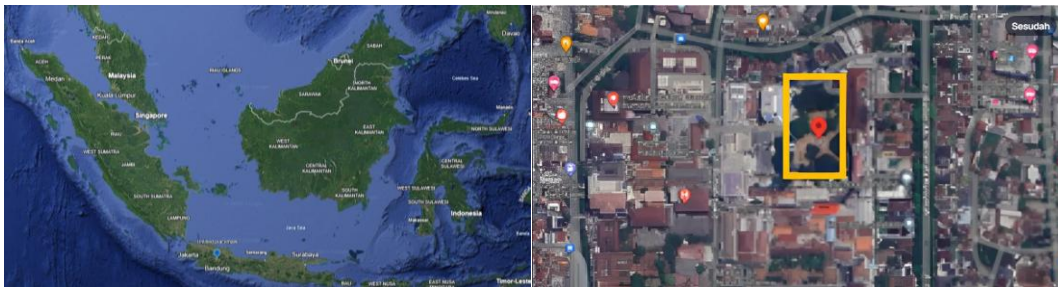


3 METODOLOGI

3.1 Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan gedung apartemen ini berlokasi di Pasteur, Kecamatan Sukajadi, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Lokasi ini merupakan hamparan tanah kosong di tengah perkotaan yang bertitik koordinat pada -6,89 Lintang Selatan dan 107,59. Bujur Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik dalam pengumpulan data pada penelitian ini tidak menggunakan data primer melainkan menggunakan data sekunder. Data yang digunakan berupa data lab tanah dan *Standart Penetration Test* (SPT) yang didapatkan dari PT. Pembangunan Perumahan dan PT Adhi Karya.

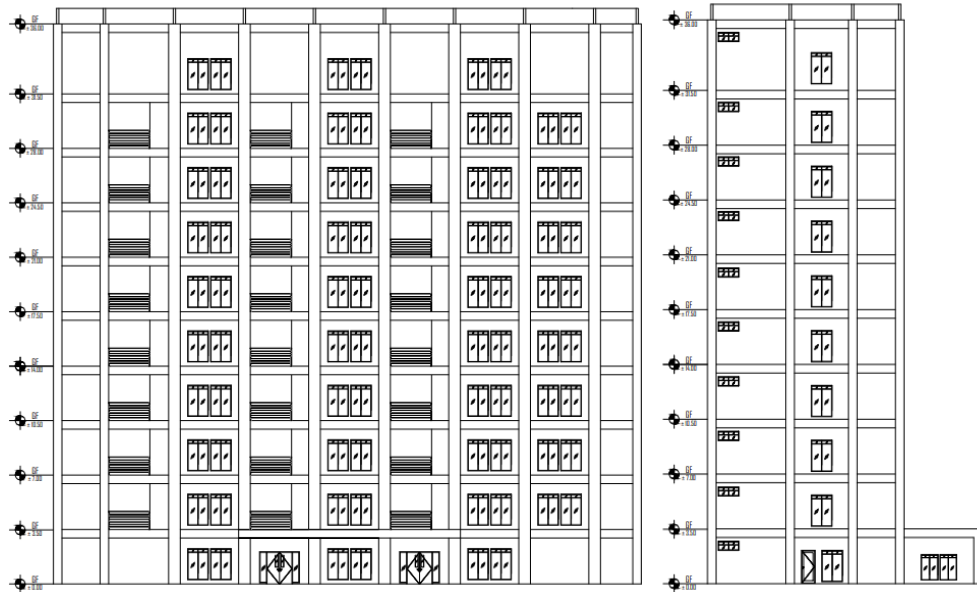
3.3 Teknik Analisis Data

3.3.1 Data Teknis

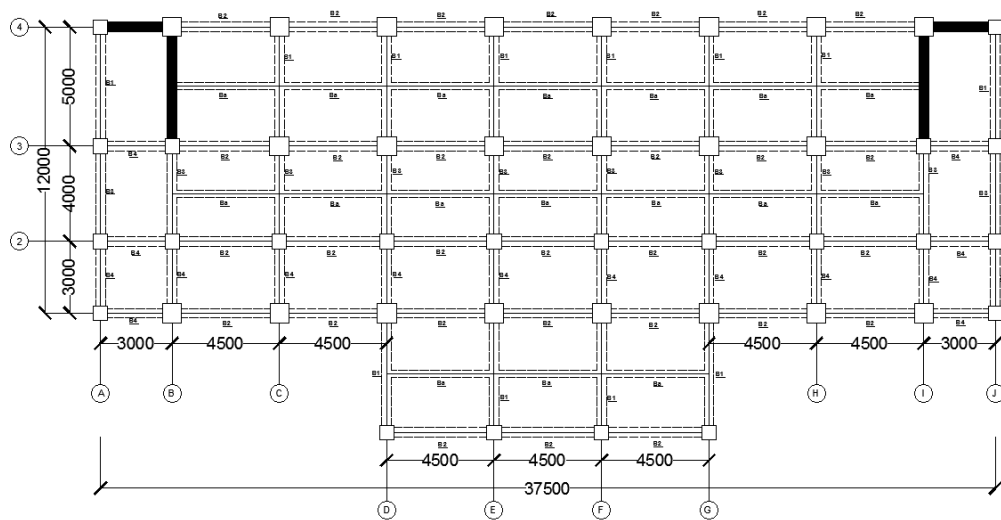
Tabel 3.1 Data Teknis Bangunan

Tipe Bangunan	:	Gedung Bertingkat Beton Bertulang dan Beton Prategang
Fungsi Bangunan	:	Apartemen
Tinggi Bangunan	:	36 m
Jumlah Lantai	:	10 Lantai
Ketinggian Lantai	:	Lt.1 – Lt.9 = 3,5 m dan Lt.10 = 4,5m

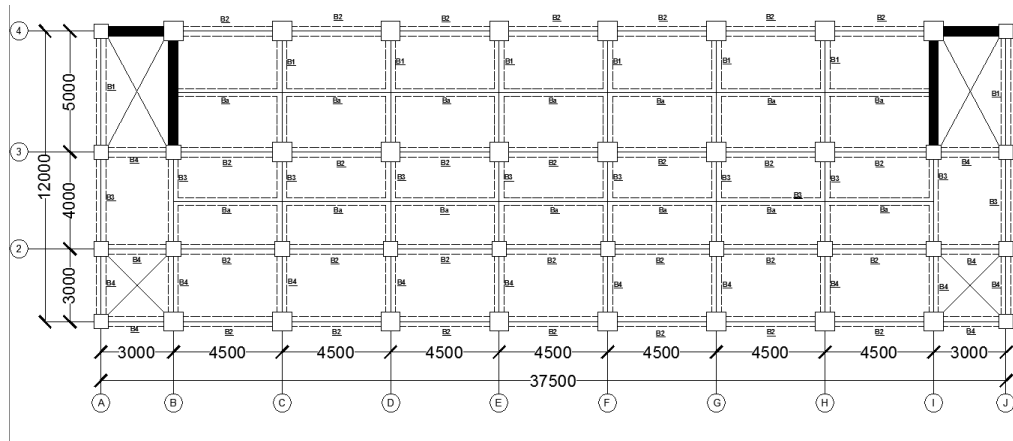
Luas Bangunan	: 504 m ²
---------------	----------------------



