

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG MENARA 17 PWNU JAWA TIMUR

Fadila Nur Rohmah^{1,*}, Armin Naibaho², Anisah Nur Fajarwati²

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: fadila.rohmah02@gmail.com¹, ar_naibaho@yahoo.co.id², anisah.fajar@gmail.com³.

ABSTRAK

Gedung bertingkat tinggi sangat riskan terhadap guncangan gempa yang mengancam jiwa penghuni atau pengguna gedung. Oleh karena itu, gedung bertingkat tinggi harus didesain sesuai dengan ketentuan gempa yang berlaku. Perencanaan ulang struktur Gedung Menara 17 PWNU Jawa Timur meliputi struktur atap dak beton dan struktur atas beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang struktur kolom, balok, pelat, tangga dan *shear wall* sesuai dengan SNI 2847-2019 mengenai perencanaan beton. Metode yang digunakan dalam perencanaan ulang gedung ini yaitu metode kuantitatif dengan menggunakan kombinasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural untuk mendapatkan struktur bangunan bertingkat tinggi yang kuat dan aman. Analisis statika struktur menggunakan *software* Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAP) *student version* 2021. Hasil dari perencanaan ulang sebagai berikut: pelat atap dengan tebal 120mm penulangan lapangan arah x dan y P10-150, penulangan tumpuan arah x dan y P10-150. Pelat lantai dengan tebal 120mm dan 150mm penulangan lapangan arah x dan y P10-150, penulangan tumpuan arah x dan y P10-150. Balok induk B1 400/600mm tulangan pada tumpuan atas 6S25 dan bawah 4S25, pada lapangan bawah 6S25 dan atas 4S25. Balok induk B2 300/450mm pada tumpuan atas 5S22 dan bawah 3S22, pada lapangan bawah 5S22 dan atas 3S22. Balok anak B3 250/300mm pada tumpuan atas 3S25 dan bawah 2S25, pada lapangan bawah 3S25 dan atas 2S25. Kolom K1 1000/1000mm menggunakan tulangan utama 24S25. Kolom K2 800/800mm menggunakan tulangan utama 20S25. Tangga dengan tebal 120mm, dengan penulangan tumpuan P10-50 dan lapangan P10-200, tulangan bagi P10-100. Dinding geser SW1 dan SW2 dengan tebal 250mm pada tulangan utama arah x dan y S22-250 dan tulangan bagi arah x dan y 2S13-250.

Kata kunci : SRPMK, sistem dinding struktural, struktur atap dak beton, RSAP, gedung bertingkat tinggi.

ABSTRACT

High-rise buildings are particularly susceptible to earthquake shocks that threaten the lives of the building's residents or users. For this reason, tall buildings should be designed in accordance with the seismic provisions. The redesign of the structure of the Menara 17 PWNU Jawa Timur Building includes a flat roof structure and superstructure reinforced concrete. This research aims to design of column structure, beam, roof slabs, floor slabs, stairs, and shear wall based on SNI 2847-2019 about desaining concrete. This building is redesign using a combination of a Special Moment Bearing Frame System (SRPMK) dan structural wall system to obtain a high-rise structure that is strong and safe. Structural statics analysis using Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAP) Student Version 2021 software. The result of the redesign, obtained: Roof plate with a thickness of 120mm which is mid span reinforcement in the x and y directions P10-150, pedestal reinforcement in the x and y directions P10-150. Floor slab with 120mm and 150mm thickness mid span reinforcement in the x and y directions P10-150, pedestal reinforcement in the x and y directions P10-150. 400/600mm main beam B1 for pedestal reinforcement is using 6S25 top steel bar, 4S25 bottom steel bar, and mid span reinforcement is using 6S25 bottom steel bar, 4S25 top steel bar. 300/450mm main beam B2 for pedestal reinforcement is using 5S22 top steel bar, 3S22 bottom steel bar, and mid span reinforcement is using 5S22 bottom steel bar, 3S25 top steel bar. 250/300 joist B3 for pedestal reinforcement is using 3S25 top steel bar, 2S25 bottom steel bar, and mid span reinforcement is using 3S25 bottom steel bar, 2S25 top steel bar. For column K1 1000/1000mm is using 24S25 steel bar for main reinforcement, also K2 column 800/800mm is using 20S25 steel bar for main reinforcement. Ladder with a thickness of 120mm, with pedestal reinforcement P10-50 and the mid span reinforcement P10-200, Reinforcement P10-100. The thickness of shear wall SW1 and SW2 are 250mm, S22-250 main steel bar, reinforcement 2S13-250 steel bar direction of x and y.

