

Modifikasi Struktur Atas Bangunan Apartemen 32 Lantai dengan Sistem Ganda di Kota Surabaya

Lukman Hakim¹, Bambang Kiswono¹, Maksum¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya

^{*)}elha.samep@gmail.com

Abstract

The 32-storey apartment building located in Surabaya in this final project is an apartment which originally had 28 floors (+93.60m) and was later modified by adding 4 floors to make it 32 floors (+104.80m). The building structure planning uses building planning regulations, namely SNI Structural Concrete 2847:2013, SNI Loading 1727:2013 and SNI Earthquake 1726:2012, while the structural modeling uses the ETABS version 18.1.1 program.

Structural analysis carried out on the modeling has met the requirements according to the regulations in the SNI including Mass Participation, Dual System, Determination of Interstorey Deviation, P-Delta Effects, Horizontal Structure Irregularities, and Vertical Structure Irregularities.

Structural elements that are reviewed in the design of the superstructure of the building are floor slabs, beams, columns, and shear walls. Floor slab reinforcement type S12.a with a thickness of 120 in the x direction (support D10-200, field D10-200, shrinkage D8-200), while in the y direction (support D10-100, pitch D10-100, shrinkage D8-200). In beam type G45.60.a, the size of 450 x 600 mm is the support reinforcement (top 6D19, waist 2D10, bottom 3D19, shear 2D13-100), while the field reinforcement (top 3D19, waist 2D10, bottom 3D19, shear 2D13-150). For column type K50.120.a, the size of 500 x 1200 mm is 24D25 longitudinal reinforcement with 1.96% reinforcement ratio, transverse reinforcement (support 10D13-100, pitch 4D13-150). While the shear walls for column reinforcement (longitudinal 22D25, transverse 7D13-100 & 3D13-100), for body reinforcement (longitudinal 2D22-150, transverse 2D22-200, confinement 4D13-100).

Keywords: Surabaya Apartment, Structural Analysis, Dual System, SRPMK, Shear Wall

Abstrak

Bangunan apartemen 32 lantai yang terletak di Kota Surabaya pada tugas akhir ini, merupakan apartemen yang semula memiliki 28 lantai (+93.60m) kemudian dimodifikasi dengan menambahkan 4 lantai sehingga menjadi 32 lantai (+104.80m). Perencanaan struktur bangunan menggunakan peraturan-peraturan perencanaan gedung yaitu SNI Beton Struktural 2847:2013, SNI Pembebanan 1727:2013 dan SNI Gempa 1726:2012, sedangkan permodelan struktur menggunakan program bantu ETABS versi 18.1.1.

Analisa struktur yang dilakukan pada permodelan sudah memenuhi syarat sesuai peraturan-peraturan di SNI meliputi Partisipasi Massa, Sistem Ganda, Penentuan Simpangan Antarlantai, Pengaruh P-Delta, Ketidakberaturan Struktur Horizontal, dan Ketidakberaturan Struktur Vertikal.

Elemen struktur yang ditinjau pada desain struktur atas bangunan yaitu pelat lantai, balok, kolom, dan dinding geser. Penulangan pelat lantai tipe S12.a dengan tebal 120 pada arah x (tumpuan D10-200, lapangan D10-200, susut D8-200), sedangkan arah y (tumpuan D10-100, lapangan D10-100, susut D8-200). Pada balok tipe G45.60.a ukuran 450 x 600 mm tulangan tumpuan (atas 6D19, pinggang 2D10, bawah 3D19, geser 2D13-100), sedangkan tulangan lapangan (atas 3D19, pinggang 2D10, bawah 3D19, geser 2D13-150). Untuk kolom tipe K50.120.a ukuran 500 x 1200 mm tulangan longitudinal 24D25 dengan rasio tulangan 1.96%, tulangan transversal (tumpuan 10D13-100, lapangan 4D13-150). Sedangkan dinding geser pada tulangan kolom (longitudinal 22D25, transversal 7D13-100 & 3D13-100), untuk tulangan badan (longitudinal 2D22-150, transversal 2D22-200, confinement 4D13-100).

Kata kunci: Apartemen Surabaya, Analisa Struktur, Sistem Ganda, SRPMK, Dinding Geser

PENDAHULUAN

Berdasarkan Berita-Bisnis (2016) Apartemen Cornell dibangun di area terbaik CitraLand CBD Surabaya. Selain itu, lokasinya pun terhitung sangat dekat dengan Universitas Ciputra yang kini telah memiliki 3500 mahasiswa. Ciputra Surya menginformasikan, pertumbuhan jumlah mahasiswa Universitas Ciputra diperkirakan mencapai 18 persen per tahun serta baru saja membuka Fakultas Kedokteran. Dengan demikian, Ciputra Surya mengklaim, potensi pasar dan peluang usaha di wilayah tersebut terbuka sangat lebar.

