Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)
ipssj.com ippsj2024@gmail.com E-ISSN: 3064-4011

Analisis Struktur Balok dan Pelat Lantai pada Gedung Labkesda Jakarta Selatan

Sonry Rodearna Sihaloho [1*]
[1] Program Studi Teknik Sipil Universitas Krisnadwipayana
*Corresponding email: sonrysihaloho15@gmail.com

ABSTRAK: Jakarta Selatan merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang berada pada zona rawan gempa bumi. Letaknya yang cukup dekat dengan jalur subduksi serta aktivitas tektonik dari sesar-sesar lokal menjadikan wilayah ini berpotensi mengalami guncangan seismik.Tujuan penelitian ini adalah menganalisis gaya geser balok dan pelat lantai, menganalisis rasio penulangan pada balok, menganalisis besar lendutan (defleksi) yang terjadi pada balok dan menganalisis simpangan antar lantai pada gedung tersebut. Metodologi penelitian menggunakan program bantu ETABS V.22.0.0, perhitungan manual dan bantuan aplikasi Microsoft office excel. Berdasarkan hasil analisis elemen horizontal pada gedung Labkesda Jakarta Selatan pada Tugas Akhir ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan yaitu nilai geser terbesar arah X dengan nilai 62,0965 kN dan nilai momen terbesar arah X dengan nilai 59,4238 kN-m. Nilai gaya geser terbesar arah Y 69,9984 kN dan nilai momen terbesar arah Y dengan nilai 48,8234 kN-m. Rasio penulangan balok didapat dari perhitungan ETABS V.22.0.0 sebesar 0,64%, perhitungan manual didapat ρmin 0,848%, rasio penulangan diambil yang terbesar 0,848% < 1% yang sesuai dengan SNI 2847-2019. Nilai lendutan terbesar yang didapat dari hasil ETABS V.22.0.0 yaitu 6,266 mm sehingga balok dinyatakan aman terhadap lendutan karena nilai tersebut lebih kecil dari perhitungan lendutan izin maksimum yang ditentukan SNI 2847 – 2019 yaitu 16,666 mm.
Kata kunci : elemen horizontal, gaya geser, lendutan

ABSTRACT: *South Jakarta is one of the regions in Indonesia located in an earthquake-prone zone. Its close proximity to subduction zones and tectonic activity from local faults makes it potentially exposed to seismic shocks. On the other hand, infrastructure development in South Jakarta continues to increase, including the construction of public facility buildings such as the Regional Health Laboratory. The purpose of this study is to analyze the shear forces in beams and floor slabs, evaluate the reinforcement ratios in beams, assess the magnitude of beam deflection, and analyze inter-story drift in the building. The research methodology involves the use of ETABS software version 22.0.0, manual calculations, and Microsoft Excel. Based on the analysis of the horizontal structural elements of the Labkesda building in South Jakarta in this Final Project, the following conclusions can be drawn: the maximum shear force in the X-direction is 62.0965 kN and the maximum moment in the X-direction is 59.4238 kN-m; the maximum shear force in the Y-direction is 69.9984 kN and the maximum moment in the Y-direction is 48.8234 kN-m. The beam reinforcement ratio obtained from ETABS is 0.64%, while the manual calculation gives a minimum ratio (ρmin) of 0.848%. The greater value of 0.848% is adopted, which is less than the 1% maximum limit in accordance with SNI 2847:2019. The maximum deflection obtained from the ETABS analysis is 6.266 mm, indicating that the beam is safe against deflection as it is less than the allowable deflection limit of 16.666 mm specified in SNI 2847:2019.*
Keywords: *horizontal elements, shear force, deflection*

PENDAHULUAN

Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang dirancang dan dibangun agar mampu menahan beban gempa tanpa mengalami keruntuhan yang membahayakan keselamatan penghuninya. Seiring berkembangnya standar dan regulasi teknik sipil di Indonesia, pedoman perencanaan struktur beton dan gempa telah diperbarui untuk meningkatkan keamanan dan ketahanan bangunan terhadap risiko gempa bumi. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis terhadap struktur atas khusunya elemen horizontal berupa balok dan pelat lantai. Balok adalah elemen struktur yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari pelat lantai atau dinding ke kolom. Selain balok, pelat lantai merupakan elemen datar dan tipis yang berfungsi sebagai lantai bangunan serta menyalurkan beban ke balok di sekelilingnya.

