

Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Tower C Apartemen Aspen Admiralty Jakarta Selatan Dengan Menggunakan Baja–Beton Komposit

Yhona Yuliana, Data Iranata, dan Endah Wahyuni

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: iranata80@gmail.com, endah@ce.its.ac.id

Abstrak—Gedung Tower C Apartemen Aspen Admiralty Jakarta Selatan terdiri dari 23 lantai dan 2 basement yang pada awalnya didesain dengan menggunakan struktur beton bertulang. Perencanaan sebelumnya didesain dengan ukuran kolom dan balok yang relatif besar, sehingga menambah berat sendiri dan akan membebani pondasi. Dengan alasan tersebut, perlu diupayakan perampingan konstruksi strukturnya yaitu dengan memodifikasi struktur bangunan tersebut dengan menggunakan struktur beton komposit. Untuk penyelesaiannya akan dilakukan perancangan dimensi struktur komposit dan kemudian dilakukan analisis struktur dengan menggunakan program SAP2000 v14 untuk mendapatkan dimensi struktur yang optimal. Tujuan dari Studi ini adalah menghasilkan perencanaan struktur gedung komposit baja-beton yang rasional dengan memenuhi persyaratan keamanan struktur berdasarkan SNI 2847:2013, SNI 1729:2015, SNI 1726:2012, dan PPIUG 1983. Dari analisis dan hasil perhitungan diperoleh hasil, yaitu tebal plat bondeks 10 cm, dimensi balok induk WF 450x300x11x18, dimensi kolom lantai 1-5 K588x300x12x20, dimensi kolom 6-15 K500x200x10x16, dimensi kolom lantai 8-23 K400x200x8x13. Perencanaan pondasi menggunakan tiang pancang beton pracetak diameter 60 cm dengan kedalaman 30 m.

Kata Kunci—Baja-Beton, Komposit, Apartemen.

I. PENDAHULUAN

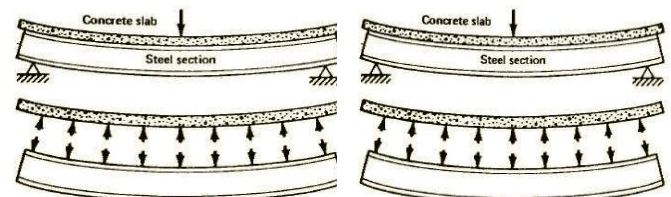
KOTA Jakarta merupakan kota dengan jumlah penduduk yang padat. Kebutuhan akan sarana dan prasarana pendukung di kota tersebut juga sangat besar, salah satunya adalah kebutuhan tempat tinggal. Sementara itu, ketersediaan lahan di kota tersebut semakin sedikit, hal ini menjadi alasan mengapa bangunan Apartemen di kota Jakarta dibangun bertingkat tinggi dan salah satu contohnya adalah gedung Tower C Apartemen Aspen Admiralty Jakarta Selatan.

Proyek pembangunan gedung Tower C Apartemen Aspen Admiralty berlokasi di Jakarta Selatan memiliki 23 lantai dan 2 basement. Perencanaan apartemen ini akan dimodifikasi dengan beberapa penyesuaian, sesuai dengan keinginan pihak terkait. Modifikasi yang akan dilakukan adalah mengganti struktur yang telah direncanakan sebelumnya yaitu beton bertulang dengan struktur komposit baja dan beton. Dan dalam pengerjaan studi ini akan dimodifikasi serupa dengan

keadaan gedung tersebut yaitu memiliki 23 lantai dan 2 basement dengan menggunakan Baja-Beton Komposit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Aksi komposit terjadi apabila dua batang struktural pemikul beban seperti pada pelat beton dan balok baja sebagai penyangganya dihubungkan secara menyeluruh dan mengalami defleksi sebagai satu kesatuan. (Salmon & Johnson, 1997)