Dalam perencanaan struktur bangunan apartemen mengacu pada SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 1727:2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, dan SNI 1726:2012 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

METODE

1. Pengumpulan Gambar Arsitek

Gambar arsitek yang terdiri dari layout, denah, tampak dan potongan didapatkan dari pihak proyek tersebut.

2. Pengumpulan Data Tanah
3. Pengumpulan Data Pembebanan
 - a. Beban Mati

Perhitungan beban mati ditentukan menggunakan berat jenis dari masing-masing bahan bangunan berdasarkan SNI 1727:2013 serta elemen-elemen Arsitektur dan MEP.

- b. Beban Hidup

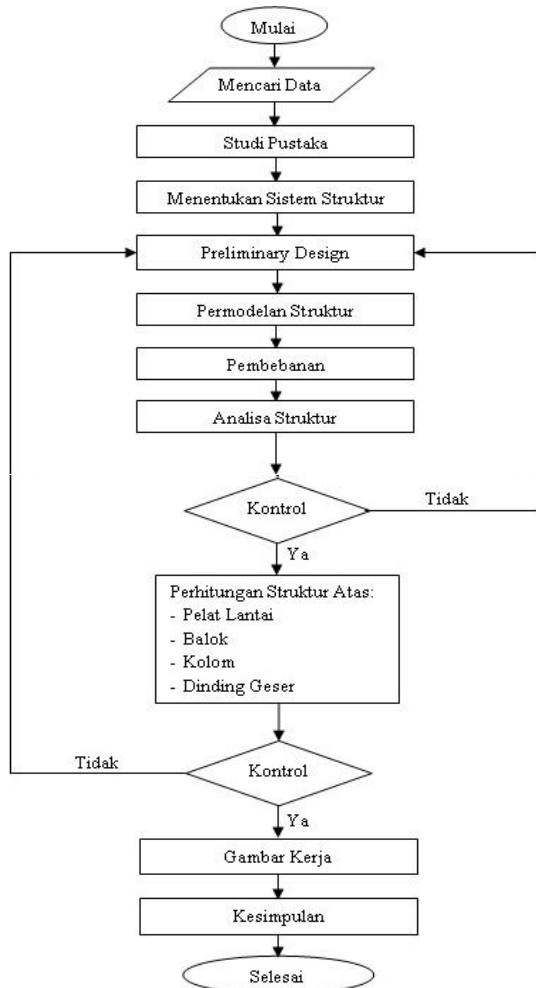
Perhitungan beban hidup ditentukan berdasarkan ketentuan fungsi ruang yang terdapat pada SNI 1727:2013.

- c. Beban Angin

Perhitungan beban angin dengan data angin didapatkan dari BMKG serta parameter-parameter berdasarkan ketentuan yang terdapat pada SNI 1727:2013.

- d. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa dianalisa dengan analisa *response spectrum* menggunakan bantuan program Desain Spektra Indonesia. Parameter-parameter beban gempa ditentukan sesuai SNI 1726:2012.



Gambar 1 Bagan Alir Perencanaan Struktur Atas Gedung
Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preliminary Design

- a. Tebal Pelat Lantai

Tebal pelat minimum mengacu pada SNI 2847:2013 Pasal 9.5.3.2 tabel 9.5(c) dan Pasal 9.5.3.3. Jika mengikuti persyaratan tersebut, tebal pelat lantai diperoleh 15 cm yang dinilai tebal untuk sistem struktur SRPMK.

Sehingga semua jenis tipe pelat didesain dengan tebal sama yaitu 12 cm. Sedangkan khusus lantai atap untuk area tandon air direncanakan dengan tebal 15 cm.

- b. Dimensi Balok

Jenis balok terbagi menjadi balok induk, balok anak dan balok kantilever. Dimensi balok sesuai persyaratan SNI 2847:2013 dan disesuaikan dengan dimensi yang diperlukan dari ETABS, diperoleh tipe-tipe balok sebagai berikut:

Tabel 1 Data Dimensi Balok

No	Kode Balok	B (mm)	H (mm)
1	G60.45	600	450
2	G45.60.a~d	450	650
3	G40.60.a~b	400	650
4	G40.55.a~c	400	550
5	G35.50. a~b	350	500
6	G30.45.a~m	300	450
7	GK40.60.a~b	450	600
8	B30.45. a~m	300	450
9	B25.40.a~b	250	400
10	B20.35.a~g	200	350
11	BK40.60	400	600
12	BK30.45.a~b	300	450

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

- c. Dimensi Kolom

Dari dimensi *preliminary* serta disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan dalam model ETABS, didapatkan model penampang kolom sebagai berikut:

Tabel 2 Data Dimensi Kolom

No	Lantai	Kode Kolom	B (mm)	H (mm)	f_c'
1	Lt.1~2	K60.140	600	1400	50
2	Lt.3~ 13	K50.120.a	500	1200	50
3	Lt.14~ 24	K50.120.b	500	1200	50
4	Lt.25~32	K50.100.a	500	1000	45
5	Atap	K50.100.b	500	1000	40
6	Lt.2	KT30.30	300	300	30
7	Atap	KA40.50	400	500	30
8	Atap	K40.40	400	400	30

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

- d. Tebal Dinding Geser

Menurut SNI 2847-2013 Pasal 14.5.3.1 menyatakan bahwa tebal dinding geser tidak

boleh kurang dari 1/25 tinggi atau panjang bentang tertumpu, yang mana yang lebih pendek, atau tidak kurang dari 100 mm.

