

## REDESIGN STRUKTUR THE GRAND STAND APARTEMEN

<sup>1</sup>Dewinda Wahyu Setyoningrum, <sup>2</sup>Xin Chen.

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, dan Mahasiswa Teknik Sipil, Jurusan Sekolah Teknik Sipil, *Shenyang Jianzhu University*, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Sekolah Teknik Sipil, *Shenyang Jianzhu University*  
[dewinda16@gmail.com](mailto:dewinda16@gmail.com), [chenxin\\_zoe@163.com](mailto:chenxin_zoe@163.com)

### ABSTRAK

Tesis ini berfokus pada desain ulang bangunan struktur skyscraper apartemen di Kota Surabaya, Indonesia bernama The Grand Stand Apartment yang terletak di Jl. Darmo Permai Selatan 90, Surabaya Barat, Indonesia. Tujuannya adalah untuk mempelajari perilaku struktur desain ini di bawah pemuatan dan menganalisis bagaimana pertimbangan bentuk struktural dapat mengarah pada solusi desain yang lebih baik. Komponen struktural ini dipilih karena kontribusinya yang signifikan terhadap bangunan konstruksi menggunakan Program Aplikasi Autodesk Robot Analysis Professional 2019. Beton pondasi menggunakan Tiang cap dengan precast prestressed Spun Tiang Ø60 cm yang kelas A1 berdasarkan Preststressed Concrete Spun Tiangs dari Wika Beton. Nilai-nilai ini merupakan indikasi yang jelas bahwa pertimbangan bentuk struktural dapat mengarah pada solusi yang lebih baik dan berkelanjutan.

**Kata kunci** : perencanaan ulang; struktur; gedung pencakar langit; pembuatan gedung

### ABSTRACT

*This thesis focuses on redesign skyscraper struktur building apartment in Surabaya City, Indonesia named The Grand Stand Apartment which is located in Jl. Darmo Permai Selatan 90, West Surabaya, Indonesia. The aim is to study the behaviour of these design struktur under loading and analyse how structural form considerations can lead to better design solutions. These structural components were chosen due to their significant contribution to the construction buildings using Autodesk Robot Struktur Analysis Professional 2019 Application Program. The foundation concrete used Tiang cap with precast prestressed Spun Tiang Ø 60 cm which class A1 based on Preststressed Concrete Spun Tiangs from Wika Beton. These values are a clear indication that the consideration of structural form can lead to better and sustainable solutions.*

**Keywords** : redisgn; struktur; skyscraper; building planning

### 1. LATAR BELAKANG

Banyaknya gedung bertingkat tinggi yang telah dibangun merupakan salah satu alternatif dan bentuk inovasi, terutama untuk hunian seperti apartemen dengan berbagai fasilitas umum yang memadai di lahan terbatas. pada tahun 2006 menunjukkan bahwa 32% bangunan bertingkat tinggi berada di Asia dan 24% berada di Amerika Utara.

Gedung Apartemen The Grand Stand Surabaya menggunakan metode konvensional untuk pekerjaan bangunan setinggi 30 lantai, dengan perencanaan yang sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) agar mendapatkan hasil bangunan yang kokoh dan aman sebagai berikut :

- a. Lantai parkir B1, SB, P1, P2, P3 dengan ketinggian lantai 3m,
- b. lantai dasar direncanakan untuk kafe, minimarket, dan lobi dengan ketinggian lantai 5m,

- c. Fasilitas seperti kolam renang, lounge, gym, mini teater berada di lantai 6 dengan ketinggian lantai 4,3 m, dan
- d. Lantai podium dan lantai 7-30 untuk hunian dengan ketinggian lantai 3m.

### Lokasi Studi

Lokasi studi pada penelitian ini sangat strategis dan bernilai tinggi. Tepat di jantung kawasan elit Surabaya Barat di Jalan Raya Darmo Permai Selatan 90, Surabaya, Indonesia. Hanya selangkah dari Jalan H.R. Muhammad dan kawasan pusat bisnis Surabaya Barat (CBD Barat), serta prospek cerah percepatan pembangunan infrastruktur.



**Gambar 1** Lokasi The Grand Stand Apartment  
(sumber : Dokumen Pribadi)

**Struktur Atas**

Struktur atas bangunan adalah seluruh struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri dari kolom, pelat, balok, dinding geser dan tangga, yang masing-masing memiliki peran yang sangat penting. dengan banyak bangunan apartemen, sebuah bangunan memiliki fasad yang unik dan berbeda untuk menunjukkan identitas.

