

MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MONUMEN DAN MUSEUM REOG PONOROGO MENGGUNAKAN KOLOM BULAT

*Ramadhani Nida Rahmatur¹, Aulia Rahman², Anisah Nur Fajarwati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

*) Email: rahmaturnida@gmail.com

ABSTRACT

High-rise buildings with a statue Reog Ponorogo weighing 1800 tons above the buildings are particularly susceptible to earthquake that threaten the lives of the building's residents or users. Therefore, to plan that multi-story building, the structure must be designed well and correctly so that failure does not occur an earthquake. This modification includes beams, plates, stairs, and column. With the change of the shape of the square column to a circle column. To maximize the function of the space and usability of the building, floor slabs were added on the 4th and 8th - 12th floors. The calculations for reinforced concrete structure use SNI 2847:2019 and load system use SNI 1727:2020. This building is redesign using a method of Special Momen Bearing Frame System (SRPMK) to obtain a high-rise structure that is strong and safe. Structural statics analysis using the Autodesk Robot Structural Analysis Student Version 2021 software. The calculation result are obtained as follows: Beams 350/700 obtained 8D29 tensile reinforcement, 4D29 compression reinforcement, D19-100 bearing transverse reinforcement, and D19-200 field transverse reinforcement. Beams 250/300 obtained 5D22 tensile reinforcement, 3D22 compression reinforcement, D13-50 bearing transverse reinforcement, and D13-100 field transverse reinforcement. Floor slabs are 120 mm thick, reinforcement in the X direction is D13-150, the Y direction is D13-150 and dividing reinforcement is D13-300. Stair slabs 130 mm thick with D16-100 reinforcement. Column diameter 1000 mm with main reinforcement 18D22, bearing transverse reinforcement D16-100, and field transverse reinforcement D16-100. A bored pile foundation with a diameter of 1000 mm is used with a single pile carrying capacity of 8,313kN. Pile cap reinforcement is produced as much as D22 – 60.

Keyword: SRPMK, bottom structure, upper structure, circle column, high rise building

ABSTRAK

Bangunan tinggi dengan patung Reog seberat 1800 ton di atas gedung sangat riskan terhadap gempa bumi yang mengancam jiwa pengguna gedung. Oleh karena itu, untuk merencanakan bangunan bertingkat tersebut, struktur harus didesain dengan baik dan benar agar tidak terjadi kegagalan saat terjadi gempa. Modifikasi ini meliputi balok, pelat, tangga, dan kolom. Dengan perubahan bentuk kolom persegi menjadi kolom lingkaran. Untuk memaksimalkan fungsi ruang serta kegunaan gedung dilakukan penambahan pelat lantai di lantai 4 dan 8 – 12. Perhitungan struktur beton bertulang menggunakan peraturan SNI 2847:2019 dan pembebanan menggunakan peraturan SNI 1727:2020. Metode yang digunakan dalam modifikasi ini adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk mendapatkan struktur bangunan bertingkat tinggi yang kuat dan aman. Analisis statika struktur menggunakan perangkat lunak Autodesk Robot Structural Analysis (RSAP) Student Version 2021. Diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut: Balok 350/700 dengan tulangan longitudinal tarik 8 D29, tulangan tekan 4 D29, tulangan transversal tumpuan D19-100, dan tulangan transversal lapangan D19-200. Balok anak 250/300 dengan tulangan longitudinal tarik 5 D22, tulangan tekan 3 D22, tulangan transversal tumpuan D13-50, dan tulangan transversal lapangan D13-100. Pelat lantai tebal 120 mm, tulangan arah X D13-150, arah Y sebesar D13-150 dan tulangan bagi D13-300. Pelat tangga tebal 130 mm dengan tulangan D16-100. Kolom diameter 1000 mm dengan tulangan utama 18D22, tulangan transversal tumpuan D16-100, dan tulangan transversal lapangan D16-100. Digunakan pondasi *bored pile* dengan diameter 1000 mm dengan daya dukung tiang tunggal dihasilkan 8.313kN. Tulangan *pile cap* dihasilkan sebesar D22 – 60.