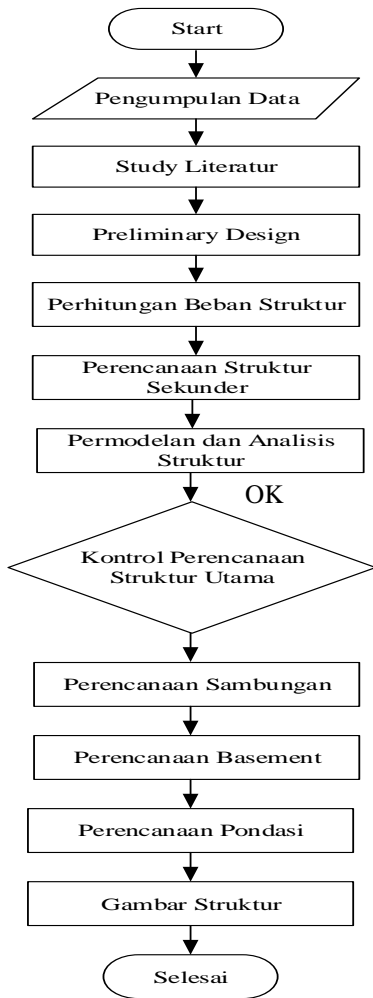
Gambar 1. Perbandingan antara balok yang melendut dengan dan tanpa aksi komposit. [1]

Pada balok komposit, pada bidang pertemuan antara pelat beton dan balok baja dipasang alat penghubung geser sehingga pelat beton dan balok baja bekerja sebagai satu kesatuan. Pada bidang kontak tersebut bekerja gaya geser vertikal dan horisontal, dimana gaya geser horisontal tersebut akan menahan perpanjangan serat bawah pelat dan perpendekan serat atas balok baja. Pada balok non komposit hanya bekerja gaya geser vertikal saja.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preliminary Design

Urutan dalam pengerjaan studi ini dilakukan dengan tahapan – tahapan sebagai berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penyelesaian Studi.

Data umum bangunan:

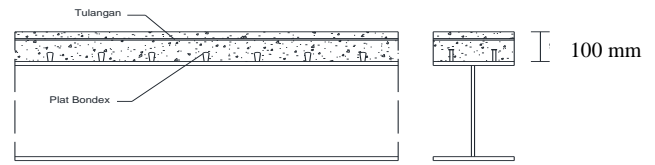
1. Nama gedung :Gedung Tower C Apartemen Aspen Admiralty Jakarta
2. Lokasi : Jakarta Selatan
3. Fungsi : Apartemen
4. Jumlah lantai : 23 lantai
5. Tinggi Gedung : 80,75 m
6. Struktur utama : Komposit Baja-Beton

B. Desain Struktur Sekunder

1. Pelat lantai dan atap

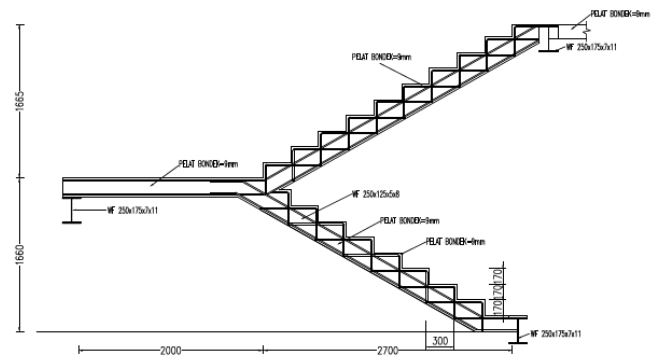
Berdasarkan tabel perencanaan praktis untuk bentang menerus dengan tulangan negative, didapatkan data-data sebagai berikut:

- Bentang = 3,2 m
- Beban berguna = 200 kg/cm²
- Tebal pelat beton = 10 cm
- Tulangan negatif = 2,70 cm²/m
- Dipasang tulangan negative Ø8-125



Gambar 3. Pelat Lantai Atap.

2. Tangga



Gambar 4. Gambar Tangga.

