <30Mpa ->0,85
geser	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser mm
D.tul utama	32	mm	Diameter tul.longitudinal
Av	981.25	mm ²	Luas tulangan geser
s	100	mm	Spasi tul.geser
Ag	990000	mm ²	Luas Penampang
h	3000	mm	tinggi
b	1100	mm	lebar
ds	40	mm	selimut beton
d'	65	mm	tinggi efektif mm
d	1035	mm	tinggi dari atas hingga ke tul.
BI	0.85		f'c <30Mpa ->0,85
φkolom	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser
d1	1035	mm	
d2	135	mm	
d3	65	mm	
Spasi tul	200	mm	

Digunakan D25-200mm

Tabel 16. Hasil Perhitungan Kolom 1300 x 600

Kolom 1300x600			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Vu	161	kN	Geser Kolom
Nu (Pu)	7001.89	kN	Aksial Kolom
fc'	50	MPa	mutu beton
fy	420	MPa	Mutu baja
φlentur			Faktor reduksi
b	1300	mm	
h	600	mm	
ds	40	mm	
d'	81	mm	
d	519	mm	
B1	0.85		fc <30Mpa ->0,85
geser	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser mm
D.tul utama	32	mm	Diameter tul.longitudinal
Av	981.25	mm ²	Luas tulangan geser
s	100	mm	Spasi tul.geser
Ag	780000	mm ²	Luas Penampang

Kolom 1300x600			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
h	3000	mm	tinggi
b	1300	mm	lebar
ds	40	mm	selimut beton
d'	65	mm	tinggi efektif mm
d	1235	mm	tinggi dari atas hingga ke tul.
BI	0.85		f'c <30Mpa ->0,85
φkolom	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser
d1	1235	mm	
d2	135	mm	
d3	65	mm	
Spasi tul	200	mm	

Digunakan D25-200mm

Tabel 17. Hasil Perhitungan Kolom 1200 x 700

Kolom 1200x700			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Vu	149.44	kN	Geser Kolom
Nu (Pu)	7551.62	kN	Aksial Kolom
fc'	50	MPa	mutu beton
fy	420	MPa	Mutu baja
φlentur			Faktor reduksi
b	1200	mm	
h	700	mm	
ds	40	mm	
d'	81	mm	
d	619	mm	
B1	0.85		fc <30Mpa ->0,85
geser	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser mm
D.tul utama	32	mm	Diameter tul.longitudinal
Av	981.25	mm ²	Luas tulangan geser
s	100	mm	Spasi tul.geser
Ag	840000	mm ²	Luas Penampang
h	3000	mm	tinggi
b	1200	mm	lebar
ds	40	mm	selimut beton
d'	65	mm	tinggi efektif mm
d	1135	mm	tinggi dari atas hingga ke tul.
BI	0.85		f'c <30Mpa ->0,85
φkolom	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser
d1	1135	mm	
d2	135	mm	
d3	65	mm	
Spasi tul	200	mm	

Digunakan D25-200mm

Tabel 18. Hasil Perhitungan Kolom 1200 x 500

Kolom 1200x500			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
Vu	178.31	kN	Geser Kolom
Nu (Pu)	6955.98	kN	Aksial Kolom
fc'	50	MPa	mutu beton
fy	420	MPa	Mutu baja
φlentur			Faktor reduksi
b	1200	mm	
h	50	mm	
ds	40	mm	
d'	81	mm	
d	419	mm	
B1	0.85		fc <30Mpa ->0,85
geser	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser mm
D.tul utama	32	mm	Diameter tul.longitudinal
Av	981.25	mm ²	Luas tulangan geser
s	100	mm	Spasi tul.geser
Ag	600000	mm ²	Luas Penampang
h	3000	mm	tinggi
b	1200	mm	lebar
ds	40	mm	selimut beton

Kolom 1200x500			
Data	Nilai	Satuan	Keterangan
d'	65	mm	tinggi efektif mm
d	1135	mm	tinggi dari atas hingga ke tul.
BI	0.85		f'c <30Mpa ->0,85
φkolom	0.75		Faktor reduksi
D.sengkang	25	mm	Diameter tul.geser
d1	1135	mm	
d2	135	mm	
d3	65	mm	
Spasi tul	200	mm	
Digunakan D25-200mm			

Pada perhitungan *shear wall* di gunakan data hasil permodelan di SAP 2000 v22 yaitu nilai PU, M2 (maksimum dan minimum), M3 ((maksimum dan minimum), serta V2 dan V3 untuk geser. Rekapitulasi Shear Wall diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 19. Hasil Perhitungan *shearwall*

Tulangan Kolom	
Longitudinal	24D32
Transversal (Sejajar Lebar)	4 D32-100
Transversal (Sejajar Panjang)	4 D32-100
Tulangan badan	
Longitudinal	2 D25-100
Transversal	2 D25-200
Confinement EBK (Sejajar Lebar)	4 D25-200
Confinement EBK (Sejajar Panjang)	4 D25-200

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada perencanaan struktur atas Sky House Apartment, Alam Sutera, maka dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan hasil perhitungan analisa respon spektrum di peroleh nilai geser static ekivalen $V = 8.397.008.48$ kN. Didapatkan nilai gaya geser dasar arah X dan gaya geser dasar arah Y yang dihasilkan SAP 2000 sudah sesuai yakni F_x pada E_x kondisi Max sama dengan F_y pada E_y Kondisi Max = 839700.48 kN.

Dimensi struktur pelat diperoleh sebesar 12cm untuk tebal pelat lantai basement hingga lantai 38, serta pelat lantai dengan tebal 15cm untuk pelat lantai atap apartemen. Pada kedua jenis pelat diperoleh tulangan arah x-x dan arah y-y tulangan Ø22 - 250mm dengan f_y tulangan 420 Mpa.

Dimensi struktur balok diperoleh ukuran 600x900 mm dengan tulangan longitudinal 3D32 untuk arah lapangan dan tumpuan serta tulangan transversal D25-150mm untuk lapangan dan tumpuan.

Dimensi struktur kolom diperoleh ukuran 600x1200 mm dengan tulangan longitudinal D32 untuk arah lapangan dan tumpuan serta tulangan transversal D25-200mm untuk lapangan dan tumpuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama melakukan analisis, dan proses penyusunan penelitian penulis telah mendapatkan bantuan dari banyak pihak, terutama terima kasih penulis ucapkan

kepada Fadli Kurnia, S.T, M.T yang telah bersedia untuk membimbing, memberikan masukan, serta memberikan arahan selama melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistik, "bps.go.id," Badan Pusat Statistik "jumlah penduduk hasil sp2020 provinsi dki jakarta sebesar 10-56 juta jiwa,"jakarta.bps.go.id <https://jakarta.bps.go.id/pressrelease/2021/01/22/541/jumlah-penduduk-hasil-sp2020-provinsi-dki-jakarta-sebesar-10-56-juta-jiwa.html>. (accessed July 15, 2021).
- [2] Okezone. "pasar-apartemen-di-jakarta- masih-menggiurkan-simak-buktinya,"Okezone.com <https://economy.okezone.com/read/2019/10/23/470/2120869/pasar-apartemen-di-jakarta- masih-menggiurkan-simak-buktinya>. (accessed August 10, 2021).
- [3] Standar Nasional Indonesia 2847:2019," Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, SNI 2847:2019, 17 Desember 2019.