**Struktur Bawah**

Struktur bawah merupakan sebuah bagian struktur yang memiliki fungsi untuk menyalurkan beban hingga ke dalam tanah pendukung. Desain struktur bawah harus sesuai dengan SNI yang berlaku, agar keseluruhan keseimbangan struktur dapat dijamin dengan baik

**2. METODE**

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara survei langsung di lapangan. Beberapa data yang dibutuhkan termasuk gambar kerja dan kurva S

**3. HASIL ANALISIS**

Berikut hasil analisis penelitian yang didapat :

**Model Struktur**

Analisa struktur pada gedung ini, menggunakan asumsi sistem struktur *model space frame (3D frame System)*. Oleh karena itu elemen struktur dirancang dengan 6 derajat kebebasan pada kedua ujung nodal elemen (UX,UY, UZ ≠ 0 dan RX,RY,RZ ≠ 0).

**Tabel 1.** Rasio Partisipasi Beban Modal

Output Case	Tipe Item	Item	Statis	Dinamik
Modal	Akselerasi	UX	100%	22.25
Modal	Akselerasi	UY	100%	5.1
Modal	Akselerasi	UZ	0	5.85

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Kontrol Sistem Struktur**

Dari analisis menggunakan Autodesk Robot Struktural Analisis aplikasi, ditemukan bahwa gaya geser yang bekerja pada :

- Seluruh perletakan; dengan peninjauan gempa:
    - Arah X = 8459,9 kN
    - Arah Y = 9354,9 kN
  - Hanya dinding geser ; dengan peninjauan gempa:
    - Arah X = 2189,5 kN
    - Arah Y = 6818,8 kN
- Sehingga, didapatkan presentase sebesar :
- Arah X = 25,9% > 25%
  - Arah Y = 72,9% > 25%

Dimana dapat disimpulkan bahwa struktur gedung The Grand Stand masuk ke dalam Sistem Ganda.

**Perhitungan**

**Tabel 2.** Perhitungan Pelat Lantai

No.	Tipe Pelat	Dimensi	Dipakai Tulangan	
		h mm	Arah X	Arah Y
1	S1A BS	250	D - 150	D - 150
2	S1B BS	250	D - 175	D - 175
3	S2A P	150	D - 150	D - 150
4	S2B P	150	D - 150	D - 150
5	S3 L/F	150	D - 150	D - 150
6	S4 H	130	D - 150	D - 130
7	S5 T	150	D - 150	D - 150
8	S6 BH	130	D - 150	D - 150
9	S7 K	200	D - 125	D - 125
10	S8 R	150	D - 125	D - 150
11	S9 A	130	D - 200	D - 200
12	S10	150	D - 200	D - 200

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Tabel 3.** Perhitungan Tulangan Balok

No.	Jenis Balok	Dimensi		Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Tul. , Torsi
		b	h	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	T / L
		mm	mm	T / C	T / C			
1	S1	600	1200	12 D 25 / 12 D 25	D 25 / 12 D 25	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150	4 D 13
2	S2	400	600	8 D 19 / 8 D 19	D 19 / 8 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 150	-