- Tinggi antar lantai : 332,5 cm
- Tinggi bordes : 200 cm
- Tinggi injakan (t) : 17 cm
- Lebar injakan (i) : 30 cm
- Jumlah tanjakan (Σ_t) : 20 buah
- Jumlah injakan (Σ_i) : 20-1=19 buah
- Lebar bordes : 330 cm
- Panjang bordes : 200 cm
- Lebar tangga : 160 cm
- Sudut kemiringan (α) : 31,6°

Direncanakan profil balok utama tangga dengan WF 250x125x5x8
 Direncanakan profil balok penumpu tangga dengan WF 250x175x7x11
 Pengaku anak tangga 65x65x11
 Bordes dengan tebal 5 mm
 Balok bordes WF100x50x5x7

3. Perencanaan Balok Anak

Fungsi dari balok anak adalah serta membagi beban yang dipikul pelat lantai ke balok induk. Balok anak didesain sebagai sekunder sehingga dalam perhitungan tidak menerima beban lateral yang diakibatkan oleh gempa

Tabel 1.
Dimensi Balok Sekunder

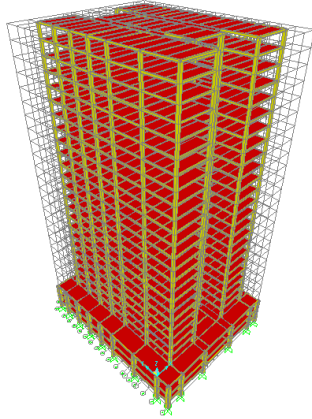
Elemen Balok	Jenis Profil
Balok anak	WF300x300x9x14
Penumpu Lift	WF350x350x13x13
Penggantung Lift	350x250x8x12

C. Analisis Struktur utama

Permodelan strktur gedung Tower C Apartemen Aspen Admiralty dilakukan dengan Program SAP 2000. Program ini

akan membantu dalam beberapa perhitungan yang akan digunakan untuk mengecek apakah struktur sudah memenuhi persyaratan yang ada di SNI 1726:2012 [2] (Gempa) dan SNI 1729:2015 (Baja). [3]

Berikut adalah permodelan yang sudah dilakukan dari program SAP 2000.



Gambar 5. Kontrol Perencanaan Struktur utama.

Analisis struktur Terhadap beban Gempa

1. Kontrol Partisipasi Massa

Partisipasi massa harus menyertakan ragam terkombinasi minimal 90% dari massa aktual.

Tabel 2. Kontrol Nilai Partisipasi Massa

OutputCase	StepType	StepNum	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,035	3,345E-07
MODAL	Mode	2	0,685	0,000001117
MODAL	Mode	3	0,685	0,696
MODAL	Mode	4	0,689	0,696
MODAL	Mode	5	0,822	0,696
MODAL	Mode	6	0,822	0,82
MODAL	Mode	7	0,823	0,82
MODAL	Mode	8	0,877	0,82
MODAL	Mode	9	0,877	0,875
MODAL	Mode	10	0,877	0,875
MODAL	Mode	11	0,902	0,875
MODAL	Mode	12	0,909	0,875
MODAL	Mode	13	0,909	0,908
MODAL	Mode	14	0,91	0,908
MODAL	Mode	15	0,91	0,908

2. Kontrol Waktu Alami Fundamental

Perkiraan periode alami fundamental (Ta) dalam detik, harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C_t = 0,0724$$

$$x = 0,8$$

$$h_n = 80,75 \text{ m}$$

maka:

$$T = 0,0724 \times 80,75^{0,8} = 2,43 \text{ s} \tag{1}$$

Nilai C_u didapat dari tabel 14 SNI 1726:2012, untuk nilai $S_{D1} = 0,56$, maka :

$$C_u \cdot T = 1,4 \times 2,44 = 3,4 \text{ s} \tag{2}$$

Tabel 3. Kontrol Periode Alami Fundamental

OutputCase	StepNum	Period
Text	Unitless	Sec
MODAL	1	2,445
MODAL	2	2,204
MODAL	3	2,062
MODAL	4	0,798
MODAL	5	0,674
MODAL	6	0,641
MODAL	7	0,446
MODAL	8	0,344
MODAL	9	0,334
MODAL	10	0,295
MODAL	11	0,217
MODAL	12	0,216
MODAL	13	0,210
MODAL	14	0,170
MODAL	15	0,161

Dari tabel 3 didapat $T = 2.445 \text{ s}$. Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai T masih lebih kecil dari $C_u \times T$.

3. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Tabel 4. Kontrol Nilai Akhir Spektrum

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	984470,45	316084,87
Gempa Arah Y	295369,66	984470,45

$$V_{dinamik} \geq 85\% \cdot V_{statik} \tag{3}$$

$$984470,45 \text{ kg} \geq 85\% \cdot 1158201 \text{ kg}$$

$$984470,45 \text{ kg} \geq 984470,45 \text{ kg (OK)}$$

Untuk gempa arah Y:

$$V_{dinamik} \geq 85\% \cdot V_{statik} \tag{4}$$

$$984470,45 \text{ kg} \geq 85\% \cdot 1158201 \text{ kg}$$

$$984470,45 \text{ kg} \geq 984470,45 \text{ kg (OK)}$$

4. Kontrol Simpangan Drift

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.9.3[2] untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus:

$$\Delta_i \leq \Delta_a \tag{5}$$

Dimana :

Δ_i = Simpangan yang terjadi

Δ_a = Simpangan ijin antar lantai

Tabel 5.
Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa Ex

Lantai	Tinggi Lantai Zi (m)	Gempa Arah X			Ket	
		Simpangan Arah X				
		Δ (mm)	δ_{ei} (mm)	Δ_i (mm)	Δ_a (mm)	
23	73,15	83,414	2,052	9,233	66,5	OK
22	69,825	81,363	2,296	10,333	66,5	OK
21	66,5	79,066	2,494	11,222	66,5	OK
20	63,175	76,573	2,697	12,138	66,5	OK
19	59,85	73,876	2,910	13,094	66,5	OK
18	56,525	70,966	3,120	14,041	66,5	OK
17	53,2	67,846	3,357	15,106	66,5	OK
16	49,875	64,489	3,480	15,659	66,5	OK
15	46,55	61,009	3,668	16,505	66,5	OK
14	43,225	57,341	3,836	17,261	66,5	OK
13	39,9	53,505	3,989	17,949	66,5	OK
12	36,575	49,517	4,125	18,563	66,5	OK
11	33,25	45,392	4,242	19,087	66,5	OK
10	29,925	41,150	4,334	19,502	66,5	OK
9	26,6	36,816	4,396	19,781	66,5	OK
8	23,275	32,420	4,422	19,899	66,5	OK
7	19,95	27,999	4,425	19,910	66,5	OK
6	16,625	23,574	4,277	19,245	66,5	OK
5	13,3	19,297	4,183	18,822	66,5	OK
4	9,975	15,115	3,993	17,971	66,5	OK
3	6,65	11,121	3,693	16,617	66,5	OK
2	3,325	7,429	3,159	14,214	66,5	OK
1	0	4,270	2,944	13,248	66,5	OK
-1	-4,6	1,326	1,072	4,823	92	OK
-2	-3	0,254	0,254	1,144	60	OK

Tabel 6.
Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa Ey

Lantai	Tinggi Lantai Zi (m)	Gempa Arah Y			Ket	
		Simpangan Arah Y				
		Δ (mm)	δ_{ei} (mm)	Δ_i (mm)	Δ_a (mm)	
23	73,15	21,166	0,558	2,511	66,5	OK
22	69,825	20,608	0,612	2,753	66,5	OK
21	66,5	19,996	0,654	2,944	66,5	OK
20	63,175	19,342	0,703	3,162	66,5	OK
19	59,85	18,639	0,753	3,388	66,5	OK
18	56,525	17,887	0,801	3,605	66,5	OK
17	53,2	17,085	0,854	3,843	66,5	OK
16	49,875	16,231	0,886	3,989	66,5	OK
15	46,55	15,345	0,930	4,183	66,5	OK
14	43,225	14,415	0,967	4,352	66,5	OK