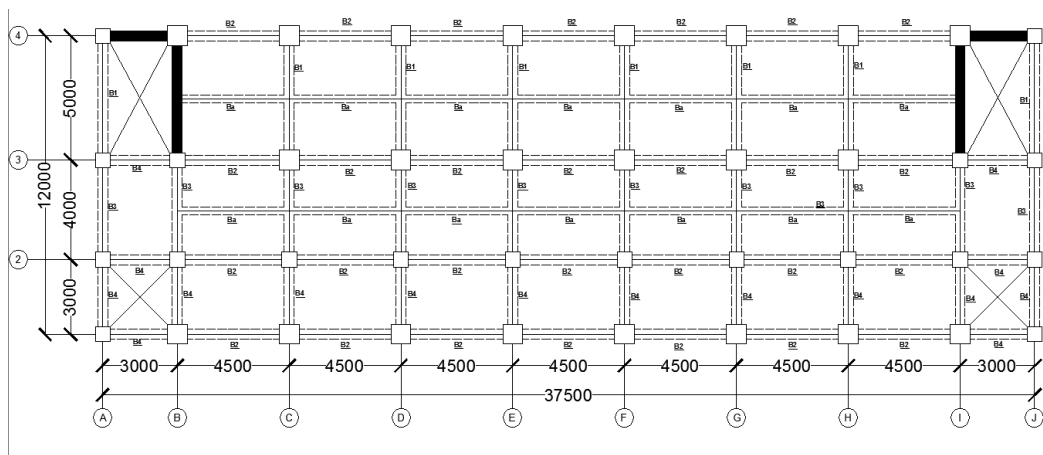
Gambar 3.1 Desain Rencana Bangunan Apartemen



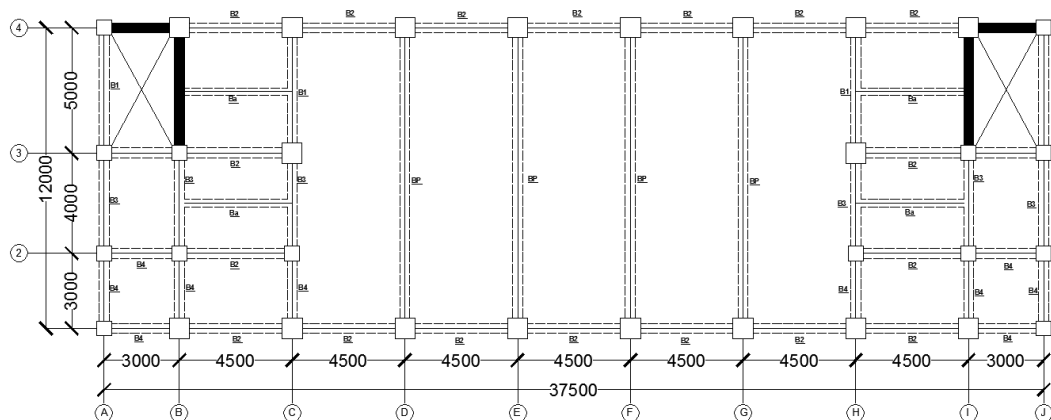
Gambar 3.2 Detail Struktur Lantai. 1



Gambar 3.3 Detail Struktur Lantai 2 - 5



Gambar 3.4 Detail Struktur Lantai 6 - 9



Gambar 3.5 Detail Struktur Lantai 10

3.3.1.1 Mutu Beton

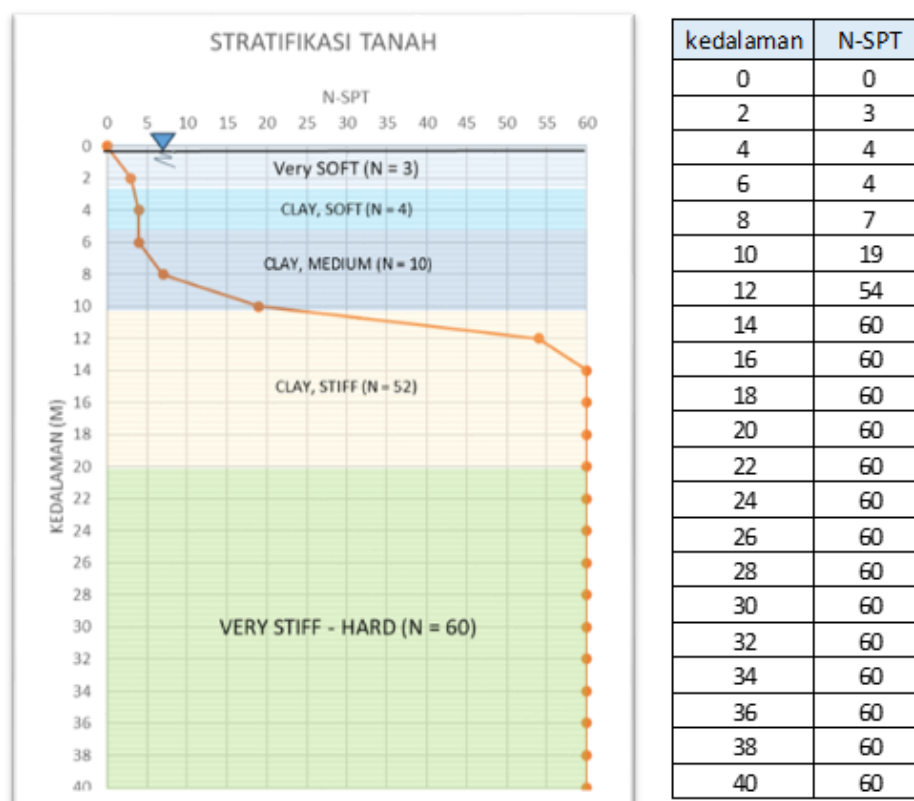
Mutu beton yang akan digunakan pada perencanaan gedung apartemen ini adalah $f'_c = 30$ MPa untuk struktur pelat, balok dan struktur arah horizontal non prategang. Struktur vertikal seperti kolom dan *shear wall* menggunakan mutu beton $f'_c = 35$ Mpa. Sedangkan untuk komponen prategang menggunakan mutu beton $f'_c = 40$ MPa.

3.3.1.2 Mutu Baja Tulangan

Mutu baja tulangan yang digunakan pada perencanaan gedung apartemen ini adalah BJTS-42 ($f_y = 420$ MPa) untuk tulangan lentur dan BJTP-28 ($f_y = 280$ MPa) untuk tulangan geser.

3.3.1.3 Data Tanah

Hasil pengujian di lapangan yang digunakan merupakan hasil penyelidikan tanah berupa *Standart Penetration Test* (SPT) pada dua titik pengeboran, dan pengujian sample tanah di laboratorium.



Gambar 3.6 Data Tanah Berupa Stratifikasi Tanah

Sedangkan untuk hasil pengeboran mesin dengan dua titik pengeboran didapatkan berdasarkan Tabel 3.2 untuk BH-1 dan Tabel 3.3 untuk BH-2.