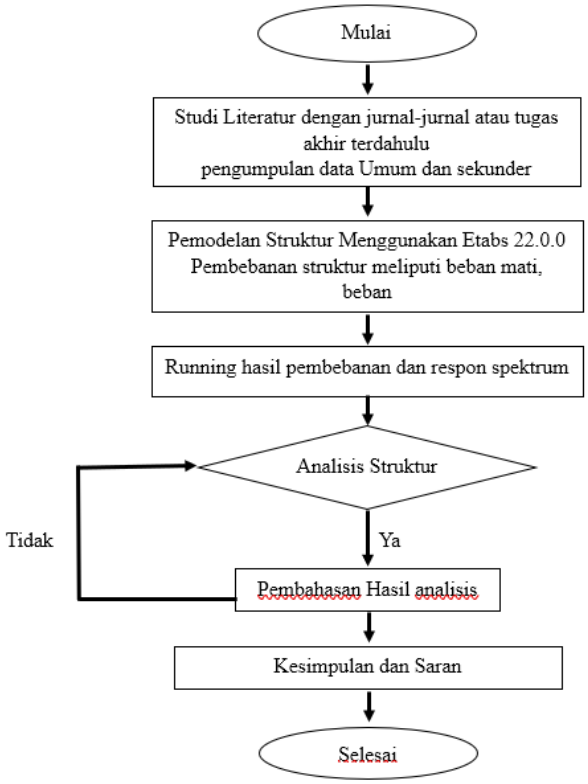
Di sisi lain, perkembangan infrastruktur di Jakarta Selatan terus meningkat, termasuk pembangunan gedung-gedung fasilitas publik seperti Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda). Sebagai bangunan pelayanan publik yang memiliki fungsi vital dalam penanganan kesehatan, terutama pada masa krisis seperti pandemi atau wabah, Labkesda harus memiliki struktur yang kuat, stabil, dan aman terhadap berbagai jenis beban, termasuk beban gempa.

Rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada analisis respons struktur Gedung Labkesda Jakarta Selatan berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. Secara khusus, permasalahan yang dikaji meliputi besarnya gaya geser yang diterima oleh balok dan pelat lantai, besarnya lendutan yang terjadi pada balok, serta besarnya rasio tulangan balok pada Gedung Labkesda Jakarta Selatan. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji besarnya simpangan antar lantai akibat respons struktur terhadap pembebanan yang bekerja pada bangunan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons dan kinerja struktur Gedung Labkesda Jakarta Selatan berdasarkan ketentuan perencanaan struktur bangunan gedung yang berlaku. Secara khusus, penelitian ini diarahkan untuk menganalisis besarnya gaya geser yang diterima oleh balok dan pelat lantai, menghitung besarnya lendutan yang terjadi pada balok, serta menentukan rasio tulangan balok pada Gedung Labkesda Jakarta Selatan. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis besarnya simpangan antar lantai guna mengevaluasi respons struktur bangunan terhadap pengaruh pembebanan, khususnya beban gempa, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai keamanan dan kelayakan kinerja struktur gedung.

METODE

Data perencanaan awal yang diperoleh dari konsultan akan dilakukan analisis penampang balok dan pelat berdasarkan construction drawing, kemudian dilanjutkan melakukan perhitungan pembebanan (berupa beban mati, beban mati tambahan, dan beban hidup) dan pembuatan model struktur dengan ETABS. Modeling dari Etabs akan dilakukan running sebanyak 2 kali yang mana pada running pertama digunakan untuk mengecek perilaku struktur dan mengetahui base reaction terhadap gempa statik dan dinamik. Selanjutnya untuk running yang kedua menggunakan gaya gempa yang sudah di skala sehingga hasil dari gaya ini akan digunakan ntuk analisis gaya geser, gaya momen, dan simpangan antar lantai. Untuk mempermudah memahami, berikut adalah diagram alur penelitian.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Bangunan

Bangunan yang dirancang mengacu pada denah struktur atas Gedung Laboratorium Kesehatan Daerah yang berlokasi di Kota Jakarta Selatan. Bangunan ini memiliki tinggi 29.5 m dari elevasi ±0,000 m dengan bentuk persegi panjang dengan panjang 24 m dan lebar 12 m. berikut adalah detail tinggi tiap lantai bangunan.