No.	Jenis Balok	Dimensi		Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Tul. , Torsi
		b	h	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	T / L
		mm	mm	T / C	T / C			
3	B1.1	400	700	8 D 19 / 5 D 19	D 19 / 5 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125	4 D 10
4	B2.1	400	600	5 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125	4 D 10
5	BA1.1	400	600	5 D 19 / 3 D 19	D 19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150	4 D 10
6	BK1.1	300	500	6 D 19 / 4 D 19	D 19 / 3 D 19	4 D 10 - 100	3 D 10 - 125	2 D 10
7	BK2.1	300	500	3 D 19 / 3 D 19	D 19 / 3 D 19	3 D 10 - 125	3 D 10 - 150	2 D 10
8	B4	300	700	8 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150	6 D 10
9	BR1.1	400	600	5 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	4 D 10 - 125	4 D 10 - 150	4 D 10
10	BR2.1	300	500	3 D 19 / 3 D 19	D 19 / 3 D 19	2 D 10 - 100	2 D 10 - 150	2 D 10
11	B1.2	400	700	8 D 22 / 5 D 22	D 22 / 5 D 22	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125	4 D 10
12	B2.2	400	600	8 D 19 / 6 D 19	D 19 / 5 D 19	5 D 10 - 100	5 D 10 - 125	4 D 10
13	BA1.2	400	600	6 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	3 D 10 - 125	4 D 10
14	BK2.2	300	500	4 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125	2 D 10
15	B1.3	400	700	9 D 19 / 5 D 19	D 19 / 5 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 150	4 D 10
16	B2.3	400	600	8 D 19 / 6 D 19	D 19 / 5 D 19	5 D 10 - 100	5 D 10 - 100	6 D 10
17	B3.3	300	500	3 D 19 / 3 D 19	D 19 / 3 D 19	2 D 10 - 100	2 D 10 - 125	2 D 10
18	BA1.3	400	600	5 D 19 / 4 D 19	D 19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125	4 D 10
19	BA2.3	300	500	6 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	2 D 10 - 125	2 D 10
20	BK1.3	300	500	6 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125	-
21	BK2.3	300	500	6 D 19 / 4 D 19	D 19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150	-
22	B1.4	400	700	10 D 19 / 7 D 19	D 19 / 7 D 19	5 D 10 - 100	4 D 10 - 125	4 D 10
23	BA1.4	400	600	7 D 19 / 5 D 19	D 19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125	4 D 10
24	BA2.4	300	500	6 D 19 / 4 D 19	D 19 / 2 D 19	3 D 10 - 100	2 D 10 - 150	-
25	BK2.4	300	500	3 D 19 / 3 D 19	D 19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	2 D 10 - 150	-
26	B1.5	400	700	10 D 19 / 7 D 19	D 19 / 7 D 19	3 D 10 - 100	4 D 10 - 125	4 D 10
27	BA1.5	400	600	9 D 19 / 5 D 19	D 19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 150	4 D 10
28	BAA	300	300	3 D 19 / 2 D 19	D 19 / 2 D 19	2 D 10 - 100	2 D 10 - 150	-
29	B1.6	400	600	7 D 19 / 5 D 19	D 19 / 5 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125	4 D 10
30	LB	400	700	6 D 19 / 6 D 19	D 19 / 6 D 19	2 D 10 - 150	2 D 10 - 150	2 D 13

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Tabel 5. Kontrol Geser Pons Terhadap Kolom**

No.	Tipe Pile	Tebal Pile	Dimensi Pile	Dimensi Kolom Terhadap Kolom					Status
				B	H	Luas Selimut (A)	Kuat Geser Ponds (σVc)	Pmax	
				mm	mm	mm2	kN	kN	
1	P2	1,250	600	700	700	11.647.627	7,265	887	OK
2	P4	1,250	600	900	1500	14.835.264	9,253	2,632	OK
3	P10	1,750	600	700	1600	25.820.888	16,106	12,917	OK
4	P12	1,750	600	700	1600	25.820.888	16,106	15,313	OK
5	P15	2,000	600	800	1800	33.733.117	21,041	18,622	OK
6	P24	2,000	600	1100	1100	90.581.437	56,500	28,376	OK
7	P160	2,000	600	400	400	498.627.926	311,019	180,647	OK

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Tabel 4. Perhitungan Tulangan Kolom**