Tabel 3.2 Jenis Tanah Berdasarkan Hasil Pengeboran BH-1

Kedalaman (m)			Jenis Tanah / Batuan
0,00	-	1,80	Timbunan, lempung, pasir kerikilan
1,80	-	6,00	Lempung ; coklat, plastisitas sedang, lunak
6,00	-	10,00	Lempung ; tersisip pasir halus, coklat muda. Lunak – agak teguh
10,00	-	14,10	Pasir ; kerikilan butiran halus, kasar, sebagian tersementasi, sangat padat
14,10	-	24,00	Pasir ; kerikilan butiran halus, kasar, sebagian tersementasi, sangat padat
24,00	-	27,60	Pasir ; kerikilan butiran halus, kasar, coklat kehitaman, sebagian tersementasi, sangat padat
27,60	-	32,00	Batu Pasir; abu-abu, butiran halus-kasar, sangat padat
32,00	-	40,00	Pasir Kerikilan; abu-abu, Kecoklatan, butiran halus-kasar, sangat padat

Tabel 3.3 Jenis Tanah Berdasarkan Hasil Pengeboran BH-2

Kedalaman (m)			Jenis Tanah / Batuan
0,00	-	0,60	Timbunan, lempung, pasir kerikilan
0,60	-	2,40	Lempung ; coklat, plastisitas sedang, lunak
2,40	-	9,00	Lempung ; tersisip pasir halus, coklat muda. Lunak – agak teguh
9,00	-	11,00	Pasir ; kerikilan butiran halus, kasar, sebagian tersementasi, sangat padat
11,00	-	22,00	Pasir ; kerikilan butiran halus, kasar, sebagian tersementasi, sangat padat
22,00	-	26,90	Pasir ; kerikilan butiran halus, kasar, coklat kehitaman, sebagian tersementasi, sangat padat
26,90	-	33,00	Batu Pasir; abu-abu, butiran halus-kasar, sangat padat

Kedalaman (m)			Jenis Tanah / Batuan
33,00	-	40,00	Pasir Kerikilan; abu-abu, Kecoklatan, butiran halus-kasar, sangat padat

3.3.2 Preliminary Design Struktur Non-Prategang

3.3.2.1 Preliminary Design Balok

Balok yang direncanakan pada gedung akan diaplikasikan sama dari Lt.1-10. Berikut ini merupakan perhitungan *preliminary design* perhitungan dimensi balok menggunakan mutu beton yang telah direncanakan.

1. Balok Induk B1

Jenis perletakan	= Perletakan Jepit-jepit
Panjang bentang	= 5000 mm
Tinggi minimum penampang	= $L/12 = 5000/12 = 416,6$
Rencana tinggi penampang	= 600 mm
Lebar penampang	= $h/1,5 = 600/1,5 = 400$ mm
Rencana lebar penampang	= 350 mm
Tinggi efektif balok (d)	= $h - t_s - \phi - D/2$
	= $600 - 40 - 10 (16/2)$
	= 480 mm

Syarat geometri :

- Bentang bersih balok (l_n) minimal $4d$
Diasumsikan untuk dimensi minimal kolom 500 x 500 mm, maka untuk bentang bersih balok adalah ;
 $l_n = 5000 - (600/2)(2) = 4400 \text{ mm} \geq 4d = 1920 \text{ mm}$ (**OK**)
- Lebar penampang balok tidak boleh lebih kecil dari $0,3h$ dan 250 mm.
 $b = 350 \geq (0,3h = 180 \text{ mm})$ dan 250 mm (**OK**)
- Proyeksi dari lebar balok yang melebihi kolom penumpu tidak boleh lebih besar dari nilai terkecil c_2 dan $0,75c_1$ pada masing-masing kolom.
 $b = 350 \leq (c_2 + \min \text{ dari } c_2 ; 0,75c_1)$
 $= 350 \leq (500 + \min 500 ; 375)$
 $= 350 \text{ mm} \leq 875 \text{ mm}$

Kemudian untuk perencanaan dimensi balok yang lainnya akan dilakukan dengan perhitungan yang sama. Maka dari itu Tabel 3.4 merupakan hasil rekapan dari perencanaan dimensi balok.

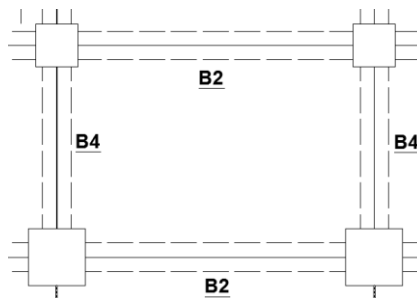
Tabel 3.4 *Preliminary Balok Non-Prategang*

Tipe	L	h_{min}	h_{desain}	$b = h/1,5$	b_{desain}	Kontrol (a,b,c)	Ket.
B1	5000	416	600	400	350	OK	BI
B2	4500	375	550	367	350	OK	BI
B3	4000	333	475	316	300	OK	BI
B4	3000	250	400	267	250	OK	BI
Ba	4500	250	300	200	200	OK	BA

3.3.2.2 Preliminary Design Pelat

Berdasarkan SNI 2847-2019 diatur mengenai *preliminary design* pelat, yaitu pada Pasal 7.3.1.1 untuk pelat satu arah dan Pasal 8.3.1.1 untuk pelat dua arah.

1. Pelat Dua Arah



Gambar 3.7 Detail Pemodelan Pelat Dua Arah

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang bersih arah x (Lx)} &= I_x - 0,5 (B_{4b} + B_{4b}) \\
 &= 4500 - 0,5 (200 + 200) \\
 &= 4300 \text{ mm} \\
 \text{Panjang bersih arah y (Ly)} &= I_y - 0,5 (B_{2b} + B_{2b}) \\
 &= 3000 - 0,5 (350 + 350)
 \end{aligned}$$

$$= 2650 \text{ mm}$$

$$\text{Rasio panjang bersih pelat } (\beta) = L_{\max}/L_{\min}$$

$$= 4150/2700$$

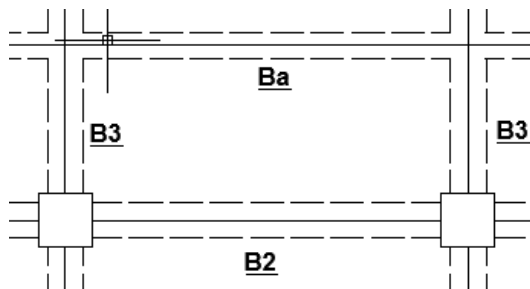
$$= 1,622 < 2 \text{ (pelat dua arah)}$$

Dikarenakan rasio panjang bersih pelat (β) < 2, maka $h_{\min}$ pelat dapat dihitung menggunakan rumus pada Tabel 2.6.

$$\begin{aligned} \text{Tebal minimum pelat } (h_{\min}) &= \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta} \\ &= \frac{4500(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9(1,622)} \\ &= 97,83 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka untuk tebal pelat rencana untuk pelat dua arah adalah sebesar 120 mm.

2. Pelat Satu Arah



Gambar 3.8 Detail Pemodelan Pelat Dua Arah

$$\begin{aligned} \text{Panjang bersih arah x } (L_x) &= I_x - 0,5 (B_{3b} + B_{3b}) \\ &= 4500 - 0,5 (300 + 300) \\ &= 4200 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang bersih arah y } (L_y) &= I_y - 0,5 (B_{ab} + B_{2b}) \\ &= 2000 - 0,5 (250 + 350) \\ &= 1700 \text{ mm} \end{aligned}$$

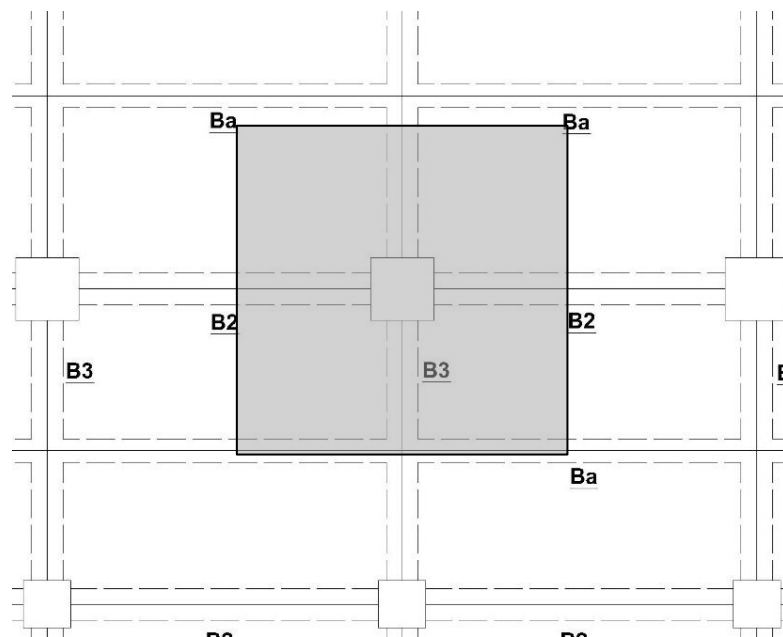
$$\begin{aligned}
 \text{Rasio panjang bersih pelat } (\beta) &= L_{\max}/L_{\min} \\
 &= 4150/2700 \\
 &= 2,47 > 2 \text{ (pelat satu arah)}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan rasio panjang bersih pelat (β) > 2 , maka $h_{\min}$ pelat dapat dihitung menggunakan rumus pada Tabel 2.6.