Tabel 1. Data Tinggi Tingkat dan Elevasi Gedung

Tingat	Lantai	ELevasi Tiap Lantai (m)	Tinggi Tingkat (m)
8	Atap	+29.5	3,5
7	7(Atap)	+26.0	4,2
6	6	+21.8	4,2
5	5	+17.6	4,2
4	4	+13.4	4,2
3	3	+9.2	4,2
2	2	+5.00	5
1	Base	0.00	0

Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen

Lokasi Bangunan = Kota Jakarta Selatan
Jenis Tanah = Lunak
Kelas Situs = SE
Fungsi Gedung = Laboratorium Kesehatan
Kategori Resiko = II
Faktor Keutamaan Gempa ($\boldsymbol{I_e}$)= 1
Parameter percepatan dasar periode pendek ($\boldsymbol{S_s}$) dan 1 detik ($\boldsymbol{S_1}$) = 0,8108 g dan 0,3999 g.
Faktor percepatan getaran periode pendek (Fa) dan 1 detik (Fv) = 1,276 dan 2,400
Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pedek ($\boldsymbol{S_{ms}}$) dan 1 detik ($\boldsymbol{S_{M1}}$)

$\boldsymbol{S_{MS}}$ = Fa x Ss
= 1,276 x 0,8108
= 1,034

$\boldsymbol{S_{M1}}$ = Fa x $\boldsymbol{S_1}$
= 2,400 x 0,3999
= 0,959

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek ($\boldsymbol{S_{DS}}$) dan 1 detik ($\boldsymbol{S_{D1}}$)

$\boldsymbol{S_{DS}}$ = $\frac{\boldsymbol{2}}{\boldsymbol{3}}$ x $\boldsymbol{S_{MS}}$
= $\frac{\boldsymbol{2}}{\boldsymbol{3}}$ x 1,034
= 0,69

$\boldsymbol{S_{D1}}$ = $\frac{\boldsymbol{2}}{\boldsymbol{3}}$ x $\boldsymbol{S_{M1}}$
= $\frac{\boldsymbol{2}}{\boldsymbol{3}}$ x 0,959
= 0,64

Kategori Desain Seismik (KDS) = D
Sistem Struktur = Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
Nilai Koefisien Modifikasi Respon (R) = 8
Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0) = 3
Nilai C_D = 5.5
Koefisien batas atas ($\boldsymbol{C_u}$) = 1,4 (Tabel 2.17)
Nilai parameter periode pendekatan (x) = 0,9 (Tabel 2.18)

Periode Fundamental Struktur (T)

Ta $= C_t . h^x{}_n$

= 0,0466 x $40,2^{0,9}$

= 1,29 detik

Berikut perhitungan periode maksimum

Ta_{maks} $= Cu \; x \; Ta$

= 1,4 x 1,29

= 1,8 detik

Koefisien respon seismik (C_S)

C_S $= \frac{Sds}{\left(\frac{R}{Ie}\right)}$

$= \frac{0,69}{\left(\frac{8}{1}\right)}$ = 0,086

Nilai Cs maks dihitung menggunakan persamaan berikut.

C_S maks $= \frac{Sd1}{T\left(\frac{R}{Ie}\right)}$

$= \frac{0,64}{1,8\left(\frac{8}{1}\right)}$ = 0,044

Nilai Cs min dihitung menggunakan persamaan berikut.

C_S min $= 0,044 \; x \; S_{DS} \; x \; I_e$

= 0,044 x 0,69 x 1

= 0,0303

Maka nilai Cs yang digunakan adalah nilai Cs maks sebesar 0,044.

Berat Efektif Struktur = 42732,5 kN

Gaya Geser Dasar Statik

V statik $= C_S \; x \; W_{eff \; struktur}$

= 0,044 x 42732,5 kN = 1880,23 k

Analisis Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum

Participating Mass Ratio

Berdasarkan SNI-1726:2019, analisis respons spektrum ragam harus mencapai partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100%, namun terdapat pengecualian minimum massa ragam mencapai 90%. Berikut adalah hasil partispasi massa dari ETABS.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	1,9	0,757	0,0879	0	0,757	0,0879
Modal	2	1,819	0,1152	0,649	0	0,8722	0,7369
Modal	3	1,571	0,0024	0,0987	0	0,8745	0,8356
Modal	4	0,613	0,0712	0,0046	0	0,9457	0,8402
Modal	5	0,576	0,005	0,0772	0	0,9508	0,9174
Modal	6	0,5	0,0001	0,0113	0	0,9509	0,9287
Modal	7	0,337	0,0226	0,0007	0	0,9735	0,9294
Modal	8	0,305	0,0007	0,0253	0	0,9742	0,9548
Modal	9	0,268	1,323E-05	0,0038	0	0,9742	0,9586

Gambar 2. Modal Participating Mass Ratio (MPMR)

Respon Spektrum Desain

Pembuatan kurva respon spektrum desain dengan mengacu pada Pasal 6.4 SNI 1726-2019, dengan data parameter yang sudah didapat saat perhitungan analisis statik ekivalen dengan Langkah-langkah sebagai berikut.