Desain dinding geser:

Tebal : 40cm

Tinggi : 530cm

Panjang : 190cm

Desain dinding geser harus mengikuti persyaratan berikut

- Tebal desain dinding $\geq H/25$, H adalah tinggi total dinding
- Tebal desain dinding $\geq L/25$, L adalah panjang total dinding
- Tebal desain dinding $\geq 140\text{mm}$

$$40\text{cm} \geq \frac{H}{25} = \frac{530}{25} = 21.2\text{cm}$$

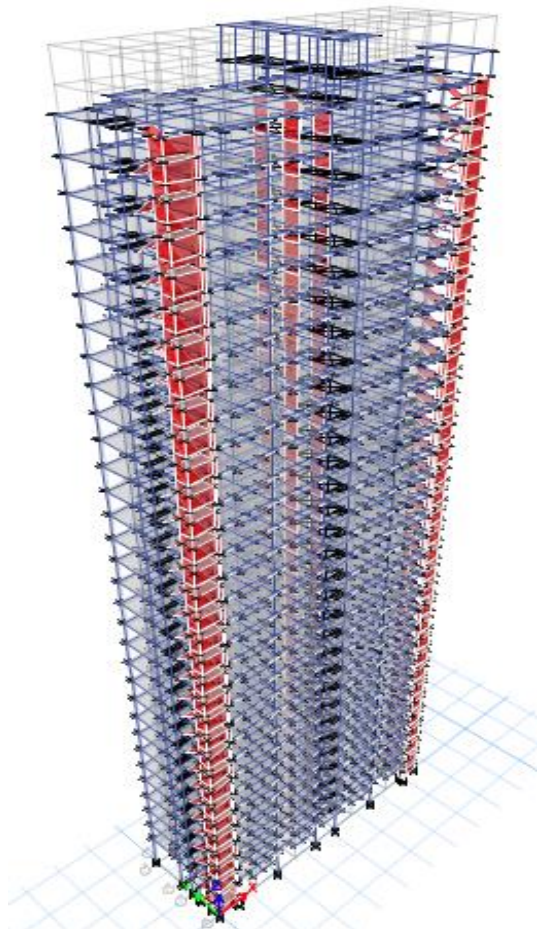
$$40\text{cm} \geq \frac{L}{25} = \frac{190}{25} = 7.6\text{cm}$$

$$40\text{cm} \geq 14\text{cm}$$

Desain telah memenuhi persyaratan, maka tebal dinding geser yang dipakai minimal 40 cm.

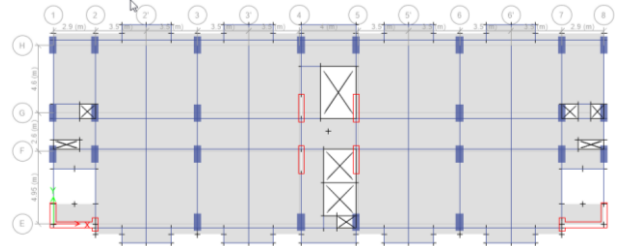
2. Permodelan Struktur

Struktur dimodelkan dalam 3D dengan bantuan program ETABS sebagai berikut:



Gambar 2 Model 3D Struktur Apartemen 32 Lantai

Sumber : Hasil Pengolahan ETABS (2022)



Gambar 3 Denah Tipikal Lantai 2 ~ 32

Sumber : Hasil Pengolahan ETABS (2022)

Berikut data tinggi antarlantai dan spesifikasi material yang digunakan:

Tabel 3 Tinggi Antarlantai

Lantai	Tinggi Antarlantai (m)
Lantai 1	5.30
Lantai 2 ~ 32	3.2
Lantai Atap	3.5

Sumber : Hasil Pengolahan Data Gambar (2022)

Tabel 4 Spesifikasi Material

Material	Mutu
Baja Tulangan	BjTS 420
Beton Pelat	fc' 30
Beton Balok	fc' 30
Beton Dinding Geser	fc' 30
Beton Kolom	
Lantai 1 ~ 24	fc' 50
Lantai 25 ~ 32	fc' 45
Lantai Atap	fc' 40

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

3. Pembebanan Struktur

a. Beban Gravitasi

Beban gravitasi meliputi beban struktur sendiri, beban mati tambahan, dan beban hidup. Beban mati tambahan dan beban hidup besarnya mengikuti fungsi bangunan.