No.	Jenis Kolom	Dimensi		Tulangan Lentur		Tulangan Geser	
		b	h	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
		mm	mm	T / C	T / C		
1	S1	600	1200	12 D 25 / 12 D 25	25 / 12 D 25	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150
2	S2	400	600	8 D 19 / 8 D 19	19 / 8 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 150
3	B1.1	400	700	8 D 19 / 5 D 19	19 / 5 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125
4	B2.1	400	600	5 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125
5	BA1.1	400	600	5 D 19 / 3 D 19	19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150
6	BK1.1	300	500	6 D 19 / 4 D 19	19 / 3 D 19	4 D 10 - 100	3 D 10 - 125
7	BK2.1	300	500	3 D 19 / 3 D 19	19 / 3 D 19	3 D 10 - 125	3 D 10 - 150
8	B4	300	700	8 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150
9	BR1.1	400	600	5 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	4 D 10 - 125	4 D 10 - 150
10	BR2.1	300	500	3 D 19 / 3 D 19	19 / 3 D 19	2 D 10 - 100	2 D 10 - 150
11	B1.2	400	700	8 D 22 / 5 D 22	22 / 5 D 22	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125
12	B2.2	400	600	8 D 19 / 6 D 19	19 / 5 D 19	5 D 10 - 100	5 D 10 - 125
13	BA1.2	400	600	6 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	3 D 10 - 125
14	BK2.2	300	500	4 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125
15	B1.3	400	700	9 D 19 / 5 D 19	19 / 5 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 150
16	B2.3	400	600	8 D 19 / 6 D 19	19 / 5 D 19	5 D 10 - 100	5 D 10 - 100
17	B3.3	300	500	3 D 19 / 3 D 19	19 / 3 D 19	2 D 10 - 100	2 D 10 - 125
18	BA1.3	400	600	5 D 19 / 4 D 19	19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125
19	BA2.3	300	500	6 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	2 D 10 - 125
20	BK1.3	300	500	6 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 125
21	BK2.3	300	500	6 D 19 / 4 D 19	19 / 4 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 150
22	B1.4	400	700	10 D 19 / 7 D 19	19 / 7 D 19	5 D 10 - 100	4 D 10 - 125
23	BA1.4	400	600	7 D 19 / 5 D 19	19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125
24	BA2.4	300	500	6 D 19 / 4 D 19	19 / 2 D 19	3 D 10 - 100	2 D 10 - 150
25	BK2.4	300	500	3 D 19 / 3 D 19	19 / 3 D 19	3 D 10 - 100	2 D 10 - 150
26	B1.5	400	700	10 D 19 / 7 D 19	19 / 7 D 19	3 D 10 - 100	4 D 10 - 125
27	BA1.5	400	600	9 D 19 / 5 D 19	19 / 4 D 19	4 D 10 - 100	4 D 10 - 150
28	BAA	300	300	3 D 19 / 2 D 19	19 / 2 D 19	2 D 10 - 100	2 D 10 - 150
29	B1.6	400	600	7 D 19 / 5 D 19	19 / 5 D 19	3 D 10 - 100	3 D 10 - 125
30	LB	400	700	6 D 19 / 6 D 19	19 / 6 D 19	2 D 10 - 150	2 D 10 - 150

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Tabel 6. Kontrol Geser Pons Terhadap Pile**

No.	Tipe Tiang Pancang	Tebal Tiang Pancang	Dimensi Pile	Terhadap Pile			Status
				Luas Selimut (A)	Kuat Geser Ponds (σVc)	P allow	
				mm2	kN	kN	
1	P2	1,250	600	8.647.312	5,394	2,017	OK
2	P4	1,250	600	8.647.313	5,394	2,017	OK
3	P10	1,750	600	16.278.307	10,154	2,017	OK
4	P12	1,750	600	16.278.308	10,154	2,017	OK
5	P15	2,000	600	20.656.424	12,884	2,017	OK
6	P24	2,000	600	20.656.425	12,884	2,017	OK
7	P160	2,000	600	20.656.426	12,884	2,017	OK

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Tabel 7. Kontrol Daya Dukung Tiang Pondasi dengan Gaya Bekerja Kolom**