Diambil panjang terpendek yaitu sebesar 1700 mm, maka untuk tebal minimum pelat adalah $L/28 = 60,71$ mm. Akan tetapi, untuk keamanan maka untuk tebal pelat rencana untuk pelat satu arah adalah sebesar 120 mm.

3.3.2.3 Preliminary Design Kolom

Perencanaan *preliminary design* kolom, akan dipakai penginputan beban mati sesuai Lampiran C3.1 dan beban hidup sesuai Tabel 4.3-1 masing-masing terdapat dalam SNI 1727-2020. Semakin tinggi bangunan maka topangan kolom di bawah akan semakin besar dari kolom yang berada di atasnya. Oleh karena itu, dalam merencanakan dimensi kolom akan dibagi menjadi beberapa jenis kolom dengan dimensi yang berbeda.



Gambar 3.9 Area Tahanan Kolom

1. *Dead Load* (DL)
 - Berat jenis beton bertulang = 23,536 kN/m³
2. *Super Dead Load* (SDL)
 - Ducting* Mekanikal = 0,19 kN/m²
 - Plafond (papan serat akustik) = 0,05 kN/m²
 - Pipa air bersih dan air kotor = 0,10 kN/m²
 - Instalasi listrik = 0,10 kN/m²
 - Lapisan *waterproffing* = 0,05 kN/m²
 - Penggantung langit-langit material baja = 0,10 kN/m²
 - Finishing* (keramik), 1,9 cm diatas mortar 2,5 mm = 1,10 kN/m²
3. *Live Load* (LL)
 - Ruang publik = 4,79 kN/m²
 - Semua ruang kecuali tangga = 1,92 kN/m²
 - Atap dak = 0,96 kN/m²

Kemudian dihitung berat beban yang dipikul pada kolom dengan distribusi beban pada daerah pelat yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.5 Distribusi Beban Mati Pelat Lantai 1-9

Komponen Beban	P (m)	l (m)	t (m)	Berat Jenis (kN/m ³)	n	Berat (kN)
Lantai 1-9						
<i>Dead Load</i> (DL)						
Pelat lantai (S)	4.5	4.5	0.12	23.536	1	57.1925
Balok B1	2.5	0.35	0.6	23.536	1	12.3564
Balok B2	4.5	0.35	0.55	23.536	1	20.3881
Balok B3	2	0.3	0.4	23.536	1	5.64864
Balok Ba	4.5	0.25	0.3	23.536	1	7.9434
<i>Super Dead Load</i> (SDL)						
<i>Ducting</i> Mekanikal	4.5	4.5		0.19	1	3.8475
Plafond (papan serat akustik)	4.5	4.5		0.05	1	1.0125

Komponen Beban	P (m)	l (m)	t (m)	Berat Jenis (kN/m ³)	n	Berat (kN)
Pipa air bersih dan air kotor	4.5	4.5		0.1	1	2.025
Instalasi listrik	4.5	4.5		0.1	1	2.025
Penggantung langit-langit material baja	4.5	4.5		0.1	1	2.025
<i>Finishing</i> (keramik)	4.5	4.5		1.1	1	22.275
Total						136.739

Tabel 3.6 Distribusi Beban Mati Pelat Lantai Atap

Komponen Beban	P (m)	l (m)	t (m)	Berat Jenis (kN/m ³)	n	Berat (kN)
Lantai Atap						
<i>Dead Load</i> (DL)						
Pelat lantai (S1)	4.5	4.5	0.1	23.536	1	47.6604
Pelat lantai (S2)	2.5	2.25	0.15	23.536	1	19.8585
Balok B1	2.5	0.35	0.6	23.536	1	12.3564
Balok B2	4.5	0.35	0.55	23.536	1	20.3881
Balok B3	2	0.3	0.4	23.536	1	5.64864
Balok Ba	2.25	0.25	0.3	23.536	2	7.9434
<i>Super Dead Load</i> (SDL)						
<i>Ducting</i> Mekanikal	4.5	4.5		0.19	1	3.8475
Plafond (papan serat akustik)	4.5	4.5		0.05	1	1.0125
Pipa air bersih dan air kotor	4.5	4.5		0.1	1	2.025
Instalasi listrik	4.5	4.5		0.1	1	2.025
Penggantung langit-langit material baja	4.5	4.5		0.1	1	2.025
<i>Waterproofing</i> (keramik)	4.5	4.5		0.05	1	1.0125
Total						125.803

Tabel 3.7 Distribusi Beban Hidup Pelat Tiap Lantai

Komponen Beban	P (m)	l (m)	t (m)	Berat Jenis (kN/m ³)	Jumlah	Berat (kN)
Lantai 1-9						
<i>Live Load</i> (DL)						
Pelat lantai (S1)						
Partisi	4.5	4.5		0.72	1	14.58
Ruang Publik	4.5	4.5		1.92	1	38.88
Semua Ruang Kecuali Tangga	4.5	4.5		4.79	1	969.975
Total						150.458
Lantai Atap						
<i>Live Load</i> (DL)						
Pelat lantai (S1 dan S2)						
Atap (dak)	4.5	4.5		0.96	1	19.44
Genangan Air (1cm)	4.5	4.5	0.01	9.7	1	196.425
Tandon Air Kosong				1.15	1	1.15
Tota Berat Air Kap.5100ltr				50.01	1	50.01
Total						725.643

Tabel 3.8 Kombinasi Beban Tiap Lantai

Lantai	DL + SDL (kN)	LL (kN)	1,2DL + 1,2SDL 1,6LL (kN)	Kumulatif (kN)
Atap	125.8029	72.56425	267.06628	
9	136.73898	150.4575	404.818776	267.06628
8	136.73898	150.4575	404.818776	671.885056
7	136.73898	150.4575	404.818776	1076.703832
6	136.73898	150.4575	404.818776	1481.522608
5	136.73898	150.4575	404.818776	1886.341384
4	136.73898	150.4575	404.818776	2291.16016

Lantai	DL + SDL (kN)	LL (kN)	1,2DL + 1,2SDL 1,6LL (kN)	Kumulatif (kN)
3	136.73898	150.4575	404.818776	2695.978936
2	136.73898	150.4575	404.818776	3100.797712
1	136.73898	150.4575	404.818776	3505.616488
GF				3910.435264

Tabel 3.9 Perhitungan *Preliminary Design* Kolom K1

Kolom Lantai	PU	$A = P_u / 0.3f'_c$	Sisi Kolom Rencana (mm)		Sisi Kolom Pakai (mm)		Kontrol Syarat Geometri
	N	mm ²	P	l	p	l	
10	267066.28	25434.88	159	159	650	650	$p/l > 0.4$
9	671885.06	63989.05	253	253			OK
8	1076703.8	102543.2	320	320			$p,l > 300$
7	1481522.6	141097.3	376	376			OK
6	1886341.4	179651.56	424	424			
5	2291160.2	218205.73	467	467	750	750	$p/l > 0.4$
4	2695978.9	256759.89	507	507			OK
3	3100797.7	295314.06	543	543			$p,l > 300$
2	3505616.5	333868.23	578	578			OK
L	3910435.3	372422.40	600	600			

Setelah didapatkan sampel perhitungan kolom K1, selanjutnya menghitung dimensi kolom K2 dengan perhitunga yang sama. Maka didapatkan dimensi masing-masing kolom pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Rekapitulasi *Preliminary* Dimensi Kolom

Tipe Kolom	LT.1 - LT 5		LT.6 - LT 10	
	p	L	p	L
K1	750	750	650	650
			750	750

Tipe Kolom	LT.1 - LT 5		LT.6 - LT 10	
	p	L	p	L
K2	650	650	500	500

3.3.2.4 Preliminary Design Shear Wall

Dimensi *shear wall* untuk tinggi akan mengikuti ketinggian setiap lantai. Sedangkan untuk ketebalan direncanakan sebesar 350 mm. Hal ini sudah memenuhi batas minimum ketebalan *shearwall*.