Keywords : SRPMK, structural wall system, flat roof structure, RSAP, high rise building.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung tinggi banyak dilakukan di Indonesia salah satunya Kota Surabaya yang merupakan salah satu kota besar di Indonesia dengan jumlah penduduk tidak kurang lebih 2,904 juta jiwa (Badan Pusat Statistik 2020). Hal tersebut mengakibatkan Kota Surabaya menjadi kota yang terdepan dalam pembangunan infrastruktur. Meningkatnya pembangunan infrastruktur di Kota Surabaya berdampak pada semakin terbatasnya lahan yang tersedia sehingga semakin banyaknya pembangunan vertikal. Salah satu contoh pembangunan gedung bertingkat di Kota Surabaya adalah Gedung Menara 17 PWNU Jawa Timur. Gedung ini dibangun untuk meningkatkan dan memenuhi kebutuhan sarana masyarakat.

Gedung Menara 17 PWNU Jawa Timur terletak di Jl. Masjid Agung Timur No. 9 Surabaya. Gedung ini dibangun di atas lahan seluas 1.377,6 m² dengan jumlah lantai sebanyak 17. Kemudian dalam perencanaan ulang pada penelitian ini dilakukan perubahan pada struktur rangka atap yang semula menggunakan atap gabungan *gable frame* dan kubah menjadi atap pelat beton dikarenakan penggunaan atap *gable frame* dan kubah kurang efektif dari segi pemakaian. Penggunaan atap pelat beton bisa dijadikan sebagai alternatif ruang hijau terbuka karena keterbatasan ruang terbuka hijau di Kota Surabaya.

Untuk merancang suatu bangunan gedung bertingkat, terdapat faktor-faktor yang harus diperhatikan. Beban hidup, beban mati, beban angin, dan beban gempa yang sesuai dengan lokasi dan tinggi bangunan gedung. Perhitungan faktor-faktor beban yang terjadi di struktur disesuaikan dengan peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam perencanaan ulang Gedung Menara 17 PWNU Jawa Timur yaitu metode kuantitatif dengan menggunakan kombinasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Stuktural.

Data primer yang digunakan dalam penelitian berupa data teknis yang digunakan sebagai acuan awal perencanaan. Data sekunder berupa data hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) di area sekitar proyek.

Setelah pengumpulan data, dilakukan tahapan *preliminary design* untuk memperkirakan dimensi komponen struktur awal sesuai SNI 2847-2019. Selanjutnya dilakukan pemodelan elemen struktur menggunakan *software* Robot

Structural Analysis Professional (RSAP) *student version* 2021. Kemudian dilakukan perhitungan pembebanan mengacu pada SNI 1727-2020. Perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 1726-2019. Setelah menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur, maka selanjutnya dilakukan *input* beban ke dalam struktur bangunan menggunakan *software* RSAP *student version* 2021.

Dari pemodelan yang sudah ada dapat dilakukan analisis gaya dalam dan dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan tiap elemen struktur. Dilakukan cek dan kontrol untuk memastikan keamanan semua elemen struktur sesuai standar yang berlaku. Setelah mendapatkan dimensi dan jumlah tulangan maka dilakukan penggambaran detail penulangan menggunakan *software* AutoCAD *student version* 2021.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design Elemen Struktur

1. Dimensi Balok

Persyaratan untuk menentukan dimensi awal balok induk dan balok anak sesuai dengan SNI 2847- 2019 pasal 9.3.1.1 tabel 9.3.1.1.