No.	Output Case	Reaksi Joint			N Tiang	Kontrol Pondasi 1 Tiang					Kontrol Pondasi Grup		
		P	Mx	My		Spun	Qall	Pmax	SF	Eff	Qall	Pmax	SF
As	Teks	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	bh	m	1 Tiang	1 Tiang			Grup	Kolom	
A'1	Ijin D	27,73	73,95	0,05	2	0,6	201,65	559,63	0,36	0,88	354,46	27,73	12,78
A1	Ijin D	1408,52	18,81	0,30	15	0,6	201,65	96,41	2,09	0,64	1950,15	1408,52	1,38
B1	Ijin D	1202,10	22,76	0,29	12	0,6	201,65	105,24	1,92	0,66	1589,43	1202,10	1,32
CDE1	Ijin D	2193,10	93,27	1,53	24	0,6	201,65	98,30	2,05	0,62	2983,47	2193,10	1,36
A'2	Ijin D	77,81	163,62	0,15	2	0,6	201,65	1621,48	0,12	0,88	354,46	77,81	4,56
A2	Ijin D	1343,57	41,29	0,74	15	0,6	201,65	95,09	2,12	0,64	1950,15	1343,57	1,45
E2	Ijin D	1094,69	152,77	0,50	12	0,6	201,65	125,19	1,61	0,66	1589,43	1094,69	1,45
A'3	Ijin D	77,59	167,46	0,09	2	0,6	201,65	1074,03	0,19	0,88	354,46	77,59	4,57
A3	Ijin D	56,64	52,20	1,78	4	0,6	201,65	51,07	3,95	0,76	611,22	56,64	10,79
E3	Ijin D	999,97	111,84	0,08	10	0,6	201,65	111,19	1,81	0,69	1381,52	999,97	1,38
A'4	Ijin D	60,54	122,61	8,15	2	0,6	201,65	81631,21	0,00	0,88	354,46	60,54	5,86
A4	Ijin D	1414,48	98,60	7,57	15	0,6	201,65	107,54	1,88	0,64	1950,15	1414,48	1,38
E4	Ijin D	1151,80	169,10	0,40	12	0,6	201,65	133,57	1,51	0,66	1589,43	1151,80	1,38
A'5	Ijin D	27,81	75,73	0,64	2	0,6	201,65	6509,30	0,03	0,88	354,46	27,81	12,74
A5	Ijin D	1439,27	30,29	0,11	15	0,6	201,65	99,99	2,02	0,64	1950,15	1439,27	1,35
B5	Ijin D	1253,64	13,12	0,29	12	0,6	201,65	107,39	1,88	0,66	1589,43	1253,64	1,27
CDE5	Ijin D	2241,56	80,33	0,67	24	0,6	201,65	99,35	2,03	0,62	2983,47	2241,56	1,33
Area Shearwall	Ijin D	14373,50	346,31	2,12	160	0,6	201,65	93,04	2,17	0,55	17903,29	14373,50	1,25

(sumber : Dokumen Pribadi)

**Tabel 8. Tiang Cap Calculation**

No.	Tipe Tiang Pancang	Tebal Tiang Pancang	Perhitungan Tulangan Poer									
			Mu	pmax	pmin	pperlu	ppakai	As perlu	Diperlukan Tulangan	Tulangan Terpasang	Cek Jarak Tulangan	
												mm
Tower A												
1	P2	1,250	1.832.372.700	0,0219	0,0018	0,0046	0,0046	5,290	D 32 - 153	D 32 - 150	OK	
2	P4	1,250	2.619.547.200	0,0219	0,0018	0,0067	0,0067	7,718	D 32 - 105	D 32 - 100	OK	
3	P10	1,750	1.413.476.900	0,0219	0,0018	0,0017	0,0018	2,993	D 25 - 165	D 25 - 150	OK	
4	P12	1,750	1.985.692.800	0,0219	0,0018	0,0024	0,0024	3,913	D 25 - 126	D 25 - 125	OK	
5	P15	2,000	3.233.682.700	0,0219	0,0018	0,0029	0,0029	5,579	D 25 - 145	D 25 - 125	OK	
6	P24	2,000	2.604.033.200	0,0219	0,0018	0,0023	0,0023	4,468	D 32 - 181	D 32 - 150	OK	
7	P160	2,000	3.092.815.400	0,0219	0,0018	0,0028	0,0028	5,330	D 32 - 152	D 32 - 150	OK	

(sumber : Dokumen Pribadi)

**4. KESIMPULAN**

Kesimpulan perencanaan skyscraper struktur tesis ini dengan judul 'Redesign Struktur The Grand Stand Apartment Building' yang berlokasi di Jl. Raya Darmo Permai Selatan 90, Surabaya, Indonesia dibuat berdasarkan

standar perhitungan yang berlaku di Indonesia dari SNI 2847:2013 untuk pengaturan struktur beton untuk bangunan, SNI 1726:2012 untuk desain ketahanan gempa untuk

bangunan dan non-bangunan, dan SNI 1727:2013 untuk ketidaktahanan minimum perencanaan bangunan.

Untuk analisis struktur, penulis menggunakan Aplikasi Autodesk Robot Struktur Analysis Professional 2019 yang merupakan program yang ditampilkan dalam perencanaan 3D dan juga mengetahui perhitungan beban, kolom, balok, dan lain-lain. Hal ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Berdasarkan gambar arsitektur gedung Apartemen Grand Stand, Dual System ini merupakan kombinasi dari sistem

dinding geser beton bertulang dengan Special Moment Bearer Frame System (SRPMK).