Tabel 5 Pembebanan Gravitasi Lantai

Area	Fungsi	Tebal (mm)	Beban (kN/m ²)	
			SDL	LL
Lantai Ground	Toko	120	1.50	4.00
	Lobby/Koridor	120	1.50	5.00
	Fasilitas	120	1.50	5.00
	Tangga	120	2.00	5.00
Lantai 2~32	Lobby/Koridor	120	1.50	5.00
	Hunian	120	1.50	2.00
	Tangga	120	2.00	5.00
Lantai Atap	Atap	120	1.50	4.00
	Roof Tank	150	1.50	15.00

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

b. Beban Angin

Berdasarkan SNI 1727:2013 Pasal 26.6 ~ 10 didapatkan parameter-parameter dasar yang akan dimasukkan pada perhitungan beban angin dalam program bantu ETABS sebagai berikut:

Tabel 6 Parameter Dasar Beban Angin

Parameter	SNI 1727-2013	Nilai
Faktor arah angin, K_d	26.6	0.85
Kategori eksposur	26.7	B
Faktor topografi, K_z	26.8	1.00
Faktor Pengaruh Tiupan Angin, G	26.9	0.81
Klasifikasi Ketertutupan	29.10	Tertutup

Sumber : SNI 1727-2013

Kecepatan angin rata-rata di Surabaya adalah 5 ~ 30 kph. Untuk kecepatan angin dasar (V) yang dipakai sebagai parameter beban angin dalam perhitungan ETABS adalah 45 mph / 72.42 kph / 20.12 mps. Karena menurut BMKG kecepatan angin dikategorikan ekstrem yaitu di atas 50 kph yaitu apabila terjadi badai atau angin puting beliung.

Berdasarkan pembebanan angin dari program ETABS dan analisa sesuai Gambar 2.1 didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 7 Kasus Beban Angin Desain

Kasus	V_x (kN)	V_y (kN)
Kasus 1.1	-437.1533	0
Kasus 1.2	0	-1106.5278
Kasus 2.1	-327.8650	0
Kasus 2.2	-327.8650	0
Kasus 2.3	0	-829.8958
Kasus 2.4	0	-829.8958
Kasus 3.1	-327.8650	829.8958
Kasus 3.2	-327.8650	-829.8958
Kasus 4.1	-246.1173	622.9751
Kasus 4.2	-246.1173	622.9751
Kasus 4.3	-246.1173	-622.9751
Kasus 4.4	-246.1173	-622.9751

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

c. Beban Gempa

Lokasi apartemen yang berada di Surabaya pada koordinat lintang -7.285382795396716 dan bujur 112.63249428257438 parameter respon spektrum dari perhitungan aplikasi di http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia_2011/ didapatkan sebagai berikut:

Tabel 8 Parameter Respon Spektrum dengan Situs E

Variabel	Nilai
S_s	0.666
S_l	0.253
F_A	1.369
F_v	2.989
S_{MS}	0.911
S_{MI}	0.755
S_{DS}	0.607

S_{DI}	0.503
----------	-------

Sumber : Aplikasi Desain Spektra Indonesia Puskim (2011)

d. Kombinasi Pembebanan

Karena Surabaya bukan pada daerah berangin kencang, maka kombinasi beban gempa adalah kombinasi yang lebih menentukan. Berikut adalah kombinasi pembebanan yang diaplikasikan pada struktur tahan gempa, menurut SNI 1726:2012 Pasal 4.2.2:

Tabel 9 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi	DL + SDL	LL	WL	EQDx	EQDy
Comb U1	1.40				
Comb U2	1.20	1.60			
Comb U3	1.20	1.00	1.00		
Comb U4	1.32	1.00		1.30	0.39
Comb U5	1.32	1.00		1.30	-0.39
Comb U6	1.32	1.00		-1.30	0.39
Comb U7	1.32	1.00		-1.30	-0.39
Comb U8	1.32	1.00		0.39	1.30
Comb U9	1.32	1.00		0.39	-1.30
Comb U10	1.32	1.00		-0.39	1.30
Comb U11	1.32	1.00		-0.39	-1.30
Comb U12	1.02			1.30	0.39
Comb U13	1.02			1.30	-0.39
Comb U14	1.02			-1.30	0.39
Comb U15	1.02			-1.30	-0.39
Comb U16	1.02			0.39	1.30
Comb U17	1.02			0.39	-1.30
Comb U18	1.02			-0.39	1.30
Comb U19	1.02			-0.39	-1.30

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

4. Analisa Struktur

a. Partisipasi Massa

Tabel 10 Periode dan *Modal Participating Mass Ratio*

Mode	Period	UX	UY	RZ
1	3.735	0.759400	0.000900	0.008000
2	3.540	0.001000	0.713800	0.000001
3	2.910	0.006000	0.000005	0.735900
sampai dengan				
93	0.019	0.000003	0.000000	0.000100
94	0.019	0.000000	0.000000	0.000000
95	0.019	0.000000	0.000000	0.000000
Total		0.999811	0.998897	0.998516

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

b. Analisa Gempa

Berdasarkan pembebanan gempa statik dan dinamik dari program ETABS didapatkan hasil faktor skala sebagai berikut:

Tabel 11 Gaya Geser Dasar

Gaya Gempa	V_x (kN)	V_y (kN)
Statik	6956.847	6956.847
Statik 85%	5913.320	5913.320
Dinamik (Respon Spektrum)	3802.673	4138.977
Faktor Skala	1.555	1.429

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

Desain struktur bangunan menggunakan sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus

yang harus mampu menahan minimal 25% gaya gempa.