3.3.2.5 Preliminary Design Tangga

Tangga yang digunakan merupakan tipe U dengan luasan area yang digunakan adalah $\pm 11 \text{ m}^2$. Adapun untuk perencanaan dimensi tangga akan ditentukan sebagai berikut:

Tinggi antar lantai (ΔH_r) = 350 cm

Panjang area horizonral tangga (P) = 415 cm

Lebar area tangga (L) = 270 cm

Jarak antar jalur tangga (L_j) = 30 cm

Lebar satu jalur tangga (L_l) = 120 cm

Lebar injakan (a) = 30 cm

Tinggi injakan (s) = 17 cm

Tebal Pelat Bordes = 15 cm

Kontrol desain :

Ukuran langkah ($2s + a = 60 - 65$) = 64 **OK!**

Keamanan ($s + a = \pm 46$) = 47 **OK!**

Kenyamanan ($a - s = \pm 12$) = 13 **OK!**

Tinggi Bordes (hb) = 175 cm

Panjang tangga tanpa bordes (P_1) = $(a/s) \cdot hb = 309 \text{ cm}$

$$\text{Lebar bordes} = P - P1 = 106 \text{ cm}$$

Jumlah anak tangga jalur pertama dan jalur kedua :

$$\text{Jumlah } \textit{oprtrade} (s) \text{ h/s} = 10,29 \text{ Tanjakan}$$

$$\text{Jumlah } \textit{antrade} (a) \text{ s -1} = 9,29 \text{ injakan}$$

$$\text{Jumlah anak tangga dipakai (n1)} = 10 \text{ anak tangga}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal Pelat Anak Tangga} &= (0,5 \times a \times s \times n1) / P1 \\ &= 23,25 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah total anak tangga seluruhnya = 20 buah anak tangga

Jumlah anak tangga dengan sistem pembulatan, membuat dimensi tangga berubah. Oleh karena itu, dimensi tangga dihitung kembali yaitu sebagai berikut:

$$\text{Panjang tangga horizontal (P1)} = n1 \cdot a = 300 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar bordes (Lb)} = P - P1 = 115 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang pelat miring (pm)} &= \sqrt{P1^2 + hb^2} \\ &= 347,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang pelat (Pp)} = Pm + Lb = 462,3 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{K emiringan tangga } (\alpha) &= \text{atan } (s/a) \\ &= 29,51^\circ \end{aligned}$$

$$= 25^\circ \leq 29,51^\circ \leq 30^\circ \text{ (Aman!)}$$

3.3.3 Preliminary Design Struktur Prategang

3.3.3.1 Preliminary Design Balok Prategang

Dimensi balok prategang sesuai dengan bentang yang telah direncanakan yaitu sepanjang 1200 cm. Dimana dalam menentukan dimensi akan menggunakan persamaan (2.90) untuk tinggi dan persamaan (2.91) untuk lebar.

$$h_{\min} = \frac{1}{20} L = \frac{1}{20} (1200) = 60 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} (60) = 40 \text{ cm}$$

Sehingga didapatkan dimensi balok prategang yang akan dipakai dalam perencanaan yaitu sebesar 40 cm untuk lebar dan 60 cm untuk tinggi.

3.3.3.2 Preliminary Design Tendon Prategang

Tendon prategang direncanakan berdasarkan spesifikasi yang diambil dari Tabel 3.11 VSL dengan data sebagai berikut :

Tipe Kabel = ASTM A 416 *Seven Wire Strand*

Diameter = 12,7 mm

Luas Penampang = 100 mm²

Breaking Load Min = 184 kN = 184000 N

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 18.5.1 mengenai tegangan izin baja prategang diambil nilai terkecil dari $0,94f_{py}$, $0,80f_{pu}$, dan $0,7f_{pu}$. Dimana f_{py} merupakan kuat leleh baja dan f_{pu} merupakan kuat tarik baja. Oleh karena itu, nilai f_{pu} dan f_{py} dicari terlebih dahulu dengan perhitungan sebagai berikut.

$$f_{pu} = \frac{\text{Breaking Load Minimum}}{\text{Luas Penampang}}$$

$$f_{pu} = \frac{184000}{100} = 1840 \text{ Mpa}$$

Kemudian selanjutnya, berdasarkan ACI 318-08 R.18.5.1 nilai dari f_{py} diambil sebesar $0,9f_{pu}$.

$$f_{py} = 0,9f_{pu} = 0,9(1840) = 1656 \text{ Mpa}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan tegangan izin tendon prategang yaitu :

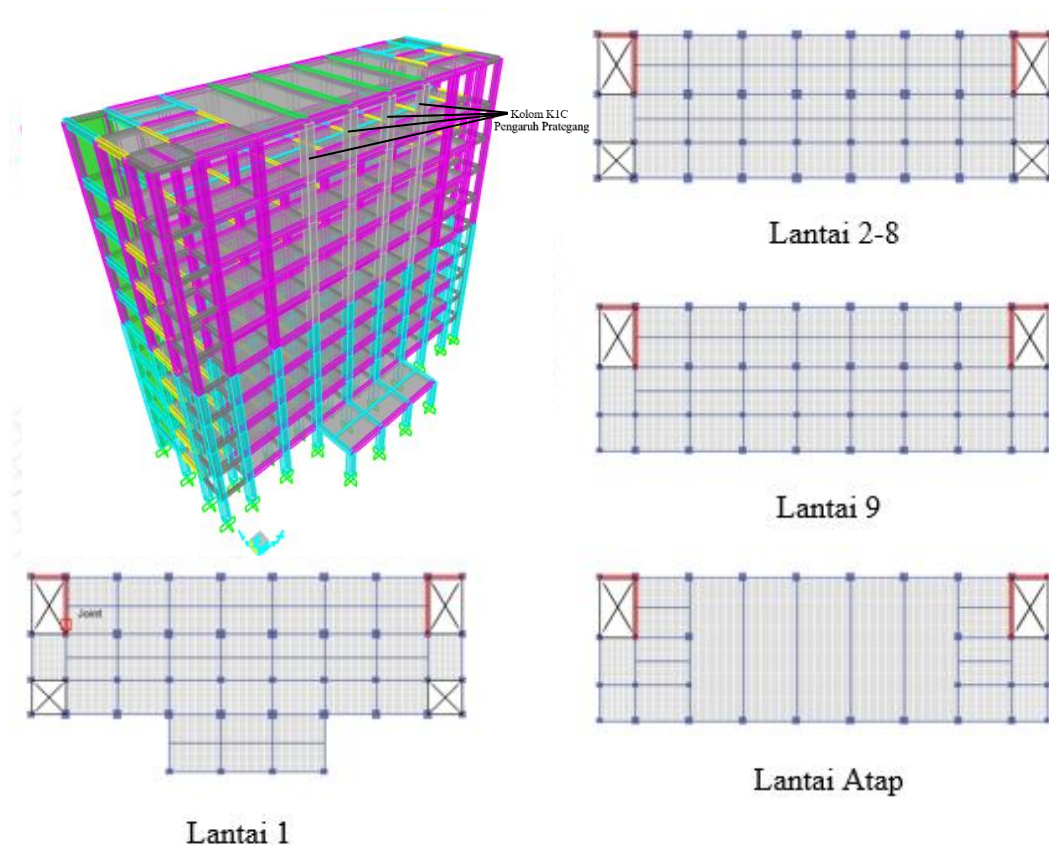
$$0,94f_{py} = 0,94(1656) = 1556,64 \text{ Mpa}$$