1. Dimensi Balok induk (B1)

$$h \geq \frac{\ell}{18,5} = \frac{800}{18,5} = 43,24, \text{ digunakan } 60\text{cm}$$

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

2. Dimensi Balok induk (B2)

$$h \geq \frac{\ell}{18,5} = \frac{500}{18,5} = 27,27 \text{ digunakan } 45\text{cm}$$

$$b = \frac{2}{3} \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 45 = 30\text{cm}$$

3. Dimensi Balok induk (B3)

$$h \geq \frac{\ell}{18,5} = \frac{400}{18,5} = 21,62 \text{ digunakan } 30\text{cm}$$

$$b = \frac{2}{3} \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 30 = 20 \text{ digunakan } 25\text{cm}$$

2. Dimensi pelat

Penentuan tebal pelat lantai sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 8.3.1.2 untuk pelat 2 arah:

1. Pada tepi balok induk B1

$$\alpha_{f1} = \frac{Elb}{Els} = \frac{Ib}{Is} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 400 \cdot 600^3}{\frac{1}{12} \cdot 2175 \cdot 150^3} = 11,770$$

2. Pada tepi balok induk B2

$$\alpha_{f2} = \frac{Elb}{Els} = \frac{Ib}{Is} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 450^3}{\frac{1}{12} \cdot 3725 \cdot 150^3} = 2,174$$

3. Pada tepi balok anak B3

$$\alpha_{f3} = \frac{Eib}{EIs} = \frac{Ib}{Is} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 250 \cdot 300^3}{\frac{1}{12} \cdot 3725 \cdot 150^3} = 0,537$$

4. Pada tepi balok anak B3

$$\alpha_{f4} = \frac{Eib}{EIs} = \frac{Ib}{Is} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 250 \cdot 300^3}{\frac{1}{12} \cdot 2175 \cdot 150^3} = 0,920$$

Dikarenakan $a_{fm} > 2,0$, maka dipakai persamaan sebagai berikut:

$$h_{min} = \frac{Ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta} = \frac{3725(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9(1,713)} = 79,697\text{mm}$$

Dikarenakan $h = 79,697 < 90\text{mm}$, maka tebal pelat minimal yaitu 90mm. digunakan pelat lantai 150mm untuk lantai 1 – 5 dan 120mm untuk lantai 6 – atap.

Berikut menentukan tebal pelat lantai sesuai SNI 2847-2019 pasal 7.3.1.1 untuk pelat 1 arah:

$$h = \frac{l}{28} = \frac{750}{28} = 26,786\text{mm.}$$

maka tebal pelat minimal yaitu 90mm. digunakan pelat lantai 150mm untuk lantai 1 – 5 dan 120mm untuk lantai 6 – atap.

3. Dimensi kolom

Dimensi kolom direncanakan dengan menghitung beban mati dan beban hidup yang diterima kolom paling bawah sehingga ditemukan luasan penampang minimal dari kolom tersebut.

a. Akibat beban mati (DL)

- Pelat = $0,15 \times 4 \times 5 \times 24 \times 5 = 360 \text{ kN}$
- Pelat = $0,12 \times 4 \times 5 \times 24 \times 13 = 749 \text{ kN}$
- Balok 1 = $0,4 \times 0,6 \times 8 \times 24 \times 18 = 829,4 \text{ kN}$
- Balok 2 = $0,3 \times 0,45 \times 5 \times 24 \times 18 = 291,6 \text{ kN}$
- Balok 3 = $0,25 \times 0,3 \times 5 \times 24 \times 18 = 162,0 \text{ kN}$
- Kolom lt. 1 = $0,6 \times 0,6 \times 6 \times 24 \times 1 = 51,8 \text{ kN}$
- Kolom lt 2-16 = $0,6 \times 0,6 \times 3,6 \times 24 \times 15 = 466,6 \text{ kN}$
- Kolom lt. 17 & atap = $0,6 \times 0,6 \times 5,24 \times 2 = 86,4 \text{ kN}$