Kata kunci: SRPMK, struktur bawah, struktur atas, kolom bulat, bangunan tingkat tinggi

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Ponorogo adalah salah satu wilayah yang dikenal sebagai kota budaya di Indonesia dengan julukan 'Bumi Reog' karena menjadi asal muasal dari kesenian Reog [1]. Julukan tersebut menjadi ciri khas dari Kabupaten Ponorogo. Agar tidak kehilangan identitas dan upaya untuk terus melestarikan budaya yang telah ada, maka untuk mewujudkan tujuan tersebut dibangunlah Monumen dan Museum Reog Ponorogo. Gedung ini terletak di Pegunungan Kapur Putih, Desa Sampung, Kecamatan Sampung, Kabupaten Ponorogo.

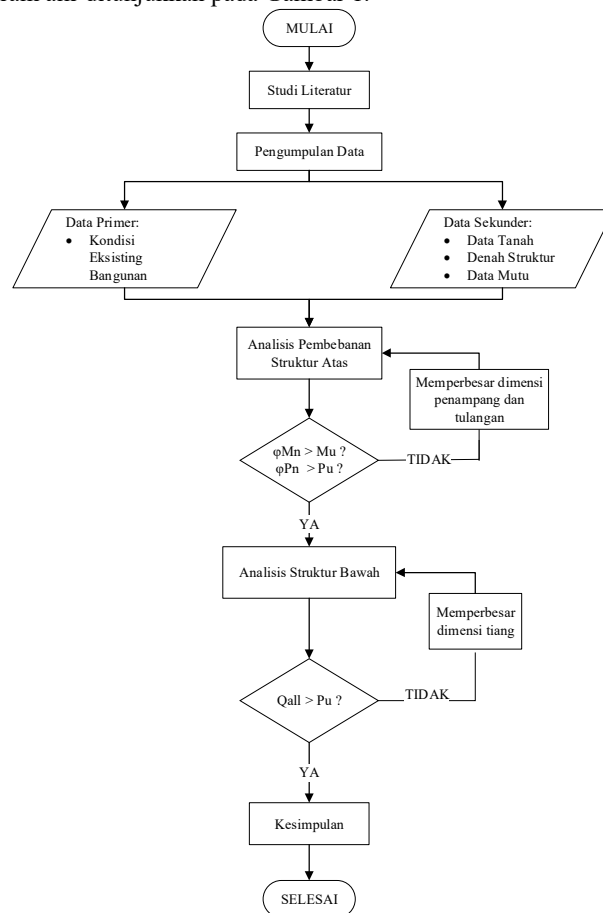
Di sisi lain, Kabupaten Ponorogo dikategorikan sebagai zona menengah untuk kawasan rawan bencana gempa bumi dengan skala intensitas antara VII-VIII MMI (*Modified Mercally Intensity*) berdasar portal Mitigasi Bencana Geologi Indonesia. Beban gravitasi yang besar dari patung yang terletak di atas lantai 14 dapat mempengaruhi stabilitas bangunan dan meningkatkan risiko gempa bumi. Oleh karena itu, perencanaan struktur bangunan harus mempertimbangkan beban gravitasi dan beban gempa secara bersamaan.

Dalam rangka menjamin kekuatan struktur dan memaksimalkan fungsi ruang serta kegunaan Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo perlu dilakukan evaluasi elemen struktur untuk efektifitas kegunaan bangunan gedung yang lebih optimal sesuai peraturan yang berlaku [2]-[5]. Maka dari itu, perlu dilakukan modifikasi

struktur atas gedung dengan menambahkan pelat pada lantai 4 dan 8 – 12 yang sebelumnya tidak ada. Selain itu, modifikasi juga dilakukan pada kolom yang semula berbentuk kotak, menjadi lingkaran. Kolom bulat memiliki performa yang lebih baik dalam menahan beban seismik, dibanding bentuk kotak maupun belah ketupat, dengan perbandingan kekuatan yang sama [6]. Menurut Japan Society of Civil Engineering (JSCE), kapasitas kolom bulat bisa ditentukan dengan mengonversinya menjadi luasan segiempat ekuivalen. [7] Namun, ketika dibandingkan lebih akurat, kolom lingkaran menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam menjaga agar defleksi struktur tetap dalam rentang yang diijinkan. [8] Sehingga, semua kolom dalam gedung Museum Reog Ponorogo dirubah menjadi lingkaran dengan luasan yang dipertimbangkan sesuai *preliminary design* yang akan dibahas selanjutnya.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam modifikasi struktur Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo adalah metode kuantitatif dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. Diagram alir penelitian modifikasi Struktur Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo dimulai dengan studi literatur dahulu untuk mencari state of the art penelitian. Kemudian dilakukan pengumpulan data lalu analisis struktur. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan. Dengan diagram alir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Disain

