

Perencanaan Gedung Pasar Seni 5 Lantai Di Kabupaten Jepara

Mochapriya Mikisetya Kuntoro^{1*}, Decky Rochmanto², Ariyanto³

Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara¹²³

Email: sepictetus@gmail.com.

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 1 Agustus 2022 Diperbaiki : 20 Agustus 2022 Disetujui : 11 September 2022 Keywords: Alignment, Horizontal, Quantitative, PPV Kata kunci: Alinyemen, Horizontal, Kuantitatif, PPV	<i>Infrastructure is very important for the economic development of the community, Jepara Regency does not have a high-rise market building infrastructure of more than 3 floors, so planning the structure of the 5-art market in SCJ Jepara Regency is in an effort to provide discourse to the relevant government in planning the structure of high-rise buildings. Planning the structure of this building is based on the rules of the Indonesian National Standard including: SNI 03 2847 2002 (procedures for calculating concrete structures for buildings), PPIUG 1983 (Indonesian loading regulations for buildings), SNI 03 1726 2012 (earthquake resistance planning procedures for building structures buildings and non-buildings). Based on the results of the planning of the building, a roof frame using reinforced concrete plates was obtained. The concrete used is 25 MPa and reinforcement iron is used in the quality of 400 MPa. Floor plate with two way slabs system at 12 cm thickness and reinforcement in the direction of X D10-200 and Y direction D10-250. Calculation of the beam obtained the main beam dimensions 35x65 cm with reinforcement 9D19 support and 6D19 field reinforcement with sengkang pedestal D10-150 and Dengkang D10-200 field, for children's beam dimensions 40x20 cm with reinforcement 5D19 and 4D19 pitch reinforcement with pedestal D10-150 and dengkang field D10-200. K1 column dimensions 70x70 cm with reinforcement 20D19 with stirrup D12-150,. Pile foundation obtained 9 stakes supporting 1 column with a depth of -6 meters and a diameter of 40x40 cm</i> Abstrak Infrastruktur adalah hal yang sangat penting bagi kemajuan perekonomian masyarakat, Kabupaten Jepara belum memiliki infrastruktur gedung pasar tinggi lebih dari 3 lantai, sehingga perencanaan pasar seni 5 lantai di SCJ Kabupaten Jepara merupakan dalam upaya memberikan wacana pada pemerintah terkait dalam merencanakan struktur gedung bertingkat tinggi. Perencanaan struktur gedung ini didasarkan pada peraturan Standar Nasional Indonesia diantaranya : SNI 03 2847 2002 (tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung), PPIUG 1983 (peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung), SNI 03 1726 2012 (tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung). Berdasarkan hasil perencanaan bangunan maka diperoleh rangka atap menggunakan pelat beton bertulang. Beton yang digunakan adalah 25 Mpa dan besi tulangan digunakan mutu 400 Mpa. Pelat lantai dengan sistem TWS pada ketebalan 12 cm serta tulangan pada arah X D10-200 dan arah Y D10-250. Perhitungan balok didapatkan balok induk dimensi 35x65 cm dengan tulangan tumpuan 9D19 dan tulangan lapangan 5D19 dengan sengkang tumpuan D10-150 dan sengkang lapangan D10-200, untuk balok anak dimensi 20x40 cm dengan tulangan tumpuan 5D19 dan tulangan lapangan 4D19 dengan sengkang tumpuan D10-150 dan sengkang lapangan D10-200. Kolom K1 dimensi 70x70 cm dengan tulangan 20D19 dengan sengkang D12-150. Pondasi tiang pancang didapat 9 pancang menopang 1 kolom dengan kedalaman -6 meter dan diameter 40x40 cm.

1. Pendahuluan

Perancangan gedung pasar seni 5 lantai di SCJ Jepara yang aman agar tidak mengakibatkan adanya korban jiwa menjadi sebuah keharusan dalam perancangan suatu gedung, terutama pada bangunan gedung pasar seni. Analisa dan desain struktur perlu diperhatikan dalam suatu pembangunan gedung, karena dengan itu dapat menghasilkan bangunan yang aman dan ekonomis [1]. Jika memakai analisa manual memerlukan waktu yang lama dan kurang efektif sehingga perlu digunakan program komputer untuk menghemat waktu [2].