Total = 1998,7 kN

b. Akibat beban hidup (LL)

- Parkir = $1,92 \times 8 \times 5 \times 4 = 307,2 \text{ kN}$
- Klinik = $2,87 \times 8 \times 5 \times 2 = 229,6 \text{ kN}$
- Office = $2,4 \times 8 \times 5 \times 4 = 384,0 \text{ kN}$
- Hotel = $1,92 \times 8 \times 5 \times 6 = 460,8 \text{ kN}$
- R. meet = $4,79 \times 8 \times 5 \times 1 = 191,6 \text{ kN}$
- Taman = $4,7 \times 8 \times 5 \times 1 = 188,0 \text{ kN}$

Total = 1761,2 kN

c. Luas penampang minimal

$$\text{- Total } P_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ = 1,2 (1998,7) + 1,6 (1761,2) = 5216,4$$

$$\text{- } Ag = \frac{P_u}{0,2 \cdot f_{cr}} = \frac{5216,4}{0,2 \cdot 30} = 869397,22 \text{ mm}^2$$

- Dimensi kolom digunakan, $b = 0,6 \text{ m}$, $h = 0,6 \text{ m}$

$$b = h = \sqrt{Ag} = \sqrt{869397,22} = 932,4 \approx 1000 \text{ mm}$$

Jadi digunakan dimensi kolom sebesar 100/100cm

4. Dimensi Dinding Geser (*Shear Wall*)

Dalam perencanaan ini, *shear wall* dirancang sebagai tipe dinding tumpu dengan ketebalan dinding sebagai berikut:

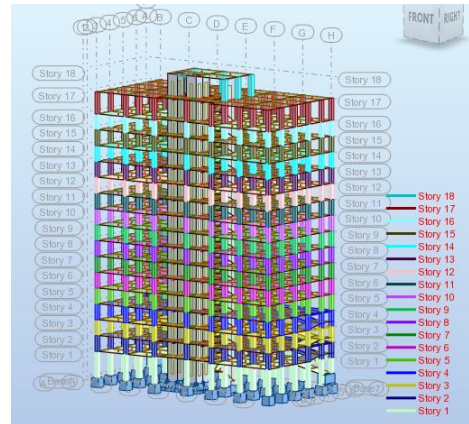
$$T_{min1} = 10\text{cm}$$

$$T_{min2} = 360/25 = 14,4\text{cm}$$

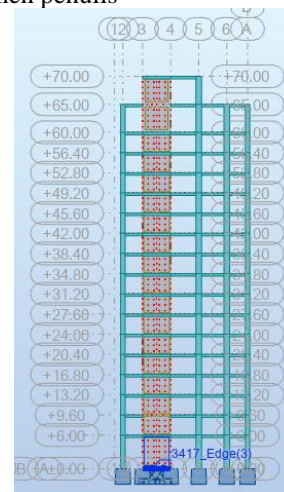
Jadi digunakan ketebalan *shear wall* yang digunakan sebesar 25cm.

Pemodelan dan Pembebanan Struktur

Setelah perhitungan *preliminary design*, hasil yang sudah didapatkan kemudian dilakukan pemodelan sesuai dimensi yang sudah direncanakan menggunakan software RSAP *student version 2021*. Pemodelan dilakukan dengan memisahkan analisis setiap lantai (*story*) (**Gambar 1**) dimana terdapat 18 *stories* dari lantai 1 hingga lantai 17 ditambah 1 lantai atap. Setelah dilakukan pemodelan, dilakukan *input* beban untuk mendapatkan gaya dalam yang digunakan dalam analisis elemen struktur. Pemodelan yang sudah dilakukan seperti di bawah ini:



Gambar 1. Pemodelan Struktur pada software RSAP 2021
Sumber: Dokumen penulis



Gambar 2. Potongan axis D-D pada software RSAP 2021
Sumber: Dokumen penulis

Pembebanan struktur mengacu pada SNI 1727-2020 mengenai Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain dan PPURG 1987 untuk berat sendiri material. Sedangkan beban angin mengacu pada HB 212-2002 *Design Wind Speed for the Asia-Pacific Region*. Beban-beban yang bekerja pada Gedung Menara 17 PWNU Jawa Timur adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati (Dead Load)