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design Struktur

1. Dimensi balok induk (B1)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi B1} &= \frac{1}{21} \\
 &= \frac{5000}{21} \\
 &= 238.095 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar B1} &= \frac{h}{2} \\ &= \frac{300}{2} \\ &= 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Dimensi balok anak (BA)

$$\begin{aligned} \text{Tinggi B1} &= \frac{l}{18,5} \\ &= \frac{5000}{18,5} \\ &= 270,27 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar B1} &= \frac{h}{2} \\ &= \frac{300}{2} \\ &= 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Dimensi pelat

$$\begin{aligned} h \text{ min} &= \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} \\ &= \frac{4700 \left(0,8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9,1} \\ &= 114 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi digunakan pelat lantai dengan ketebalan 120 mm.

4. Dimensi kolom

Beban yang diterima kolom

Beban mati

$$\begin{aligned} \text{Pelat} &= 0,12 \times 5 \times 5 \times 24 \times 14 \\ &= 1008 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (B1)} &= 0,3 \times 0,5 \times 10 \times 24 \times 14 \\ &= 504 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom} &= (0,25 \times \pi \times d^2) \times 5 \times 24 \times 14 \\ &= 1318 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total} &= 1008 + 504 + 1318 \\ &= 2830 \text{ kN} \end{aligned}$$

Beban hidup

$$\begin{aligned} \text{Perkantoran} &= 5 \times 5 \times 4,79 \times 14 \\ &= 1.676,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban} &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (2830) + 1,6 (1.676,5) \\ &= 6079,36 \text{ kN} \\ &= 6.079.360 \text{ N} \end{aligned}$$

Dimensi kolom

$$\begin{aligned} A_g &= \frac{P_u}{0,3 \times f_c'} \\ &= \frac{6.079.360}{0,3 \times 30} \\ &= 675.484,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dari luas kotor tersebut dapat dihitung dimensi kolom

$$A_g = 0,25 \times \pi \times d^2$$

$$675.484,44 = 0,25 \times 3,14 \times d^2$$

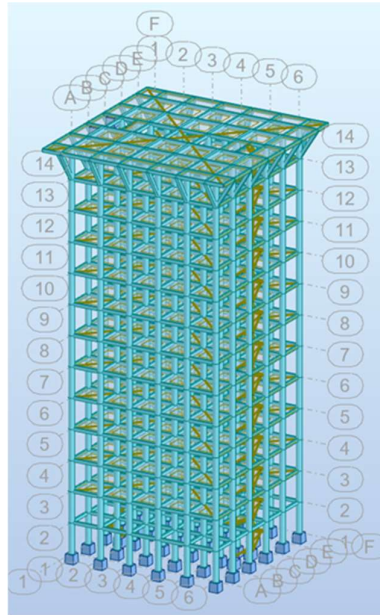
$$860.489,73 = d^2$$

$$d = 927,62 \approx 1000 \text{ mm}$$

Jadi dimensi kolom yang digunakan adalah diameter 1000 mm.

Pemodelan Dan Pembebanan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan *software* Robot Structure Analysis. Pemodelan yang sudah dilakukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo

Pembebanan struktur menggunakan SNI 1727:2020 tentang Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung. Beban-belan yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut:

1. Beban mati

Beban mati ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 1. Beban Mati Struktur

Jenis Beban Mati	Komponen Gedung	Tebal/Tinggi (m)	Berat Jenis (kg/m^3)	Beban Mati (kN/m^2)
DL1	Semua elemen struktur			Didapat dari aplikasi
DL2 (Beban Lantai)	Keramik + Mortar			0.2
	Saluran Mekanikal			0.05
	Rangka plafon			0.1
	Plafon	12	0.008	0.096
	Total			0.446
DL2 (Beban Atap Dak)	Berat spesi			0.22
	Lapisan Waterproof			0.002
	Saluran Mekanikal			0.2
	Sistem sprinkler			0.3
	Rangka plafon			0.1
	Plafon	12	0.008	0.096
	Total			0.918

2. Beban hidup

Beban Hidup ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Beban Hidup Struktur

Hunian atau Penggunaan	Merata (kN/m^2)	Izin Reduksi
Ruang Kantor	2,4	Ya
Tempat Rekreasi (Museum)	3,59	Tidak
Hotel	4,79	Tidak
Tangga	4,79	Ya