Nilai T_s dan T_0

$T_s = \frac{Sd1}{Sds} = \frac{0,64}{0,69} = 0,928$

T_0 = 0,2 x T_s = 0,2 x 0,928 = 0,186

Nilai Sa saat nilai T < T_0

$S_a = S_{DS}.\left(0,4 + 0,6.\frac{T}{T_0}\right)$

$S_a = 0,69\ .\left(0,4 + 0,6.\frac{0}{0,186}\right)$

$S_a = 0,276$

Nilai Sa saat T_s > T > T_0

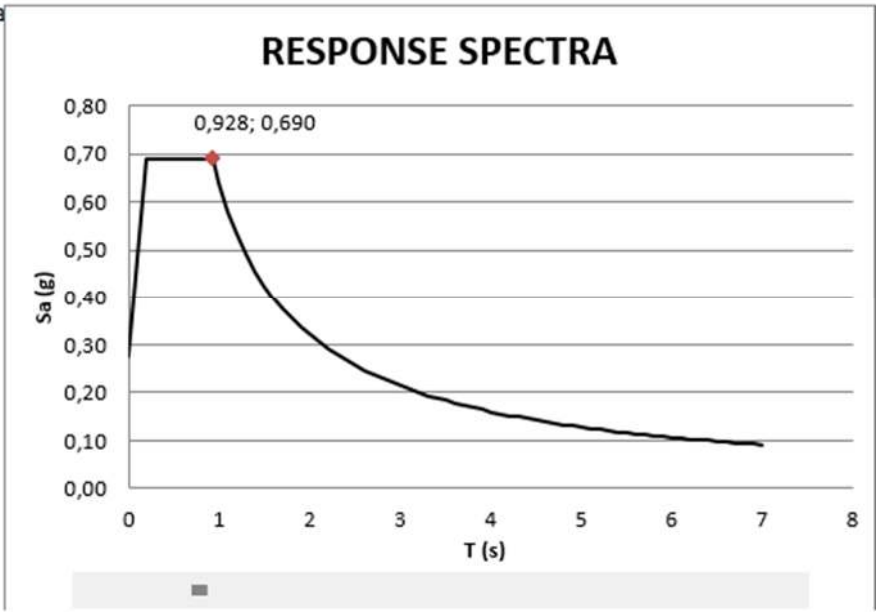
Sa = Sds

Sa = 0,69

Berdasarkan dari rangkaian perhitungan diatas, diplot menjadi kurva respon spektrum desain seeperti pada gambar dibawah.

Respon Spektra

T	Sa
0	**0,276**
0,186	**0,690**
0,386	0,690
0,586	0,690
0,928	**0,690**
1	0,640
1,5	0,427
2	0,320
2,5	0,256
3	0,213
3,5	0,183
4	0,160
4,5	0,142
5	0,128
5,5	0,116



Gambar 3. Kurva Respons Spektrum

Penskalaan Gaya

Berikut adalah penjabaran gaya geser dasar :

Vstatik = 1880,23 kN
Vstatik x Etabs = 1874,8 Kn
Vstatik y Etabs = 1878,09 kN
Vd arah x = 1410,9 kN
Vd arah y = 1286,8 kN

Berdasarkan SNI 1726-2019, perhitungan gaya geser dinamik hasil aplikasi pengolah atau ETABS v.22 harus sama dengan 100 persen nilai gaya geser statik. Dari hasil diatas maka dapat diketahui bahwa $V_{D\ arah\ x}$ dan $V_{D\ arah\ y}$ belum lebih besar dari Vs, sehingga perlu dilakukan skala gaya ulang. Perhitungan faktor skala gaya ulang dapat dilihat dibawah ini. Nilai Vs merupakan nilai gaya geser dasar statik yang sudah dihitung sebelumnya yaitu 2419,26 kN.

Faktor skala gaya arah X $= \frac{Vs}{VD} = \frac{1874,8}{1410,9}$
$= 1,3228$
Faktor skala gaya arah Y $= \frac{Vs}{VD} = \frac{1878,09}{1286,8}$
$= 1,4595$
Untuk input faktor skala gempa di Etabs adalah sebagai berikut
Faktor skala awal = g/R/I = 1,2258 m/S^2 = 1225,8 mm/S^2
Faktor skala baru =
SFx = 1226 x 1,3228 = 1629,09 mm/S^2
SFy = 1226 x 1,4595 = 1789,34 mm/S^2

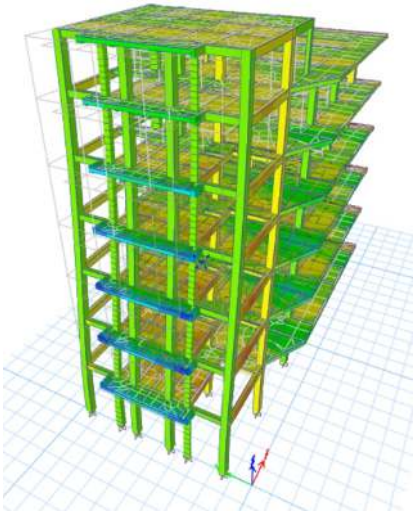
Berikut adalah hasil gaya geser setelah dilakukan penskalaan gaya yang menurnjukan antara gaya geser statik dan gaya geser dinamik memiliki nilai yang hampir sama dan sudah memenuhi SNI.