- a. Berat sendiri struktur diperoleh menggunakan *software Robot Struktural Analysis Professional (RSAP) student version 2021*.
- b. Beban mati tambahan pada pelat lantai 2 – 17 sebesar 2,56 kN/m², beban pelat *lower roof* sebesar 2,59 kN/m², beban pelat *upper roof* sebesar 1,82 kN/m², beban pada tangga sebesar 2,92 kN/m², beban pada garis lantai 2 – 16 sebesar 7,88 kN/m² untuk pasangan dinding bata, 1,2 kN/m² untuk pasangan jendela kaca, dan 1,2 kN/m² untuk dinding partisi, beban pada garis lantai 17 sebesar 11,38 kN/m² untuk pasangan dinding bata, 1,73 kN/m² untuk pasangan jendela kaca, dan 1,73 kN/m² untuk dinding partisi, dan beban pada garis *lower roof* sebesar 2,5 kN/m² untuk railing, 1,73 untuk pasangan jendela kaca, dan 11,38 kN/m² untuk pasangan dinding bata.
- c. Beban Hidup (*Life Load*)
Beban hidup pada parkir, klinik, *office*, kamar hotel, *meeting room* dan taman berturut-turut sebesar 1,92 kN/m², 2,87 kN/m², 2,40 kN/m², 1,92 kN/m², 4,79 kN/m², dan 4,7 kN/m².
- d. Beban Angin (*Wind Load*)
Beban angin dihitung secara otomatis menggunakan *software Robot Struktural Analysis Professional (RSAP) student version 2021* dengan cara memasukkan data kecepatan angin dasar dan arah kedatangan angin.
- e. Beban Hujan (*Rain Load*)
Beban hujan sesuai dengan SNI 1727-2020 digunakan sebesar 0,94 kN/m².
- f. Beban Gempa (*Earthquake Load*)
Untuk beban gempa dihitung secara otomatis menggunakan *software Robot Struktural Analysis Professional (RSAP) student version 2021* dengan memasukkan data S1, S2, TL, R, Ie, pada wilayah kota Surabaya sebesar 0,679 g, 0,304 g, 20 detik, 7, dan 1,25.
- g. Kombinasi Pembebanan

Sistem struktur harus didesain untuk menahan beban terfaktor sesuai dengan konsep LRFD (*Load and Resistance Factor Design*) pada kombinasi pembebanan tanpa melebihi kekuatan desain komponen yang sesuai berdasarkan SNI 2847-2019.

Desain Elemen Struktur Beton Bertulang

Desain elemen struktur pada perencanaan ulang Gedung Menara 17 PWNU Jawa Timur berdasarkan pada SNI 2847-2019 dengan bantuan *software Robot Struktural Analysis Professional (RSAP) student version 2021* sebagai berikut:

1. Desain Struktur Pelat

Dari hasil perhitungan diperoleh pelat lantai 1 – 5 dengan tebal 150mm, lantai 6 – 17 tebal 120mm, dan pelat atap dengan tebal 120mm. penulangan pelat dibedakan menjadi pelat 2 arah dan pelat 1 arah sebagai berikut:

Tabel 1. Penulangan Pelat Lantai 1 – 5

Tipe	Tul. Pokok Arah X		Tul. Pokok Arah Y	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
A 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
B 1 Arah			P10-150	P10-150
C 1 Arah			P10-150	P10-150
D 1 Arah			P10-150	P10-150
E 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
F 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
G 1 Arah			P10-150	P10-150
K 1 Arah			P10-100	P10-100
L 2 Arah	P10-100	P10-100	P10-100	P10-100
M 2 Arah	P10-100	P10-100	P10-100	P10-100

Sumber: Hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan diperoleh pelat lantai 6 – 17 dengan tebal 120mm sebagai berikut:

Tabel 2. Penulangan Pelat Lantai 6 – 17

Tipe	Tul. Pokok Arah X		Tul. Pokok Arah Y	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
A 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
B 1 Arah			P10-150	P10-150
C 1 Arah			P10-150	P10-150
D 1 Arah			P10-150	P10-150
E 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
F 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
G 1 Arah			P10-150	P10-150

Sumber: Hasil perhitungan

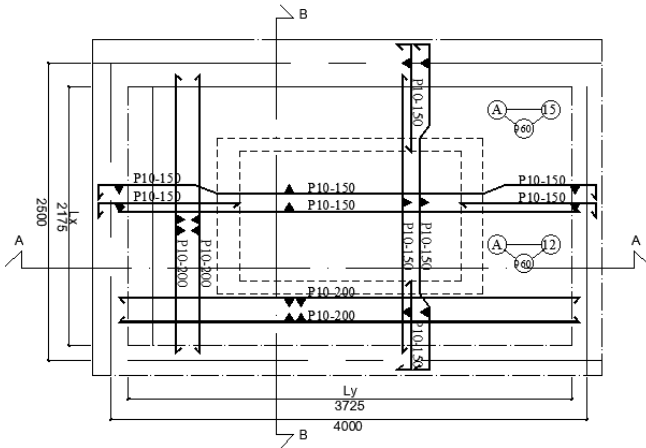
Dari hasil perhitungan diperoleh pelat lantai atap dengan tebal 120mm sebagai berikut:

Tabel 3. Penulangan Pelat Lantai Atap

Tipe Pelat	Tul. Pokok Arah X		Tul. Pokok Arah Y	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
A 2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
B 1 Arah			P10-150	P10-150
C 1 Arah			P10-150	P10-150
D 1 Arah			P10-150	P10-150

Tipe Pelat	Tul. Pokok Arah X	Tul. Pokok Arah X		Tul. Pokok Arah X	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
E	2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
F	2 Arah	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150
G	1 Arah			P10-150	P10-150
H	1 Arah			P10-150	P10-150
I	1 Arah			P10-150	P10-150
J	1 Arah			P10-150	P10-150

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 3. Detail Penulangan Pelat Tipe A

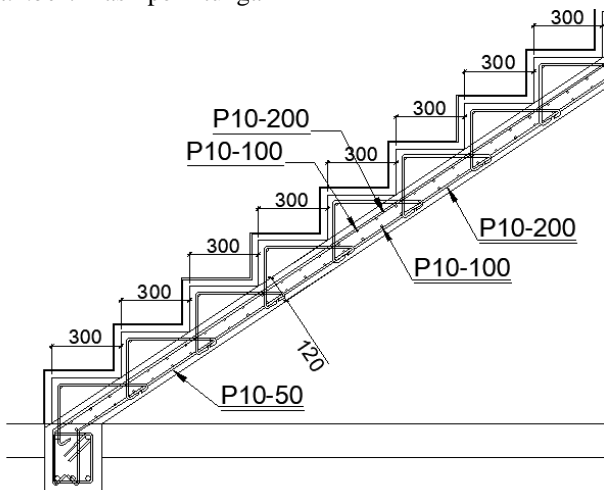
2. Desain Struktur Pelat Tangga

Tebal pelat tangga digunakan 120mm dengan hasil penulangan sebagai berikut:

Tabel 4. Penulangan Pelat Tangga

Tangga	Tul.		Bagi
	Tumpuan	Lapangan	
Lt 1 & 17	P10-50	P10-200	P10-100
Lt. 2-16	P10-50	P10-200	P10-100

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4. Detail Penulangan Tangga

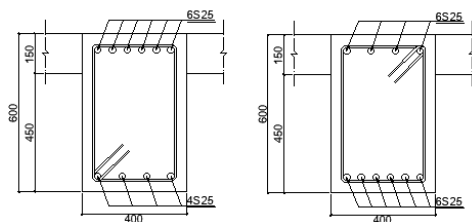
3. Desain Struktur Balok

Dari hasil analisis dan perhitungan, balok dengan dimensi 400/600mm, 300/450mm dan 250/300mm memiliki penulangan sebagai berikut:

Tabel 5. Penulangan Struktur Balok

Balok	Tumpuan		Lapangan	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
400/600	6S25	4S25	4S25	6S25
300/450	5S22	3S22	3S22	5S22
250/300	3S25	2S25	2S25	3S25

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 5. Detail Penulangan Balok 400/600

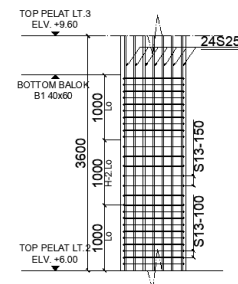
4. Desain Struktur Kolom

Dari hasil analisis dan perhitungan, kolom dengan dimensi 1000/1000mm dan 800/800mm memiliki penulangan sebagai berikut:

Tabel 6. Penulangan Kolom

Kolom	Tul Utama	Tul. Sengkang	
		Tumpuan	Lapangan
1000 x 1000	24S25	5S13-100	5S13-150
800 x 800	20S25	4S13-100	4S13-150

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 6. Detail Penulangan Kolom 1000/1000

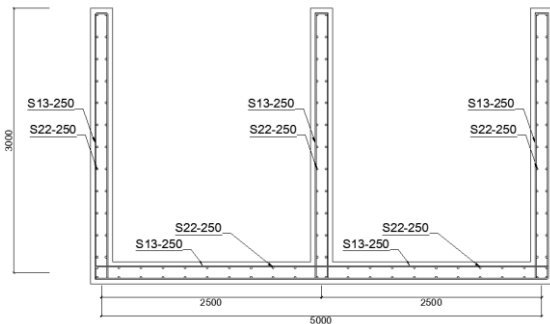
5. Desain Struktur Shear Wall

Dari hasil analisis dan perhitungan, shear wall dengan tebal 250mm memiliki penulangan sebagai berikut:

Tabel 7. Penulangan Shear Wall

Tipe	SW1		SW 1	
	Arah x	Arah y	Arah x	Arah y
Longitudinal	S22-250	S22-350	S22-350	S22-350
Transversal	S13-250	S13-250	S13-250	S13-250

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 7. Detail Penulangan *Shear wall*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisis dan desain elemen struktur gedung Menara 17 PWNJ Jawa Timur pada pembahasan sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketebalan pelat atap yang digunakan pada perencanaan ulang Gedung Menara 17 PWNJ Jawa Timur yaitu 120mm.
2. Dimensi balok utama B1 digunakan 400/600mm, balok utama B2 dengan dimensi 300/450mm, dan balok anak B3 250/300mm. Ketebalan pelat lantai yang digunakan pada lantai 1-5 yaitu 150mm dan lantai 6 – 17 digunakan ketebalan 120mm. Dimensi Kolom interior K1 1000/1000mm dan kolom eksterior K2 800/800mm. Ketebalan pelat tangga digunakan 120mm. Ketebalan *shear wall* SW1 dan SW2 digunakan 250mm.
3. Struktur pelat atap dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 280 Mpa digunakan penulangan utama tumpuan dan lapangan P10-150 untuk arah x dan penulangan utama tumpuan dan lapangan P10-150 mm untuk arah y.
4. Hasil perencanaan struktur balok, pelat lantai, kolom, tangga, dan *shear wall* sebagai berikut:
 - a. Struktur balok utama B1 dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 420 Mpa pada daerah tumpuan didesain sebagai balok rangkap dengan tulangan tarik 6S25 dan tulangan tekan 4S25. Sedangkan pada daerah lapangan dengan tulangan tarik 6S25 dan tulangan tekan 4S25.
 - b. Struktur balok utama B2 dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 420 Mpa pada daerah tumpuan didesain sebagai balok rangkap dengan tulangan tarik 5S22 dan tulangan tekan 3S22 sedangkan pada daerah lapangan dengan tulangan tarik 5S22 dan tulangan tekan 3S22.
 - c. Struktur balok anak B3 dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 420 Mpa pada daerah tumpuan didesain sebagai balok rangkap dengan tulangan tarik 3S25 dan tulangan tekan 2S25

sedangkan pada daerah lapangan dengan tulangan tarik 3S25 dan tulangan tekan 2S25.