$$0,80f_{pu} = 0,80(1656) = 1324,8 \text{ Mpa}$$

$$0,70f_{pu} = 0,70(1656) = 1159,2 \text{ Mpa} \quad \textbf{(Terpilih)}$$

Karena nilai tegangan izin sudah didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah strand. Akan tetapi, menghitung jumlah strand memerlukan nilai gaya prategang yang akan dihitung pada pembahasan selanjutnya.

3.3.4 Pemodelan Struktur



Gambar 3.10 Pemodelan Struktur Menggunakan *Software* SAP2000

3.3.5 Perencanaan Pembebanan

3.3.5.1 Dead Load (DL)

Beban mati merupakan beban yang dimiliki oleh strukturnya itu sendiri. Oleh karena itu, beban berat sendiri dari strukturnya akan dihitung oleh *software* SAP2000 dengan berat jenis beton sebesar $23,536 \text{ kN/m}^3$.

3.3.5.2 Super Dead Load (SDL)

Beban mati tambahan yang akan diinputkan terlebih dahulu adalah beban dinding yang diaplikasikan pada balok dalam bentuk beban merata. Perhitungan

dalam menentukan beban dinding hanya diambil satu sebagai sampel perhitungan yang sama.

Beban dinding = $0,94 \text{ kN/m}^2$ (SNI 1727:2020:Lampiran C3.1)

Plesteran dua sisi = $0,48 \text{ kN/m}^2$ (SNI 1727:2020:Lampiran C3.1)

Total beban (q) = $0,94 + 0,48 = 1,42 \text{ kN/m}^2$

Tinggi antar lantai = 3,5m

Beban dinding pada B1 ;

Tinggi balok B1 (hb) = 0,6m

Tinggi dinding (hd) = $h - hb = 2,9\text{m}$

Beban dinding (qd) = $q \cdot hd = 4,1 \text{ kN/m}$

Beban dinding parapet = $1,5 \times 1,42$
= $2,13 \text{ kN/m}$

Kemudian selain beban dinding ada beberapa partisi lainnya yang dijadikan beban mati tambahan yaitu tertera pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Beban Mati Tambahan per m² pada Pelat Lantai 1-9

No	Jenis Beban	Berat kN/m ²	Keterangan
1	Instalasi Listrik	0,10	Lesmana,2020
2	Plafond	0,05	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
3	<i>Finishing</i> keramik	1,10	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
4	<i>Ducting</i> mekanikal (ventilasi udara)	0,19	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
5	Penggantung langit-langit (material baja)	0,10	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
6	Pipa air bersih dan kotor	0,10	Lesmana,2020
Total		1,64	

Tabel 3.12 Beban Mati Tambahan per m² pada Pelat Atap

No	Jenis Beban	Berat kN/m ²	Keterangan
1	Instalasi Listrik	0,10	Lesmana,2020
2	Plafond	0,05	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
3	<i>Lapisan waterproofing (membranes liquid applied)</i>	0,05	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
4	<i>Ducting mekanikal (ventilasi udara)</i>	0,19	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
5	Penggantung langit- langit (material baja)	0,10	SNI 1727:2020:Lampiran C3.1
6	Pipa air bersih dan kotor	0,10	Lesmana,2020
Total		0,59	

3.3.5.3 Live Load (LL)

Beban hidup yang diaplikasikan pada perencanaan gedung apartemen ini berupa beban yang diinputkan pada pelat yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.13 Beban Hidup

No	Jenis Beban	Berat kN/m ²	Keterangan
1	Atap untuk Berkumpul	4,79	SNI 1727:2020
2	Partisi	0,72	SNI 1727:2020
3	Semua ruang kecuali tangga	1,92	SNI 1727:2020
4	Atap dak	0,96	SNI 1727:2020
5	Air hujan	0,10	SNI 1727:2020
6	Tandon air dalam keadaan kosong	1,15	Katalog Penguin
	Total air tandon	9,58	

No	Jenis Beban	Berat kN/m ²	Keterangan
	Berat total tandon air	10,73	

Berdasarkan tabel di atas, maka untuk beban atap yang masih bersifat terpisah dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total beban atap} &= \text{atap untuk berkumpul} + \text{air hujan} \\
 &= 4,79 + 0,10 \\
 &= 4,89 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas area pelat 1 tandon} = 2,5 \times 3 = 7,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Total beban atap dengan tandon} = (10,73/9) + 1,06 = 2,49 \text{ kN/m}^2$$

3.3.5.4 Wind Load (W)

Berdasarkan pedoman pada SNI 1727-2020 mengenai beban angin SPGAU parameter yang didapatkan adalah sebagai berikut.

- Berdasarkan tabel 1.5 – 1 yang menjelaskan factor risiko bangunan karena beban angin. Bahwa untuk Gedung apartemen merupakan Gedung dengan factor risiko tinggi yang termasuk ke dalam kategori III.
- Kecepatan angin dasar sebesar $v = 32 \text{ m/s}$ yang diambil dari Peta Angin Indonesia
- Faktor arah angin, $K_d = 0,85$
- Kategori eksposur termasuk ke dalam kategori B karena berada di perkotaan
- Faktor topografi, $K_{zt} = 1$
- Faktor elevasi permukaan tanah, $K_t = 1$
- Faktor efek hembusan angin, $G = 0,85$
- Koefisien tekanan internal, $G_{Cpi} = -0,18$
- Koefisien tekanan eksposur kecepatan angin,

$$K_z = 2,01(z/z_g)^{2/a} = 1,04$$

Tekanan kecepatan, q_z :

$$q_z = 0,613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_e \cdot K_d \cdot V^2 = 490 \text{ N/m}^2$$

3.3.5.5 Eartquake Load (E)

Beban gempa yang direncanakan mengacu pada SNI 1726-2019 dengan beberapa data perencanaan sebagai berikut.