3. Beban angin

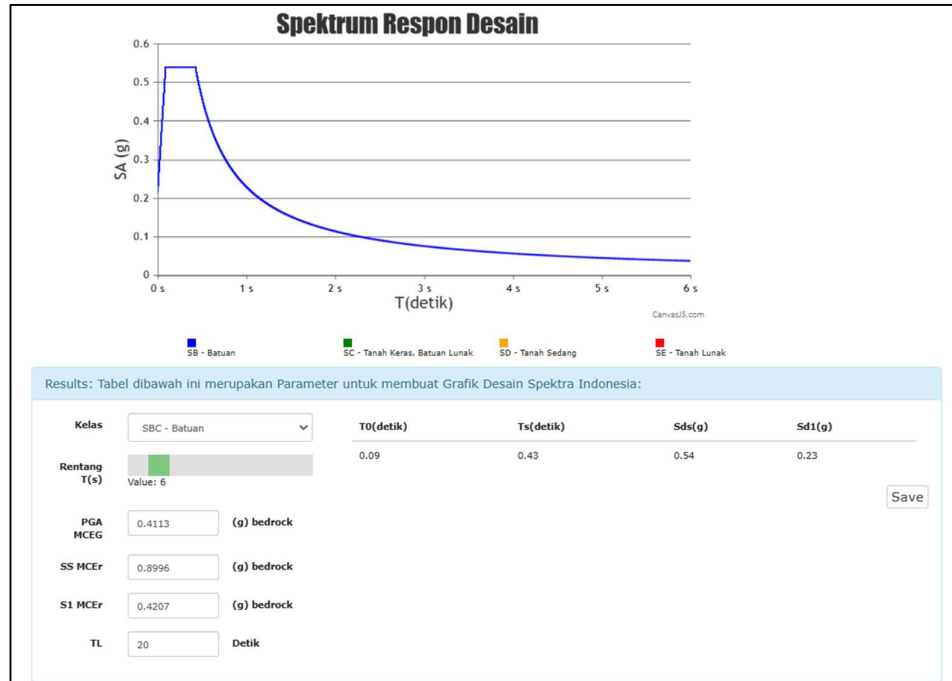
Beban angin dapat dihitung secara otomatis oleh *software* Robot Structure Analysis versi 2021 dengan menginput data kecepatan angin dasar dan arah datangnya angin.

4. Beban air hujan

$$\begin{aligned}
 R &= 0,0098 (d_s + d_n) \\
 &= 0,0098 (30+20) \\
 &= 0,49 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

5. Beban gempa

Beban gempa juga dapat dihitung secara otomatis oleh *software* Robot Structure Analysis versi 2021 dengan memasukan data parameter gempa bumi. Parameter gempa untuk Kabupaten Ponorogo bisa dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Nilai Parameter Gempa Kabupaten Ponorogo

Pengecekan Struktur

1. Evaluasi jumlah ragam

Berdasarkan software Robot Structure Analysis 2021 jumlah ragam sudah melebihi 90% jadi sudah memenuhi syarat. Evaluasi jumlah ragam mengacu seberapa besar massa dari seluruh struktur yang berkontribusi terhadap respons gempa.

2. Evaluasi simpangan antar tingkat

Simpangan izin:

$$\begin{aligned}
 \Delta_a &= 0,010 \times h_{sx} \\
 &= 0,010 \times 5000 \\
 &= 50 \text{ mm} \\
 &= 50 / (\rho = 1,3) \\
 &= 38,46
 \end{aligned}$$

Nilai Balok B1 dibesarkan (350 x 700)

Tabel 3. Simpangan Antar Tingkat

Lantai	Tinggi (mm)	Perpindahan (mm)		Perpindahan elastik (mm)		Story Drift (mm)		Cek Simpangan > Simpangan izin	
		x	y	x	y	x	y	x	y
13	5000	169	167	338	334	14	14	OK	OK
12	5000	162	160	324	320	18	18	OK	OK
11	5000	153	151	306	302	22	22	OK	OK
10	5000	142	140	284	280	26	26	OK	OK
9	5000	129	127	258	254	28	26	OK	OK
8	5000	115	114	230	228	28	30	OK	OK