2. Metode

Dalam merencanakan suatu gedung, ada tahapan harus dilakukan. Dari pengumpulan data yang dibutuhkan dalam perencanaan, studi literatur untuk gedung, dilanjutkan perencanaan struktur utama gedung. Setelah semua perhitungan struktur selesai maka selanjutnya dianalisis pada program SAP 2000 diteruskan dengan dibuat gambar kerja. Sebelum itu semua tentu ada tahap persiapan sebagai berikut [3], [4] :

1. Survey lokasi untuk menentukan gambaran umum proyek [5].
2. Studi pustaka untuk menentukan garis besar proses perencanaan.
3. Menentukan kebutuhan data.
4. Survey pada instansi untuk dijadikan narasumber data.
5. Pemilihan tipe struktur [6]

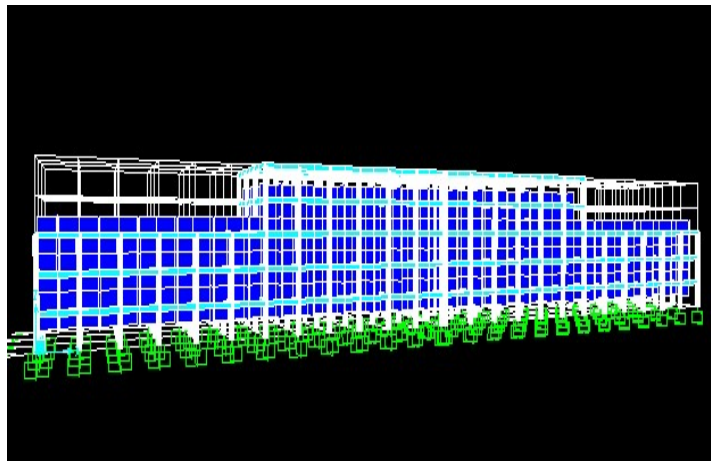
a. Metode Pengumpulan Data

Untuk perencanaan sebuah gedung bertingkat tinggi, diperlukan tahapan analisis yang teliti mulai dari pengumpulan data atau informasi yang dibutuhkan serta teori maupun alat bantu untuk melakukan analisis yang matang. Berikut adalah jenis data yang akan digunakan antara lain [7]:

1. Data Primer
Sebuah data yang diperoleh dari lapangan seperti pengukuran maupun pengujian terkait.
2. Data Sekunder
Data yang didapat dari kumpulan literatur buku maupun arsip-arsip tertentu yang berkaitan dengan perencanaan maupun analisa struktur

b. Metode Struktur Dengan SAP 2000

SAP 2000 merupakan program yang diciptakan guna membantu perhitungan analisis struktur statik maupun dinamik, saat melakukan desain penampang bertulang maupun struktur baja, SAP 2000 juga menyediakan metode antar muka yang secara grafik mudah digunakan dalam proses penyelesaian struktur. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut [8], [9]:



Gambar 1. Permodelan Struktur

Perencanaan struktur gedung diawali dengan penginputan data gambar dengan penggambaran sistem struktur gedung pada program SAP 2000 yang meliputi balok, kolom plat, rangka atap gording tangga bordes dan pondasi yang berdasarkan gambar rencana.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Perhitungan Pelat Atap

Pada struktur plat menggunakan material beton bertulang dengan mutu beton yang telah ditentukan sesuai perencanaan direncanakan $f'_c = 25$ MPa [10], [11] dan mutu baja tulangan utama menggunakan baja $f_y = 400$ MPa [12]. Untuk pembebanan sesuai dengan PPIUG 1983 [13] dan sesuai perencanaan yaitu pembebanan untuk perencanaan gedung pasar dan bangunan umum.

1) Pembebanan Pelat Atap

❖ Beban Mati :

1. Berat jenis beton = 2400 kg/m³
2. Berat plafond = 18 kg/m²
3. Berat instalasi ME = 10 kg /m²
4. Beban hujan = 50 kg / m²

❖ Beban Plat Atap :

1. Beban Akibat berat sendiri plat
 $0,10 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$
2. Beban Plafon = 18 kg/m²
3. Berat ME = 10 kg/m²
4. Total Beban Mati (DL) = 268 kg/m²

❖ Beban Hidup

Menurut Peraturan Muatan Indonesia 1970 N.I - 18 (PMI) [14], untuk lantai gedung pasar yaitu 250 kg/m dan atap 100 kg/m.