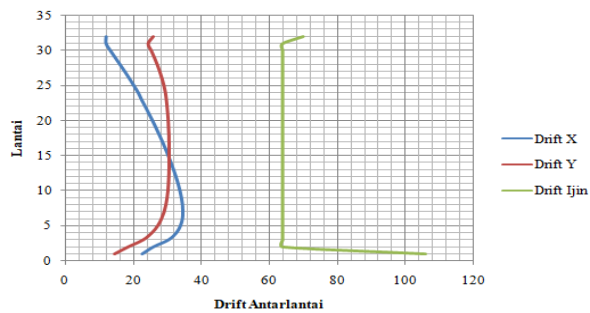
Tabel 12 Pengecekan Struktur Rangka Terhadap Gaya Gempa

Gaya Geser	DG (kN)	SRMP K (kN)	Desain (kN)	DG (kN)	SRMP K (kN)	Kontrol
Arah x	2446.94	1528.10	3975.04	61.56 %	38.44%	OK
Arah y	7362.68	2921.26	10283.94	71.59 %	28.41%	OK

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

c. Penentuan Simpangan Antar Lantai

Pengecekan batas simpangan antar lantai sebagai kontrol desain struktur yang mengacu pada SNI 1726:2012 Pasal 7.8.6 dan 7.12.1, seperti terlihat di grafik berikut:

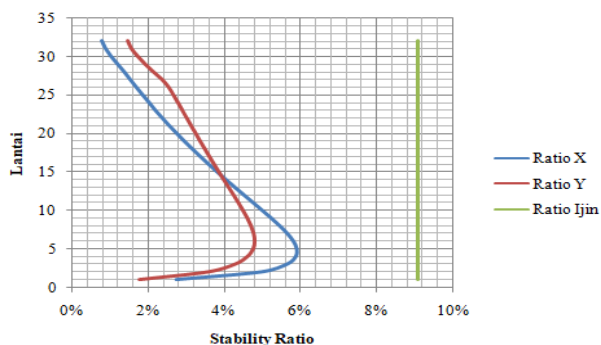


Gambar 4 Grafik Simpangan Antarlantai

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

d. Pengaruh P-Delta

Pengecekan efek P-Delta sebagai kontrol kestabilan struktur mengacu pada SNI 1726:2012 Pasal 7.8.7, seperti terlihat di grafik berikut:

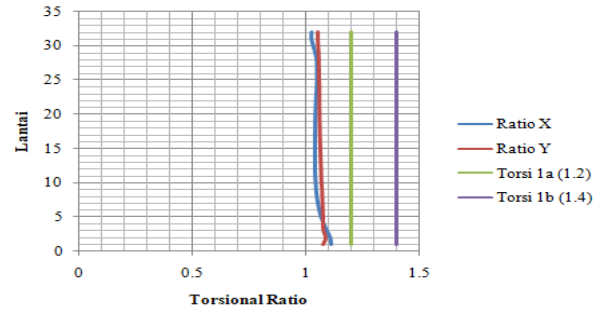


Gambar 5 Grafik Pengaruh P-Delta

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

e. Ketidakberaturan Struktur

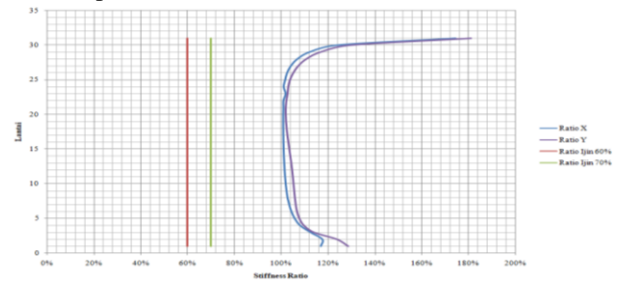
Pengecekan ketidakberaturan struktur horizontal tipe 1



Gambar 6 Grafik Ketidakteraturan Torsi

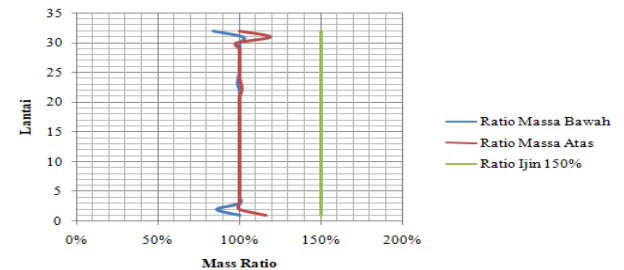
Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