- d. Struktur pelat lantai dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 280 Mpa menggunakan penulangan utama tumpuan dan lapangan P10-150 untuk arah x dan penulangan utama tumpuan dan lapangan P10-150 untuk arah y. Pelat ramp digunakan penulangan utama tumpuan dan lapangan P10-100 untuk arah x dan penulangan utama tumpuan dan lapangan P10-100 untuk arah y.
- e. Struktur kolom interior K1 dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 420 Mpa didesain menggunakan penulangan utama 24S25. Untuk penulangan sengkang pada daerah tumpuan digunakan 5S13-100 dan pada daerah lapangan digunakan 5S13-150.
- f. Struktur kolom eksterior K2 dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 420 Mpa menggunakan penulangan utama 20S25. Untuk penulangan sengkang pada daerah tumpuan digunakan 4S13-100 dan pada daerah lapangan digunakan 4S13-150.
- g. Struktur tangga berupa bordes dan pelat tangga dengan mutu beton 25 Mpa, dan mutu baja 280 Mpa menggunakan tulangan P10-50 mm untuk daerah tumpuan dan P10-200 untuk daerah lapangan. Tulangan bagi digunakan P10-100.
- h. Struktur *shear wall* dengan mutu beton 30 Mpa, dan mutu baja 420 Mpa menggunakan penulangan S22-250 untuk arah x dan y. Tulangan sengkang digunakan S13-250 untuk arah x dan y.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. P. A. Yuliadewi, I. G. P. Raka dan Faimun, "Desain Modifikasi Struktur Gedung Hotel Sun Royal Menggunakan Sistem Balok Prategang dan Sistem Ganda," vol. 8, 2019.
- [2] A. Ulza, Teori dan Praktik Evaluasi Struktur Beton Bertulang Berbasis Desain Kinerja, Sleman: Deepublish, 2021.
- [3] B. S. Taraneth, Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, United States of America: CRC Press, 2010.
- [4] A. Setiawan, Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 3013, Jakarta: Erlangga, 2016.
- [5] A. C. Oktavia, "Perencanaan Struktur Gedung Virtual Office Soekarno Hatta Kota Malang Berbasis BIM," *Journal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi Polinema*, vol. 3, pp. 1-7, 2022.
- [6] S. K. Nuraini, "Perencanaan Ulang Struktur pada Bangunan Gedung AC Politeknik Negeri Malang,"

Journal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi Polinema, vol. 3, pp. 270-278, 2022.

- [7] G. Kusuma, *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*, Jakarta: Erlangga, 1993.
- [8] G. Kusuma, *Dasar-dasar perencanaan beton bertulang*, Jakarta: Erlangga, 1997.
- [9] A. R. Hanifudin, "Structural Planning of Reinforced Concrete Building based on SNI-1726-2019 and SNI-2847-2019 (Case Study of 8 Floor Apartment Building Bekasi South City)," 2021.
- [10] A. Gardner, *Stability of Building Part 3 Shearwall*, London: IStructE Ltd, 2015.
- [11] T. H. Bagio and Tavo, *Dasar dasar beton bertulang*, Yogyakarta: Andi, 2019.
- [12] W. A. Agha, W. A. Almorad, N. Umamaheswari and A. Alhelwani, "Study the Seismic Response of Reinforced Concrete High-Rise Building with Dual Framed-Shear Wall System Considering the Effect of Soil Structure Interaction," p. 14, 2021.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, *SNI SNI 03-2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta: BSN, 2019.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Jakarta: BSN, 2013.
- [15] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1727-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain*, Jakarta: BSN, 2020.
- [16] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, Jakarta: BSN, 2019.
- [17] Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU, 1987.
- [18] Standards Australia, *HB 212-2002 Design Wind Speed for the Asia-Pacific Region*, Sydney: Standards Australia, 2002.