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN
Spec X	LinRespSpec	Max		1874,7991	932,381
Spec Y	LinRespSpec	Max		1024,0972	1878,0879
SX	LinStatic	Step By Step	1	-1874,8072	0
SX	LinStatic	Step By Step	2	-1874,8072	0
SX	LinStatic	Step By Step	3	-1874,8072	0
SY	LinStatic	Step By Step	1	0	-1878,0939
SY	LinStatic	Step By Step	2	0	-1878,0939
SY	LinStatic	Step By Step	3	0	-1878,0939

Gambar 4. Gaya Geser Dasar Setelah Penskalaan Gaya

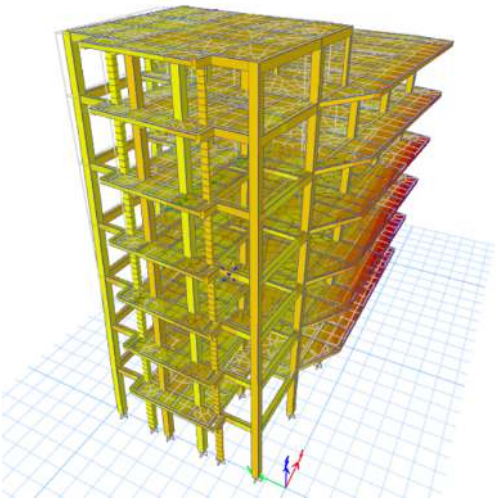
Hasil Output Etabs Untuk Analisa Perilaku Strktur

Berikut adalah perilaku pergerakan struktur terhadap mode shape 1 yang mengalami translasi arah X.



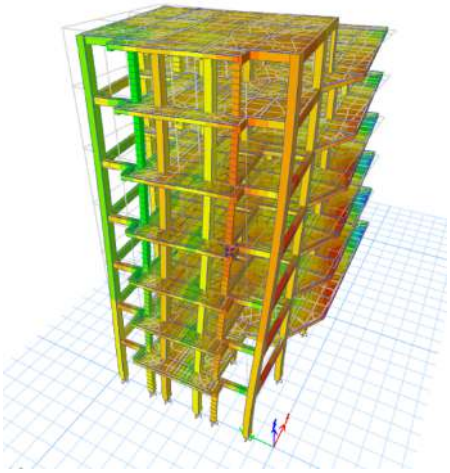
Gambar 5. Mode Shape 1 (Translasi arah x)

Berikut adalah perilaku pergerakan struktur terhadap mode shape 2 yang mengalami translasi arah Y.



Gambar 6. Mode Shape 2 (Translasi arah y)

Berikut adalah perilaku pergerakan struktur terhadap mode shape 3 yang mengalami rotasi.



Gambar 7. Mode Shape 3 (Rotasi)

Nilai Gaya Geser dan Momen pada Balok

Untuk mengetahui nilai gaya momen dan geser dapat dilihat pada menu Display – Show Table – Result – Frame – Table Element Forces Beam, sortir data dan Extract to Excel. Berikut adalah hasil gaya geser dan momen pada balok lantai 5.

Tabel 2. Gaya Geser dan Momen Pada Balok

TABLE: Element Forces – Beams			
Story	Beam	V2	M3
Lantai 2	B175	22,0405	-36,1804
Lantai 2	B186	23,5079	-36,1772
Lantai 3	B147	21,7496	-19,9428

TABLE: Element Forces – Beams			
Story	Beam	V2	M3
Lantai 3	B175	26,2906	-44,8951
Lantai 4	B20	62,0965	-2,9739
Lantai 4	B266	25,2402	-6,8627
Lantai 5	B20	49,7916	-61,379
Lantai 5	B20	51,1877	59,4238
Lantai 6	B226	19,1165	-22,1198
Lantai 6	B189	21,3664	28,5931
Lantai 7	B185	24,0923	-20,1345
Lantai 7	B185	25,6368	20,3862
Lantai atap	B48	16,9526	-30,5497
Lantai atap	B39	16,3372	0,7474

Keterangan :
V2 = Nilai Gaya Geser
M3 = Nilai Gaya Momen

Bedasarkan tabel hasil output ETABS V.22.0.0 di dapat nilai gaya geser dan nilai gaya momen arah X dan arah Y pada lantai 2 sampai lantai atap. Nilai geser terbesar arah X dengan nilai 62,0965 kN dan nilai momen terbesar arah X dengan nilai 59,4238 kN-m.