Lantai	Tinggi (mm)	Perpindahan (mm)		Perpindahan elastik (mm)		Story Drift (mm)		Cek Simpangan > Simpangan izin	
		x	y	x	y	x	y	x	y
7	5000	101	99	202	198	32	30	OK	OK
6	5000	85	84	170	168	32	32	OK	OK
5	5000	69	68	138	136	32	30	OK	OK
4	5000	53	53	106	106	32	32	OK	OK
3	5000	37	37	74	74	30	32	OK	OK
2	5000	22	21	44	42	28	26	OK	OK
1	5000	8	8	16	16	16	16	OK	OK

3. Analisa pengaruh P-delta

$$\Theta_{maks} = \frac{0,5}{\beta cd} \leq 0,25$$

$$= \frac{0,5}{1 \times 3} \leq 0,25$$

$$= 0,1667 \leq 0,25$$

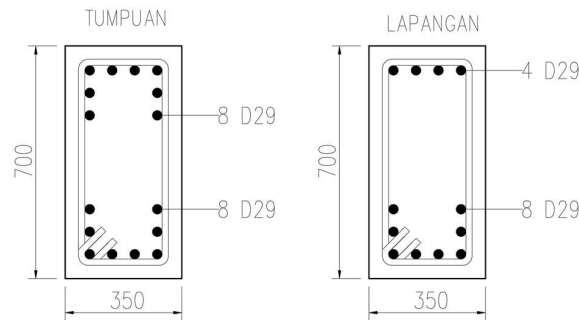
Dari hasil perhitungan diperoleh nilai koefisien stabilitas kurang dari 0,1 dan tidak melebihi koefisien stabilitas maksimal, sehingga pengaruh P Delta dapat diabaikan.

Desain Struktur Beton Bertulang

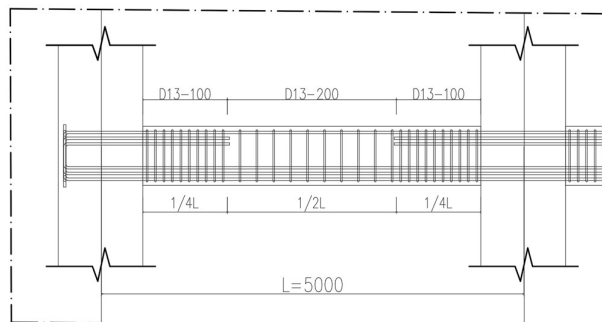
Pada modifikasi struktur Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo digunakan bantuan software Robot Struktur Analysis versi 2021 dengan perhitungan kebutuhan tulangan dihitung secara manual berdasarkan SNI 2847:2019.

1. Desain struktur balok induk (B1)

Hasil dari perhitungan struktur balok di dapatkan jumlah tulangan tumpuan atas 8 D29, tulangan tumpuan bawah 8 D29, tulangan lapangan atas 4 D29, tulangan lapangan bawah 8 D29, tulangan sengkang tumpuan D19-100, dan tulangan sengkang lapangan D13-200.



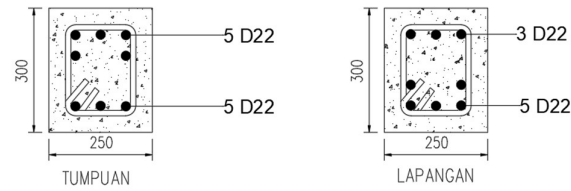
Gambar 4. Detail Penulangan Balok (B1)



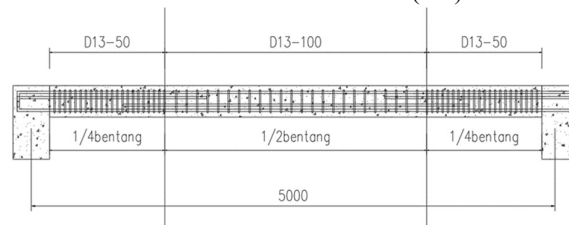
Gambar 5. Detail Penulangan Balok B1

2. Desain struktur balok anak (BA)

Hasil dari perhitungan struktur balok di dapatkan jumlah tulangan tumpuan atas 5 D22, tulangan tumpuan bawah 3 D22, tulangan lapangan atas 3 D22, tulangan lapangan bawah 5 D22, tulangan sengkang tumpuan D13-50, dan tulangan sengkang lapangan D13-100.