Pengecekan ketidakberaturan struktur vertikal tipe 1, 2 & 5



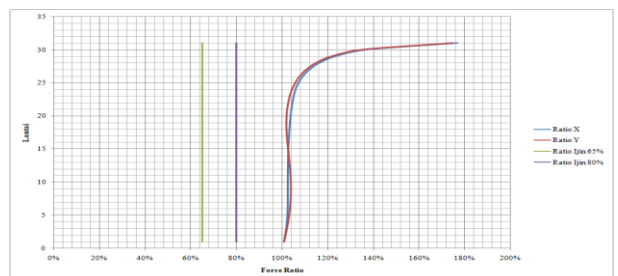
Gambar 7 Grafik Ketidakteraturan Tingkat Lunak

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)



Gambar 8 Grafik Ketidakteraturan Massa

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

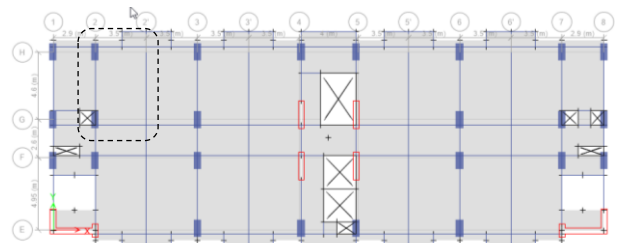


Gambar 9 Grafik Ketidakteraturan Kuat Lateral

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

5. Perencanaan Struktur Atas

a. Perencanaan Pelat Lantai

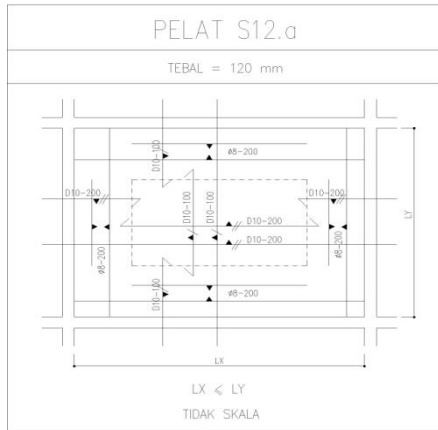


Gambar 10 Lokasi Pelat S12.a Lantai 3
Sumber : Hasil Pengolahan ETABS (2022)

Tabel 13 Hasil Perhitungan Penulangan Pelat Lantai Tipe S12.a

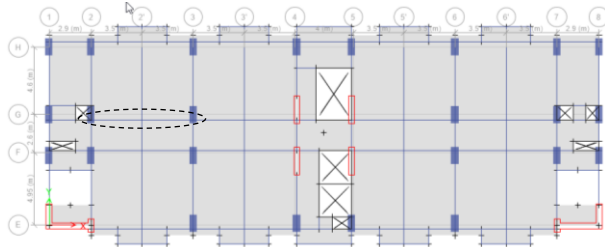
A Hasil Perhitungan Penulangan Pelat Lantai	
Kontrol Lendutan	OK
B Tulangan Arah X	
Tulangan Tumpuan Arah X	D10-200
Tulangan Lapangan Arah X	D10-200
Tulangan Susut Arah X	D8-200
C Tulangan Arah Y	
Tulangan Tumpuan Arah Y	D10-100
Tulangan Lapangan Arah Y	D10-100
Tulangan Susut Arah Y	D8-200

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)



Gambar 11 Penulangan Pelat Lantai Tipe S12.a
Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

b. Perencanaan Balok



Gambar 12 Lokasi Balok G45.60.a Lantai 3
Sumber : Hasil Pengolahan ETABS (2022)

Tabel 14 Hasil Perhitungan Penulangan Balok Tipe G45.60.a

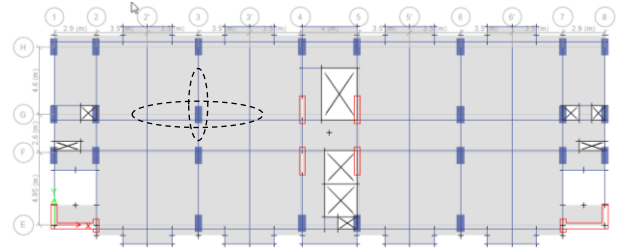
A Hasil Perhitungan Penulangan Balok SRPMK	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
B Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	6 D19
Longitudinal Tumpuan Pinggang	2 D10
Longitudinal Tumpuan Bawah	3 D19
Longitudinal Lapangan Atas	3 D19
Longitudinal Lapangan Pinggang	2 D10
Longitudinal Lapangan Bawah	3 D19
C Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	2D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

TIPE BALOK POSISI	G45.50.a	
	TUMPUAN	LAPANGAN
		
DIMENSI	450 x 600	450 x 600
TULANGAN ATAS	6 D19	3 D19
TULANGAN SAMPING	2 D10	2 D10
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19
SENGKANG	2 D13-100	2 D13-150