Nilai Gaya Geser dan Momen pada Pelat Lantai

Untuk mengetahui nilai gaya momen dan geser dapat dilihat pada menu Display – Show Table – Result – Frame – Table Element Forces Area Shells, sortir data dan Extract to Excel. Berikut adalah hasil gaya geser dan momen pada plat lantai 5.

Tabel 3. Gaya Geser dan Momen Pada Pelat Lantai

TABLE: Element Forces - Area Shells				
Story	Unique Name	Output Case	V13	V23
Lantai 2	379	Static-X	12,582	2,492
Lantai 2	379	Static-X	12,41	2,494
Lantai 3	301	Static-X	10,618	0,55
Lantai 3	301	Static-X	23,738	8,45
Lantai 4	276	Static-X	5,944	1,801
Lantai 4	276	Static-X	12,096	6,218
Lantai 5	197	Static-X	20,776	0,102
Lantai 5	197	Static-X	5,777	-0,288
Lantai 6	158	Static-X	12,879	5,454
Lantai 6	121	Static-X	10,018	0,865
Lantai 7	95	Static-X	13,288	8,739
Lantai 7	61	Static-X	10,259	-13,441
Lantai atap	55	Static-X	27,091	8,133
Lantai atap	46	Static-X	21,112	-10,229

Keterangan :
V13 = Nilai Gaya Geser Bidang Lokal 1-3
V23 = Nilai Gaya Geser Bidang Tegak Lurus V13

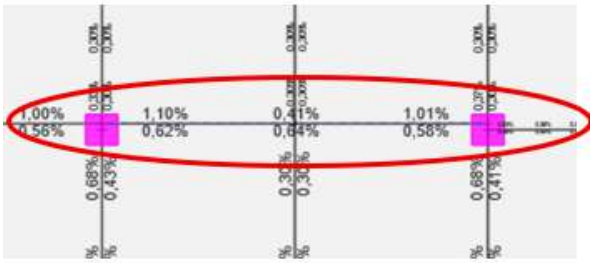
Nilai gaya geser terbesar terjadi pada pelat 248 dengan menggunakan kombinasi beban LRFD 6-1 dengan nilai gaya gesernya adalah 86,623 kN-m/m, sedangkan nilai gaya momen

terbesar terjadi pada pelat 242 dengan menggunakan kombinasi beban LRFD 6-1 dan memiliki nilai 10,825 kN-m/m.

Perhitungan Rasio Tulangan Balok Berdasarkan Hasil Output ETABS v.22

Balok yang digunakan sebagai contoh perhitungan memiliki dimensi 300 x 500mm maka perhitungan rasio tulangannya adalah seabgai berikut

$p = \frac{As}{b.d} = \frac{1134,12}{300x445,5} = \frac{1134,12}{133650} = 0,00848 = 0.848\%$



Gambar 8. Tampilan Rebar Persentage Pada Balok

Perhitungan Software didapat 0.64% perhitungan manual didapat ρmin 0.848% artinya diambil rasio penulangan 0.848%

Lendutan (Defleksi) Pada Balok

Nilai Lendutan didapat dengan cara pilih Display – Show Table – Result – Joint Displacement, kemudian didapat data sebagai berikut :

Tabel 3. Lendutan (Defleksi) Pada Balok

Story	Output Case	Step type	Uz mm
Lantai 2	EQ-X	Max	5,266
Lantai 2	EQ-X	Max	5,167
Lantai 3	EQ-X	Max	6,266
Lantai 3	EQ-X	Max	6,041
Lantai 4	EQ-X	Max	5,792
Lantai 4	EQ-X	Max	4,674
Lantai 5	EQ-X	Max	5,112
Lantai 5	EQ-X	Max	5,312
Lantai 6	EQ-X	Max	4,118
Lantai 6	EQ-X	Max	1,289
Lantai 7	EQ-X	Max	1,496
Lantai 7	EQ-X	Max	1,037
Lantai atap	EQ-X	Max	1,756
Lantai atap	EQ-X	Max	1,749

Perhitungan manual untuk izin lendutan: ℓ/360 = 6000/360 = 16,666 mm

Kontrol Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat tidak boleh melebihi dari simpangan antar tingkat ijin (Δijin). Kategori desain seismmik pada angunan D, maka faktor redundansi diambil sebesar 1,3. Berikut adalah tabel simpangan antar lantai:

Tabel 4. Simpangan Antar Lantai Arah X

Story	Elastic Drift		Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δeY	δeY	ΔX	ΔY		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Lantai Atap	55,238	5,527	20,266	-37,576	70,000	OK
7	65,486	10,628	38,969	11,810	84,000	OK
6	62,265	14,785	54,212	33,638	84,000	OK
5	53,091	18,522	67,914	44,073	84,000	OK
4	41,071	21,052	77,191	52,675	84,000	OK
3	26,705	20,830	76,377	54,696	84,000	OK
2	11,788	14,724	53,988	43,223	100,000	OK

Berdasarkan hasil Tabel Simpangan Antar Lantai disimpulkan bahwa simpangan yang terjadi antar lantai dapat dinyatakan aman karena nilai simpangan yang didapat tidak melebihi simpang izin berdasarkan SNI 1726-2019.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis elemen horizontal(Balok dan pelat lantai) pada Gedung Labkesda Jakarta Selatan pada tugas akhir ini maka penulis dapat mengambil kesimpulan:

Gaya Geser pada balok dan pelat lantai

Bedasarkan tabel hasil output ETABS V.22.0.0 didapat nilai gaya geser dan nilai gaya momen arah X dan arah Y pada lantai 2 sampai lantai atap. Nilai gaya geser terbesar arah X adalah 59,4238 kN. Nilai gaya geser terbesar arah Y adalah 69,99841 kN dan nilai momen terbesar adalah 48,8234 kN-m dan di dapat nilai gaya geser pada pelat lantai. Nilai geser terbesar di case X diarah X dengan nilai 27,091 kN dan nilai geser arah Y dengan nilai 8,739 kN-m. Nilai gaya geser terbesar di case Y arah X adalah 14,617 kN dan nilai geser terbesar arah Y dengan nilai 29,724 kN.

Rasio penulangan balok software didapat 0,64% perhitungan manual didapat ρmin 0,848% artinya diambil rasio penulangan 0,848% Artinya rasio tulangan sesuai dengan SNI 2847-2019 dengan batas minimum 0,5%

Nilai lendutan terbesar yang didapat dari hasil output ETABS V.22.0.0 adalah 6,266 mm lebih kecil dari nilai izin yang sudah ditentukan sesuai SNI 2847 – 2019 yaitu 16,666 mm sehingga balok dinyatakan aman terhadap lendutan.

Simpangan Antar Lantai disimpulkan bahwa simpangan yang terjadi antar lantai dapat dinyatakan aman karena nilai simpangan yang didapat tidak melebihi simpang izin berdasarkan SNI 1726-2019.Hasil pemeriksaan simpangan antar lantai menunjukkan bahwa nilai magnitudo simpangan pada seluruh lantai masih berada di bawah batas drift yang diizinkan sesuai SNI 1726:2019. Perhitungan magnitudo dilakukan menggunakan akar kuadrat penjumlahan kuadrat simpangan arah X dan Y pada setiap lantai. Nilai tertinggi terjadi pada lantai 5 sebesar 80,674 mm dengan batas izin 84 mm, sehingga seluruh lantai dinyatakan memenuhi persyaratan batas simpangan antar lantai.

1. Analisis Gaya Geser
   Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk membandingkan hasil analisis gaya geser balok dan pelat dengan metode manual serta metode pemodelan di perangkat lunak lain (misalnya SAP2000 atau Midas), sehingga diperoleh validasi hasil yang lebih kuat. Pertimbangkan variasi kombinasi beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 untuk skenario wilayah gempa berbeda, sehingga hasil dapat diaplikasikan pada lokasi lain.
2. Analisis Lendutan Balok
   Perlu dilakukan evaluasi lendutan jangka panjang (long-term deflection) dengan mempertimbangkan efek rayapan (creep) dan susut (shrinkage), sehingga prediksi

lendutan lebih realistis.Disarankan membandingkan hasil lendutan dengan batas pelayanan (serviceability limit state) di SNI 2847:2019, untuk memastikan kenyamanan dan keamanan.

3. Rasio Tulangan Balok
   Perlu dilakukan studi optimasi desain tulangan untuk mendapatkan rasio penulangan yang mendekati nilai ideal antara batas minimum dan maksimum menurut SNI 2847:2019, sehingga efisien secara struktural dan ekonomis. Disarankan membandingkan hasil rasio penulangan dari perhitungan ETABS dengan desain manual untuk memastikan konsistensi.
4. 4. Simpangan Antar Lantai
   Perlu dilakukan pengujian model dengan variasi sistem struktur (misalnya menggunakan dinding geser/corewall) untuk melihat pengaruhnya terhadap simpangan antar lantai. Disarankan membandingkan hasil simpangan antar lantai dengan batasan drift ratio SNI 1726:2019 untuk memastikan struktur memenuhi kriteria kinerja seismik.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayatulloh, M., Sipil, J. T., Teknik, F., & Mataram, U. (2024). BANGUNAN BERTINGKAT BERATURAN DAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL SESUAI SNI 1726-2019 DENGAN METODE PUSHOVER.