Gambar 6. Detail Balok Anak (BA)



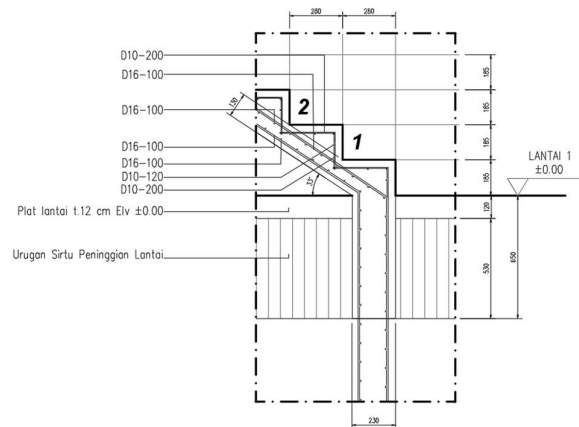
Gambar 7. Detail Balok Anak (BA)

3. Desain struktur pelat lantai

Hasil dari penulangan pelat lantai didapatkan tulangan tumpuan arah X D13-150, tulangan lapangan arah X D13-150, tulangan tumpuan arah Y D13-150, tulangan lapangan arah Y D13-150, dan tulangan bagi D13-300.

4. Desain struktur pelat tangga

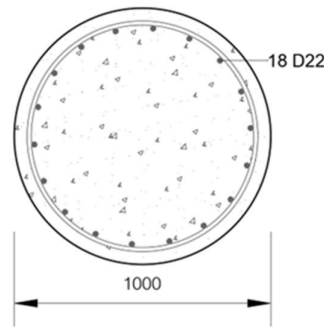
Hasil penulangan pelat tangga utama dari hasil perhitungan didapatkan yaitu D16-100 dan untuk pelat bordes didapatkan D16-100.



Gambar 8. Detail Penulangan Tangga

5. Desain struktur kolom

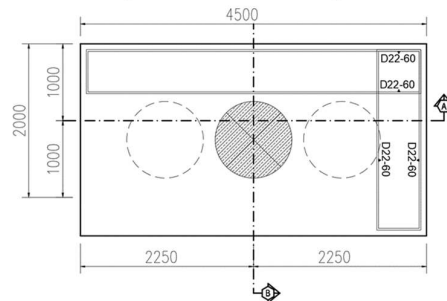
Hasil dari perhitungan struktur kolom didapatkan jumlah tulangan longitudinal kolom 18 D22, tulangan sengkang tumpuan dipasang D16-100, dan tulangan sengkang lapangan D16-100.



Gambar 9. Detail Penulangan Kolom

6. Desain struktur pondasi

Hasil modifikasi struktur pondasi Monumen dan Museum Reog Ponorogo adalah menggunakan pondasi *bored pile* diameter 1000 mm dengan panjang 19 m menghasilkan daya dukung tiang tunggal 8.313 kN serta daya dukung tiang kelompok sebesar 16.590 kN. Untuk struktur *pilecap* memiliki dimensi lebar 2500 mm, panjang 4500, dan tinggi 1500 mm digunakan tulangan diameter 22 mm jarak 60 mm.



Gambar 10. Detail Penulangan Pondasi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan desain elemen struktur Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo pada pembahasan sebelumnya, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Preliminary design pada modifikasi struktur Gedung Monumen dan Museum reog ponorogo dihasilkan sebagai berikut:
 - Dimensi penampang balok induk yaitu 300/500 mm
 - Penampang balok anak yaitu 250/300 mm
 - Penampang kolom bulat dengan diameter 1000 mm dengan tinggi kolom 5 m
 - Ketebalan pelat lantai adalah 120 mm
2. Analisis pembebanan pada modifikasi struktur Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo terdiri dari:
 - Beban mati struktur meliputi berat sendiri struktur, beban pelat lantai sebesar 0,446kN/m, beban atap dak sebesar 0,918 kN/m, beban mati dinding 11,75 kN/m, dan beban rangka patung sebesar 1.8432 kN.
 - Beban hidup pada pelat lantai dan pelat tangga diambil sebesar 4,79 kN/m²
 - Beban angin diambil dari tekanan angin diambil paling besar, yaitu 0,0169 kN/m².
 - Beban air hujan dari perhitungan didapatkan sebesar 0,49 kN/m².
 - Beban gempa digunakan analisis dinamik melalui spektrum respon desain.
3. Desain elemen struktur Gedung Monumen dan Museum Reog Ponorogo menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah sebagai berikut:
 - Struktur Balok Induk (B1)
Balok Induk (B1) memiliki dimensi 350x700 mm, mutu beton 30 MPa, mutu baja 420 MPa, di daerah tumpuan didesain sebagai balok tulangan rangkap dengan jumlah tulangan atas 8 buah diameter 29 mm

serta tulangan bawah sebanyak 8 buah diameter 29 mm. Kemudian di daerah lapangan didesain sebagai balok tulangan rangkap dengan jumlah tulangan atas sebanyak 4 buah diameter 29 mm dan tulangan bawah 8 buah diameter 29 mm. Untuk tulangan transversal balok di daerah tumpuan menggunakan tulangan diameter 13 mm dengan jarak 100 mm, sedangkan pada daerah lapangan digunakan tulangan diameter 13 mm dengan jarak 200 mm.