13	39,9	13,448	1,001	4,506	66,5	OK
12	36,575	12,447	1,032	4,642	66,5	OK
11	33,25	11,415	1,057	4,757	66,5	OK
10	29,925	10,358	1,077	4,848	66,5	OK
9	26,6	9,281	1,091	4,908	66,5	OK
8	23,275	8,190	1,096	4,933	66,5	OK
7	19,95	7,094	1,096	4,931	66,5	OK
6	16,625	5,998	1,068	4,805	66,5	OK
5	13,3	4,930	1,044	4,699	66,5	OK
4	9,975	3,886	0,998	4,489	66,5	OK
3	6,65	2,889	0,926	4,166	66,5	OK
2	3,325	1,963	0,806	3,628	66,5	OK
1	0	1,157	0,797	3,585	66,5	OK
-1	-4,6	0,360	0,292	1,312	92	OK
-2	-3	0,068	0,068	0,307	60	OK

5. Kontrol Sistem Ganda

Dalam studi ini digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan Dinding Geser Beton Bertulang Khusus.

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1[2], bahwa untuk system ganda, rangka pemikul momen harus mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa desain. Tahanan gaya gempa total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser atau bresing, dengan distribusi yang proposional terhadap kekauannya.

Tabel 7.
Kontrol Sistem Ganda

TOTAL	446745,35	234892,9	208253,57	453413,25	Ket
% SRPMK	35,75	33,31	35,25	33,17	Ok
% DINDING GESER	65,26	66,69	64,75	67,83	Ok

F. Sambungan

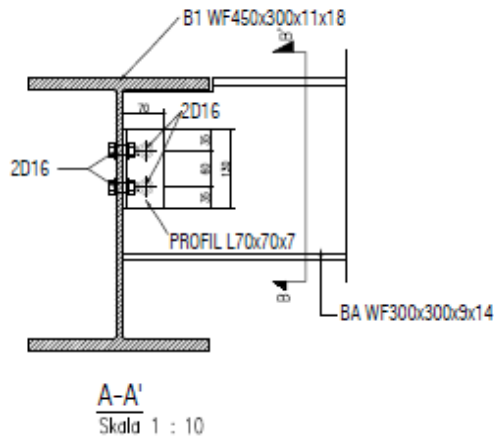
- Sambungan antara balok induk dan balok anak menggunakan sambungan siple conection. Dengan rumus

$$\text{Kuat geser } \phi V_n = \phi \times r_1 \times f_u^b \times A_b \times x \quad (6)$$

$$\text{Kuat tumpu: } \phi R_n = \phi \times 2,4 \times d_b \times t_p \times f_u \quad (7)$$

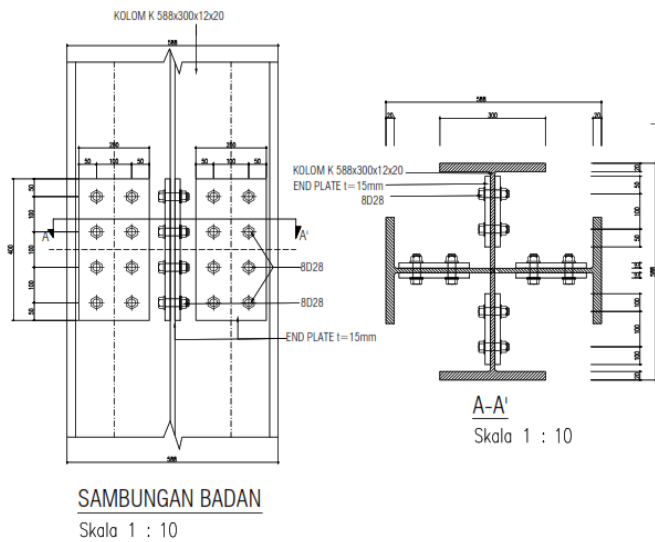
- Sambungan antara balok induk dengan kolom menggunakan sambungan rigid conection
- Sambungan kolom dengan kolom digunakan baut diameter ($\phi 28$)
- Pada sambungan baseplate dengan kolom didapatkan tebal baseplate 4 cm dengan angkur praktis ($8\phi 25$)

1. Sambungan balok anak dengan balok induk



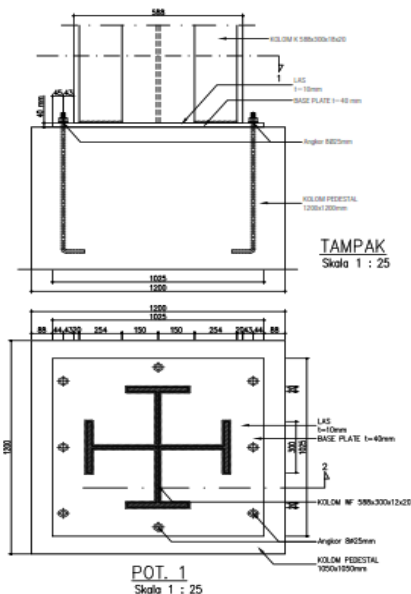
Gambar 6. Sambungan balok anak dengan balok induk.