Khoirunnissa, U., Djakfar, R., & Setiawan, Y. (2020). Analisis Dinamik Respon Struktur Gedung Beraturan Dan Ketidakberaturan Horizontal. Construction and Material Journal, 2(1), 59–68. https://doi.org/10.32722/cmj.v2i1.2758

Muhammad Hilmi, Erizal, & Febrita, J. (2021). Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat dengan Metode Analisis Respon Spektrum Berdasarkan SNI 1726:2019. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 6(3), 143–158. https://doi.org/10.29244/jsil.6.3.143-158

Rau, F., Wibawa, I. M. S., Tubuh, I. K. D. K., & Nada, I. M. (2023). Analisis Kinerja Struktur Gedung Dengan Ketidakberaturan Horizontal. Jurnal Ilmiah Teknik Unmas, 3(1), 26–31.

Jaya, F. H. (2019). Analisis Struktur Bangunan Terhadap Beban Horizontal Pada Gedung Rawat Inap Rumah Sakit Dadi Tjokro Dipo Bandar Lampung. Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik, 4(1), 17–24. https://doi.org/10.24967/teksis.v4i1.635

Parinang, R. E., Pengaruh, ", Bangunan, S., Bertingkat, G., Horizontal, K., Dalam, S., Gempa, P., Kupang, K., Parinang, R. E., Simatupang, P. H., & Nasjono, J. K. (2023). Pengaruh Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Dengan Ketidakberaturan Horizontal Sudut Dalam Terhadap Percepatan Gempa Kota Kupang. Jurnal Teknik Sipil, 12(1), 37–44.

jawarta, & simamora. (2020). Analisis_Perpindahan_Lateral_Struktur_Be. 03, 19–23.

Tanauma, C., Windah, R. S., & Wallah, S. E. (2023). Analisa Dinamik Bangunan Bertingkat Yang Memiliki Ketidakberaturan Horisontal Berbentuk T Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726: 2019. Tekno, 21(85), 957–968.

Hasudungan, D., Sihombing, S. M., & Rodji, A. P. (2024). Analisis Elemen Vertikal dan Horizontal Terhadap Struktur Bangunan Gedung Hotel Soll Marina Tangerang. Scientica : Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi, 2, 769–778.

Nurlaela, R. K., & Yogaswara, D. (2023). Analisis Struktur Bangunan Terhadap Beban Horizontal pada Bangunan Klinik Cilimus Medical Center. Jurnal Konstruksi,21(1),1–11.https://doi.org/ 10.33364/ konstruksi/v.21-1.1176

Alexander, A., Christianto, D., & Pranata, H. (2018). Analisis Pengaruh Fleksibilitas Diafragma Terhadap Distribusi Horizontal Gaya Gempa. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 1(1), 261. https://doi.org/10.24912/jmts.v1i1.2265

Lie, N. A. (2024). Analisis Perbandingan Nilai Lendutan Pelat Lantai Beton Bertulang Menggunakan Analisa Struktur Berdasarkan Sni 28472019 Dan Abaqus Cae. Praxis :

Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat Dan Jejaring, 7(1), 19–30. https://doi.org/10.24167/praxis.v7i1.11588

Nurul Hidayati, Hariyadi, & Mukhta Riqi Sab'it Tibaq. (2023). Analisa ketidakberaturan horizontal dan vertikal pada struktur gedung beton bertulang. PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa, 12(2), 235–243. https://doi.org/10.22225/pd.12.2.7653.235-243

Maulidani, A. A., Muhammad, D. F., Rahman, M. A., & Santoso, E. (2024). Studi Perbandingan Performa Ketidakberaturan Horizontal Bangunan Terhadap Beban Gempa. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 8(2), 932–940. https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4090

Studi, P., Sipil, T., & Khairun, U. (2021). DESAIN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA DENGAN BENTUK TIDAK BERATURAN HORIZONTAL (Studi Kasus Bangunan Di Morotai). Clapeyron : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 2(2), 47–58. https://doi.org/10.33387/clapeyron.v2i2.3835

Badan Standardisasi Nasional (b). (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Sni 1726:2019, 8, 254.

BSN SNI 1727. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Jakarta, 8, 1–336.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Sni 2847-2019, 8, 720.

PPIUG. (1983). Ppiug. In Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Baangunan (pp. 1–32).