1. Data Perencanaan

Lokasi	= Bandung
Lintang Selatan (SL)	= -6,89806
Bujur Timur (BT)	= 107,59833
Kategori risiko bangunan	= II
Faktor keutamaan gempa	= 1
Percepatan batuan dasar periode 0,2 dt (Ss)	= 0,6740
Percepatan batuan dasar periode 1,0 dt (S1)	= 0,3390

2. Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs yang didapatkan berdasarkan hasil pengujian Nspt dilapangan dapat dihitung dengan Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Pengolahan Data Tanah untuk Klasifikasi Situs

Lapis	NSPT	h (m)	Ti (m)	N=Ti/NSPT	ΣN	$N = \Sigma Ti / \Sigma N$	Situs
0	0	0	0	0,00	2,56	15,62	SD
1	3	2	2	0,67			
2	4	4	2	0,50			
3	4	6	2	0,50			
4	7	8	2	0,29			
5	19	10	2	0,11			
6	54	12	2	0,04			
7	60	14	2	0,03			
8	60	16	2	0,03			
9	60	18	2	0,03			
10	60	20	2	0,03			
11	60	22	2	0,03			
12	60	24	2	0,03			
13	60	26	2	0,03			
14	60	28	2	0,03			

Lapis	NSPT	h (m)	Ti (m)	N=Ti/NSPT	ΣN	N = ΣTi/ΣN	Situs
15	60	30	2	0,03			
16	60	32	2	0,03			
17	60	34	2	0,03			
18	60	36	2	0,03			
19	60	38	2	0,03			
20	60	40	2	0,03			
Total			40	2,56			

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka jenis klasifikasi tanah yang didapatkan adalah tanah sedang. Kemudian didapatkan koefisien situs yang telah dihitung menggunakan rumus interpolasi pada *Microsoft Exel* didapat nilai sebagai berikut.

$$Fa = \frac{(0,6740 - 0,5)}{(0,75 - 0,5)} = \frac{(Fa - 1,4)}{(1,2 - 1,4)}$$

$$Fa = 1,26 \text{ (periode pendek 0,2 det)}$$

$$Fv = \frac{(0,3390 - 0,3)}{(0,4 - 0,3)} = \frac{(Fa - 2)}{(1,9 - 2)}$$

$$Fv = 1,96 \text{ (periode panjang 1 det)}$$

3. Percepatan Gempa Maksimum

$$\text{Respon percepatan periode pendek} = Fa.Ss = 0,8498 \text{ g (Sms)}$$

$$\text{Respon percepatan periode panjang} = Fv.S1 = 0,6648 \text{ g (Sm}_1\text{)}$$

4. Gempa Desain Struktur

$$\text{Periode ulang gempa} = 2/3 \text{ (2500 tahun)}$$

$$\text{Spektral percepatan periode pendek} = 2/3.Sms = 0,5665 \text{ g (S}_{DS}\text{)}$$

$$\text{Spektral percepatan periode panjang} = 2/3.Sm_1 = 0,4432 \text{ g (S}_{D1}\text{)}$$

5. Periode Getar Struktur

$$T_0 = 0,2 (S_{D1}/S_{DS}) = 0,156 \text{ det}$$

$$T_s = S_{D1}/S_{DS} = 0,782 \text{ det}$$

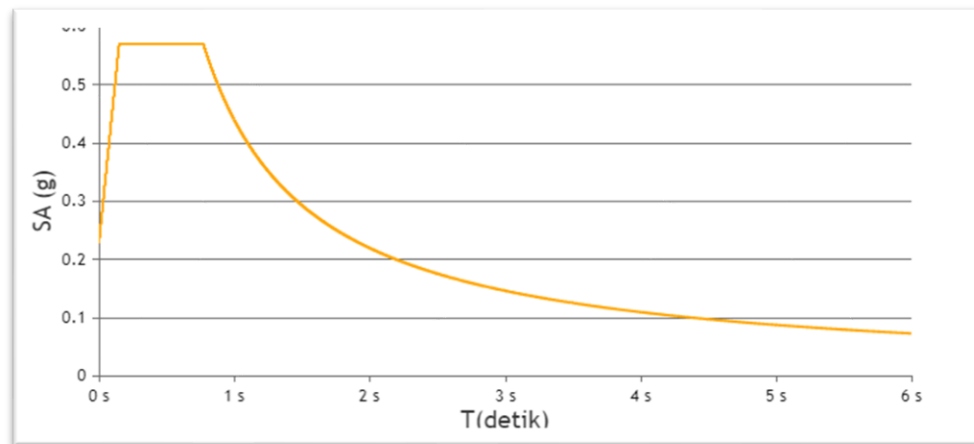
$$\text{Periode panjang (T}_1\text{)} = 20 \text{ det}$$

6. Respon Spektrum Desain

$$\text{Untuk } T_1 < T_0 \quad Sa = S_{DS} (0,4 + 0,6(T/T_0))$$

$$\text{Untuk } T = T_0 \quad Sa = S_{DS}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } T_s < T < T_L & \quad S_a = S_{D1}/T \\ \text{Untuk } T > T_L & \quad S_a = S_{D1} \cdot T_L/T^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.11 Respon Spektrum Desain

Berdasarkan tabel kategori desain seismik S_{DS} sab S_{D1} maka risiko termasuk klasifikasi D.

7. Sistem Struktur Berdasarkan KDS

Mengacu pada SNI 2847-2019 mengenai sistem struktur dalam KDS kategori D, E dan F adalah sebagai berikut.

Koefisien modifikasi respon	= 7
Faktor kuat lebih sistem	= 2,5
Faktor pembesaran defleksi	= 5,5
Skala faktor (g.I/R)	= 1400,9 mm/sec ²

3.3.6 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan ultimit yang digunakan dalam perencanaan struktur gedung apartemen di Bandung ini sesuai SNI 1726-2019 yaitu sebagai berikut.