Gambar 13 Penulangan Balok Tipe G45.60.a
Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

c. Perencanaan Kolom

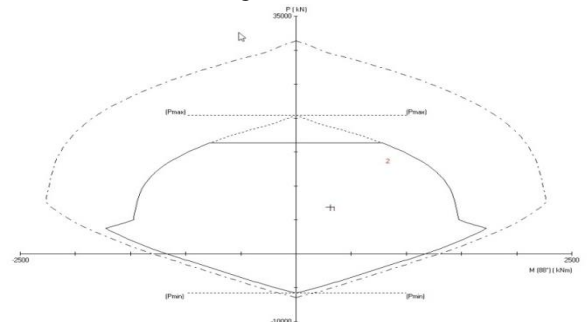


Gambar 14 Lokasi Kolom K50.120.a Lantai 3
Sumber : Hasil Pengolahan ETABS (2022)

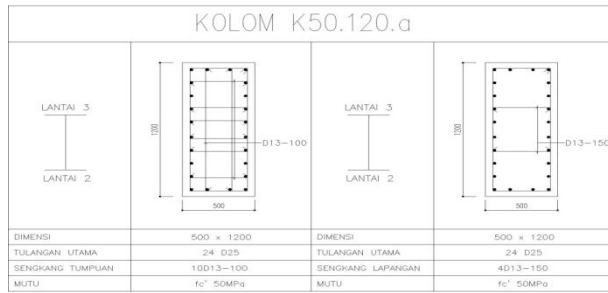
Tabel 15 Hasil Perhitungan Penulangan Kolom Tipe K50.120.a

A Hasil Perhitungan Penulangan Kolom SRPMK	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
B Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	24 D25
C Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	5D13-100
Sumbu Kuat	10D13-100
D Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	4D13-150
Sumbu Kuat	4D13-150

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

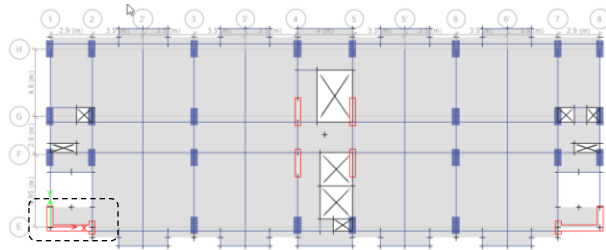


Gambar 15 Diagram Interaksi Kolom Tipe K50.120.a (*spColumn*)
Sumber : Hasil Pengolahan *spColumn* (2022)



Gambar 16 Penulangan Kolom Tipe K50.120.a
Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

d. Perencanaan Dinding Geser

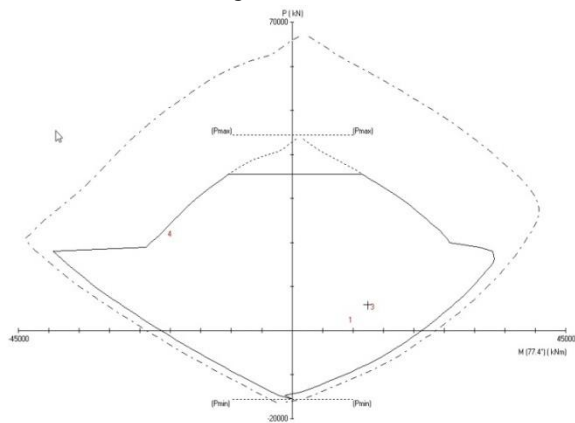


Gambar 17 Lokasi Dinding Geser P1.a Lantai 2
Sumber : Hasil Pengolahan ETABS (2022)

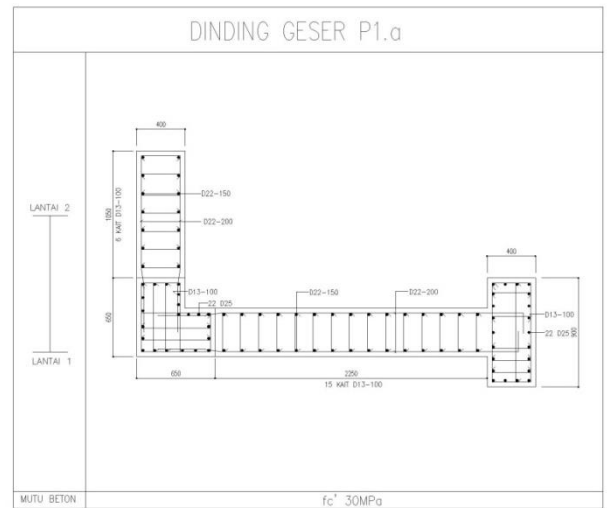
Tabel 16 Hasil Perhitungan Penulangan Dinding Geser Tipe P1.a