– Struktur Balok Anak (BA)

Struktur Balok Anak (BA) memiliki dimensi 250x 300, mutu beton 30 MPa, mutu baja 420 MPa, di daerah tumpuan didesain sebagai balok tulangan rangkap dengan jumlah tulangan atas 5 buah diameter 22 mm serta tulangan bawah sebanyak 3 buah diameter 22 mm. Kemudian di daerah lapangan didesain sebagai balok tulangan rangkap dengan jumlah tulangan atas sebanyak 3 buah diameter 22 mm dan tulangan bawah 5 buah diameter 22 mm. Untuk tulangan transversal balok di daerah tumpuan menggunakan tulangan diameter 13 mm dengan jarak 50 mm, sedangkan pada daerah lapangan digunakan tulangan diameter 13 mm dengan jarak 100 mm.

– Struktur Kolom

Kolom Bulat memiliki dimensi 1000 mm, mutu beton 30 MPa, mutu baja 420 MPa, didesain menggunakan tulangan utama sebanyak 18 buah diameter 22 mm. Untuk tulangan sengkang menggunakan Sengkang spiral di daerah tumpuan kolom menggunakan diameter 16 mm dengan jarak 100 mm serta di daerah lapangan menggunakan diameter 16 mm dengan jarak 100 mm.

– Struktur Pelat lantai (S1)

Pelat lantai (S1) memiliki mutu beton 30 MPa, dan mutu baja 420 MPa menggunakan tulangan utama diameter 13 mm dengan jarak 150 mm arah X serta menggunakan tulangan bagi diameter 13 mm dengan jarak 300 mm. Kemudian tulangan arah Y menggunakan diameter 13 mm jarak 150 di tulangan utama serta diameter 13 mm jarak 300 mm di tulangan bagi.

Struktur tangga berupa bordes dan pelat tangga, mutu beton 30 MPa, dan mutu baja 420 MPa menggunakan penulangan diameter 16 mm jarak 100 mm untuk arah X serta penulangan diameter 16 mm dengan jarak 100 mm untuk arah Y.

4. Hasil perhitungan struktur pondasi Monumen dan Museum Reog Ponorogo adalah menggunakan pondasi *bored pile* diameter 1000 mm dengan panjang 19 m menghasilkan daya dukung tiang tunggal 8.313 kN serta daya dukung tiang kelompok sebesar 16.590 kN. Untuk struktur *pilecap* memiliki dimensi lebar 2500 mm, panjang 4500, dan tinggi 1500 mm digunakan tulangan diameter 22 mm jarak 60 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari, S. (2023). *Naskah Akademik Rancangan Peraturan Daerah Kabupaten Ponorogo Tentang Pengendalian dan Pengawasan Terhadap Peredaran Minuman Beralkohol Perspektif Maqāsid Sharī'ah* (Doctoral dissertation, IAIN Ponorogo).
- [2] Badan Standarisasi Nasional. (2019a). SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2019b). SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (2020a). SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 8900:2020 Panduan Desain Sederhana Untuk Bangunan Beton Bertulang.
- [6] Xiao, J., & Zhang, C. (2008). Seismic behavior of RC columns with circular, square and diamond sections. *Construction and Building Materials*, 22(5), 801-810.
- [7] JSCE, JSCE Guidelines for Concrete: Standard Specifications for Concrete Structures, 15th ed. Japan Society of Civil Engineers, (2007)
- [8] Ali Ahmed, Ahmed Mohammed Youssef Mohammed, Koichi Maekawa. (2021). Performance Comparison of High Strength Reinforced Concrete Circular and Square Columns Subjected to Flexural Controlled Cyclic Loading. *Civil Engineering Journal*. (E-ISSN: 2476-3055; ISSN: 2676-6957). Vol. 7, No. 01, January, 2021