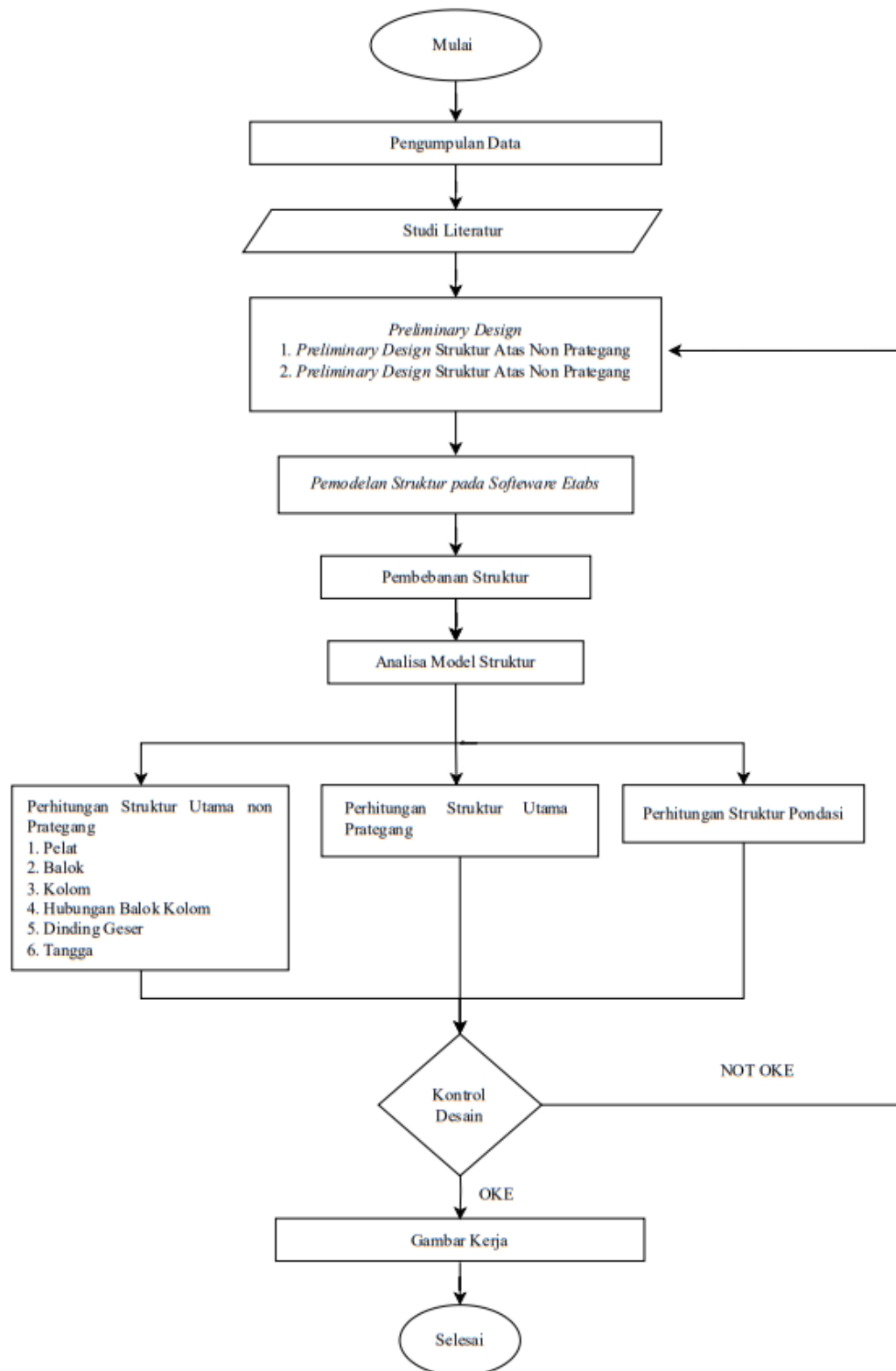
Tabel 3.15 Kombinasi Pembebanan

Nomor		DL	SIDL	LL	L _r	W _x	W _y	E _x	E _y
1	Combo 1	1,4	1,4						
2	Combo 2	1,2	1,2	1,6	0,5				
	Combo 3	1,2	1,2	1,6					
3	Combo 4	1,2	1,2	1	1,6				
	Combo 5	1,2	1,2		1,6	0,5			
	Combo 6	1,2	1,2		1,6		0,5		
	Combo 7	1,2	1,2		1,6	0,375	0,375		
	Combo 8	1,2	1,2	1					
	Combo 9	1,2	1,2			0,5			
	Combo 10	1,2	1,2				0,5		
	Combo 11	1,2	1,2			0,375	0,375		
4	Combo 12	1,2	1,2	1	0,5	1			
	Combo 13	1,2	1,2	1	0,5		1		
	Combo 14	1,2	1,2	1	0,5	0,75	0,75		
	Combo 15	1,2	1,2	1		1			
	Combo 16	1,2	1,2	1			1		
	Combo 17	1,2	1,2	1		0,75	0,75		
5	Combo 18	0,9	0,9			1			
	Combo 19	0,9	0,9				1		
	Combo 20	0,9	0,9			0,75	0,75		
6	Combo 21	1,31	1,31	1				1,3	0,39
	Combo 22	1,31	1,31	1				1,3	-0,39
	Combo 23	1,31	1,31	1				-1,3	0,39
	Combo 24	1,31	1,31	1				-1,3	-0,39
	Combo 25	1,31	1,31	1				0,39	1,3
	Combo 26	1,31	1,31	1				-0,39	1,3
	Combo 27	1,31	1,31	1				0,39	-1,3
	Combo 28	1,31	1,31	1				-0,39	-1,3
7	Combo 29	0,79	0,79					1,3	0,39

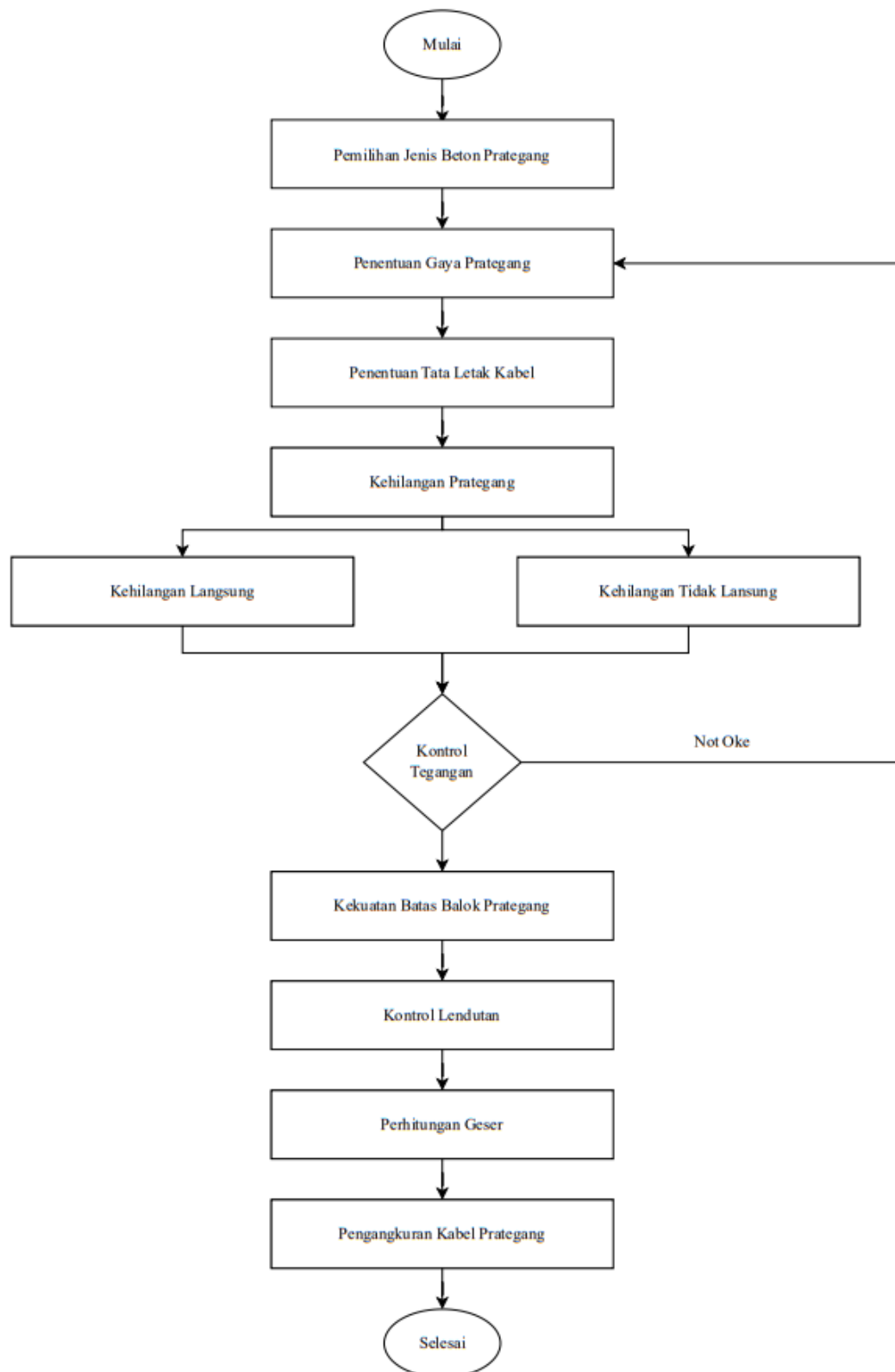
Nomor	DL	SIDL	LL	L _r	W _x	W _y	E _x	E _y
Combo 30	0,79	0,79					1,3	-0,39
Combo 31	0,79	0,79					-1,3	0,39
Combo 32	0,79	0,79					-1,3	-0,39
Combo 33	0,79	0,79					0,39	1,3
Combo 34	0,79	0,79					-0,39	1,3
Combo 35	0,79	0,79					0,39	-1,3
Combo 36	0,79	0,79					-0,39	-1,3

3.4 Diagram Alir

Penelitian yang dilakukan ini memiliki bagan alir yang dirancang untuk memudahkan alur pengerjaan. Bagan alir rencana penelitian yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 3.15 dan untuk komponen prategang pada Gambar 3.16



Gambar 3.12 *Flowchart* Perencanaan Struktur Gedung Apartemen



Gambar 3.13 *Flowchart* Perencanaan Prategang Struktur Gedung Apartemen