A Hasil Perhitungan Penulangan Dinding Geser DGBK	
Rasio Tulangan Kolom	OK
Rasio Tulangan Longitudinal Badan	OK
Rasio Tulangan Transversal Badan	OK
Kapasitas Geser	OK
B Elemen Batas Khusus (Displacement-Based)	
Perlu Elemen Batas Khusus?	Perlu
Panjang Elemen Batas Khusus (mm)	1320
Tinggi Elemen Batas Khusus (mm)	5300
C Elemen Batas Khusus (Strength-Based)	
Perlu Elemen Batas Khusus?	Perlu
Panjang Elemen Batas Khusus (mm)	1320
Tinggi Elemen Batas Khusus (mm)	4085
D Tulangan Kolom	
Longitudinal	22 D25
Transversal (Sejajar Lebar)	7 D13-100
Transversal (Sejajar Panjang)	3 D13-100
E Tulangan Badan	
Longitudinal	2 D22-150
Transversal	2 D22-200
Confinement EBK (Sejajar Lebar)	4 D13-100
Confinement EBK (Sejajar Panjang)	4 D13-100

Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)



Gambar 18 Diagram Interaksi Dinding Geser Tipe P1.a (*spColumn*)
Sumber : Hasil Pengolahan *spColumn* (2022)



Gambar 19 Penulangan Dinding Geser Tipe P1.a
Sumber : Hasil Pengolahan Data ETABS (2022)

KESIMPULAN

Hasil dari desain menggunakan program bantu ETABS 18.1.1 dengan peraturan-peraturan SNI Beton Struktural 2847:2013, SNI Pembebanan 1727:2013, dan SNI Gempa 1726:2012 pada elemen-elemen struktur yang ditinjau didapatkan sebagai berikut:

a. Pelat Lantai tipe S12.a

- Tulangan arah x
Tumpuan D10-200
Lapangan D10-200
Susut D8-200

- Tulangan arah y
Tumpuan D10-100
Lapangan D10-100
Susut D8-200

b. Balok tipe G45.60.a

- Tulangan longitudinal
Tumpuan Atas 6D19
Tumpuan Pinggang 2D10
Tumpuan Bawah 3D19
Lapangan Atas 3D19
Lapangan Pinggang 2D10
Lapangan Bawah 3D19
- Tulangan Transversal
Tumpuan 2D13-100
Lapangan 2D13-150

c. Kolom tipe K50.120.a

- Tulangan longitudinal 24D25
- Tulangan Transversal
Tumpuan 10D13-100
Lapangan 4D13-150

d. Dinding Geser tipe P1.a

- Tulangan Kolom
Longitudinal 22D25
Transversal 7D13-100

- Tulangan Badan
Longitudinal 2D22-150
Transversal 2D22-200
Confinement 4D13-100

SARAN

1. Penulangan pelat lantai lebih baik menggunakan program bantu SAFE, dikarenakan perbedaan deformasi kekakuan kolom dan dinding geser, sehingga momen pelat lantai disekitar dinding geser lebih besar daripada disekitar kolom, dengan analisis manual tidak bisa memperhitungkan hal tersebut.
2. Perencanaan struktur dalam tugas akhir ini kemungkinan masih terdapat dimensi penampang yang belum optimal. Dikarenakan membutuhkan waktu yang lama dan mengulang proses dari preliminary design, apabila memungkinkan ada waktu perlu optimalisasi dengan engineering judgement lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. 2011. *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI318-11)*, First Printing. Farmington Hills: ACI.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2012. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2013. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2013. Jakarta: BSN.
- Berita-Bisnis, 2016. *Ciputra Surya Rilis Cornell Apartment Surabaya*. <http://www.berita-bisnis.com/berita/4285--ciputra-surya-rilis-cornell-apartment-surabaya.html> (diakses 05 Desember 2019).
- Budiono, B. dkk. 2017. *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Momen Pimikul Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta*. Bandung: ITB.
- Fadli, M. H. 2015. *Aplikasi ETABS Pada Perancangan Gedung 15 Lantai dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Sistem Ganda Sebagai Penahan Beban Gempa Sesuai SNI 1726:2012*. Jakarta: E-Book.
- Imran, I. dan Hendrik, F. 2014. *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Imran, I. dan Zulkifli, E. 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Lewa, S. T. P. 2018. *Perancangan Struktur Atas Gedung Apartemen 10 Lantai di Jakarta Barat*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Nasution, A. 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Putra, Y. D. H. 2018. *Modifikasi Struktur Gedung Apartemen Lagoon Resort Tower A Bekasi dengan Menggunakan Sistem Ganda dan Balok Pratekan pada Lantai 18*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reza, A.M. 2021. *Balok - 2: Output Gaya Dalam ETABS dan Contoh Desain Balok SRPMK*. Tutorial. Dipublikasikan. Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=-DHS4mkCdp0>
- Reza, A.M. 2021. *Kolom - 2: Output Gaya Dalam ETABS dan Contoh Desain Kolom SRPMK*. Tutorial. Dipublikasikan. Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=FwM-Vve574U>
- Reza, A.M. 2021. *Dinding Geser - 2: Output Gaya Dalam ETABS dan Contoh Desain Dinding Geser*. Tutorial. Dipublikasikan. Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=j7-Z3cc0aSA>
- Undang Undang No. 16 Tahun 1985. *Tentang : Rumah Susun*. Jakarta: Presiden RI