- Kontrol sistem struktural yang digunakan dalam desain dari analisis Aplikasi Autodesk Robot Structural Analysis 2019, ditemukan bahwa gaya geser bertindak. Jadi, persentase yang diperoleh dengan:
  - Arah X = 25,9% > 25%
  - Arah Y = 72,9% > 25%
- Di mana dapat disimpulkan bahwa struktur Gedung Apartemen Grand Stand termasuk dalam Dual System.
- Nodeviation melebihi batas deviasi maksimum untuk gempa bumi dinamis atau statis. Penyimpangan antara lantai akibat gempa dinamis terbesar adalah 10,50 mm untuk arah x terjadi di lantai 7 dan 4,65 mm untuk y-way terjadi di lantai 7. Sedangkan deviasi antara lantai akibat gempa statis terbesar adalah 25,56 mm untuk arah x dan 57,76 mm untuk arah y yang juga terjadi di lantai 7.
- Floor Slab yang direncanakan aman atau telah memenuhi persyaratan sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia dengan dimensi terbesar pada pelat yang digunakan adalah tipe plat H=250 mm, S1A BS dan S1B BS, yaitu menggunakan steel bar untuk S1A BS D16-150 x-way dan y-way serta S1B BS D16-175.
- Berdasarkan analisis struktur penguatan fleksibel dan sliding beam sesuai dengan kondisi yang berlaku menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis 2019 Aplikasi diperoleh bahwa dimensi balok terbesar adalah

jenis beam S1 dengan  $b = 600\text{mm}$ ,  $h = 1200\text{mm}$ ; len penguatan 12 D 25 fokus dan pitch; penguatan geser pada 3D 10-100 dan lapangan 3 D 10-150; dan penguatan torsi adalah 4 D 13.

- Kolom yang direncanakan aman atau memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia yang merupakan kolom longitudinal penguatan terbesar adalah 44 D 25, K2.1 jenis kolom; juga kurungan penguatan geser adalah  $b, h$  adalah 6 dengan dukungan dan bidang 2 D 13 - 150.
- Perencanaan pondasi menggunakan Tiang dengan jenis prestressed spun Tiang  $\emptyset 60$  cm. Met persyaratan sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia, memperoleh kekuatan aksial maksimum 201,65 ton dimana angkatan harus lebih kecil dari pall 252,70 ton yang didasarkan pada spesifikasi dari Wika Beton sebagai produsen.
- Kontrol kolom geser ke kolom juga sesuai dengan standar penggunaan di Indonesia, yang merupakan tebal terbesar Tiang adalah 2.000 mm, dimention kolom terbesar adalah pada  $h 1800$  mm. Jenis topi Tiang terbesar adalah P160 yang merupakan luas penutup adalah 498.672.926 mm<sup>2</sup>, kolom geser Kontrol  $\emptyset Vc$  adalah 311,019 dengan P max 180.647 kN. Untuk Tiang yang merupakan tebal terbesar Tiang adalah 2.000 mm, dimention semua Tiang adalah 600 mm. Luas penutup adalah 20.656.424 mm<sup>2</sup>, kolom geser Kontrol  $\emptyset Vc$  adalah 12.884 dengan P memungkinkan 2.017 kN.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sei Hayashi, Tomoyuki Gondo, Analysis of the construction of a reinforced-concrete free-form roof formwork and the development of a unit-construction method, Journal of Building Engineering
- [2] National Standardization Agency. 2012. Earthquake Resistance Planning Procedures for Buildings and Non Buildings, SNI 03-1727-2012. Jakarta : Indonesian National Standard .
- [3] National Standardization Agency. 2013. Concrete Struktur Planning Procedure for Building Building, SNI 03-2847-2013. Jakarta : Indonesian National Standard.
- [4] National Standardization Agency. 2013. Minimum Load for Building Planning and Other Strukturs, SNI 03-1727-2013. Jakarta : Indonesian National Standard.
- [5] Dody Purnomo, 2020. Perencanaan Ulang Struktur Gedung Apartemen Tamansari Amarta Yogyakarta.
- [6] Tiang Installation Methods. 2005. School of the Buuilt Environment, Napier University, Edinburgh