2. Sambungan antar kolom



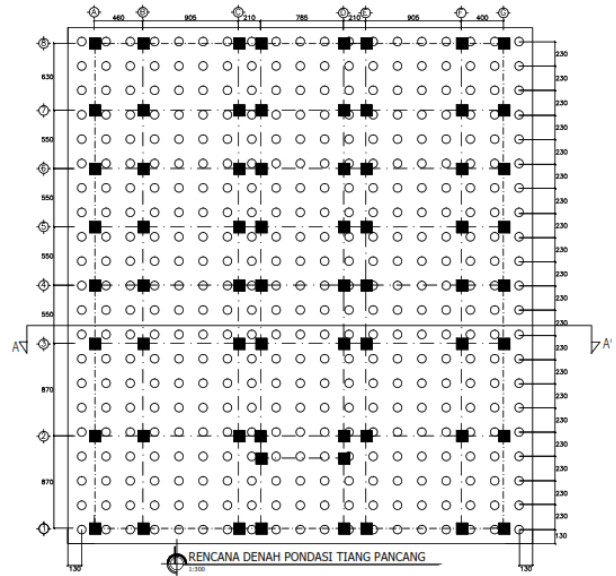
Gambar 7. Sambungan antar kolom.

3. Sambungan Kolom dengan Base Plate



Gambar 8. Sambungan balok induk dengan kolom.

G. Pondasi



Gambar 9. Denah tiang pancang.

Dalam perencanaan pondasi direncanakan dengan diameter 60 cm dengan kedalaman 30 m. Dengan daya dukung ijin tiang pancang ($P_{ijin}=120,42$ ton). Pondasi menggunakan data SPT terlampir.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan perhitungan pada studi ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dilakukan perhitungan struktur sekunder terlebih dahulu seperti perhitungan tangga, pelat lantai, dan balok anak terhadap beban-beban yang bekerja baik beban mati, beban hidup maupun beban terpusat.
2. Dilakukan kontrol terhadap balok utama pada kondisi sebelum komposit dan kondisi setelah komposit. Kontrol yang dilakukan meliputi : kontrol lendutan, kontrol penampang (local buckling), kontrol lateral buckling dan kontrol geser.
3. Dilakukan kontrol kekuatan struktur kolom komposit yang meliputi kontrol luas minimum beton pada kolom komposit, perhitungan kuat tekan aksial kolom, perhitungan kuat lentur kolom, dan kontrol kombinasi aksial dan lentur.
4. *Rigid connection* digunakan untuk sambungan antara balok-kolom. *Simple connection* digunakan pada sambungan balok anak dengan balok induk.
5. Dimensi – dimensi dari struktu yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - Dimensi kolom komposit:
 Profil : K 588 x 300 x 18 x 20 (Beton 850x850)
 K 500x200x10x16 (Beton = 700x700)
 K 400x200x8x13 (Beton = 600x600)
 - Profil balok induk komposit:
 WF 450 x 350 x 11 x 18
 - Profil balok anak komposit:
 WF 300 x 300 x 9 x 14

- Profil balok lift :
Penggantung : WF 350 x 250 x 8 x 12
Penumpu : WF 350 x 250 x 9 x 14
- Profil balok tangga :
Utama : WF 250 x 125 x 5 x 8
Penumpu : WF 250 x 175 x 7 x 11
- Tiang pancang diameter 60 cm dengan kedalaman 30 m

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. & J. E. J. G. Salmon, *Struktur Baja Desain Dan Prilaku*. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1729-2012 Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1729:2015 Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*.