❖ Beban Hujan

Menurut Pedoman Dasar Perencanaan Pembebanan untuk gedung [8], SKBI - 1.353 - 1987 untuk beban air hujan (40-0,8 α) dimana α sudut kemiringan atap karena $\alpha = 0$, Maka RL = 40 kg/m

Kombinasi beban :

1. WDL = 268 kg/m
2. WLL LANTAI = 250 kg/m
3. WLL ATAP = 100 kg/m
4. WRL = 40 kg/m

❖ Plat Atap

Wu (beban rencana terfaktor)

$$= 1,2 \cdot DL + 1,6 \cdot LL + 0,5 \cdot WRL$$

$$= (1,2 \times 268) + (1,6 \times 100) + (0,5 \times 40)$$

$$= 501,6 \text{ kg/m}^2$$

2) Tinggi Efektif

Perencanaan diameter tulangan $\emptyset = 10 \text{ mm}$. Berdasarkan RSNI tata cara perencanaan struktur beton bertulang untuk bangunan gedung [15].

1. untuk beton yang tidak langsung berhubungan dengan tanah dan cuaca tebal selimut aman = 20 mm
2. untuk beton yang tidak langsung berhubungan dengan tanah dan cuaca adalah 40 mm

Tetapi untuk keamanan tebal selimut beton 20 mm untuk pelat atap.

❖ Plat Atap yang digunakan tebal 100 mm

1. Tinggi efektif arah x (dx)

$$Dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset x = 100 - 20 - \frac{1}{2} \times 10 = 75 \text{ mm}$$

2. Tinggi efektif arah y (dy)

$$Dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset y - \emptyset y = 100 - 20 - \frac{1}{2} \times 10 - 10 = 65 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Plat Lantai

Struktur Plat yang digunakan lantai adalah beton bertulang dengan mutu beton yang sudah diperhitungan $f'c = 25 \text{ MPa}$ [16] [17] dan mutu baja utama dibuat menggunakan baja tulangan dengan $f_y = 400 \text{ MPa}$ [12]. Untuk pembebanan sesuai dengan PPIUG 1983 dan sesuai perencanaan yaitu pembebanan untuk pasar dan bangunan umum.

1) Pembebanan Pelat Lantai

❖ Beban Mati

1. Berat jenis beton = 2400 kg/m³

- 2. Berat keramik = 24 kg/m³
- 3. Berat spesi = 42 kg/m²
- 4. Berat plafond = 18 kg/m²
- 5. Berat instalasi ME = 10 kg /m²

❖ Beban Hidup :

Indonesia 1970 N.I – 18 (PMI) Lantai Pasar = 250 kg/m²

❖ Tebal yang direncanakan untuk Pelat lantai :

$$h(\text{min}) \geq \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} = \frac{4000(0,8 + \frac{400}{1500})}{36 + 9(1,33)} = 91,02 \text{ mm}$$

$$h(\text{min}) \geq \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{4000(0,8 + \frac{400}{1500})}{36} = 121,11 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal (h)} = 120 \text{ mm}$$

Berat pelat per meter tebal

$$0,120 \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Berat keramik} = 24 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat spesi per meter} = 42 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat plafond} = 18 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Instalasi listrik} = 10 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total Beban Mati (DL)} = 382 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1,2DL + 1,6LL$$

$$= (1,2 \times 382) + (1,6 \times 250)$$

$$= 858,4 \text{ Kg/m}^2$$

c. Perhitungan Balok

analisa mengenai gaya dalam yang bekerja pada balok seperti momen, geser, normal, maupun torsi yang telah dihitung dan dianalisa dengan program SAP2000. Dimana hasil dari output program digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan pokok dan tulangan geser

1) Perhitungan Balok Induk

❖ Identifikasi Data Perencanaan :

$$\text{Tinggi Balok (h)} = 650 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Balok (b)} = 350 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut Beton (p)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi D Tulangan Pokok} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi } \emptyset \text{ Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu Beton} = 25 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu Tulangan Pokok (fy)} = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu Tulangan Sengkang (fy)} = 240 \text{ MPa}$$

Dari analisa SAP2000 didapat :

$$\text{Momen tumpuan} = 486,63 \text{ kNm}$$

$$\text{Momen lapangan} = 183,88 \text{ kNm}$$

❖ Perhitungan Tulangan Utama Lapangan

- Perhitungan tinggi efektif balok

$$= h - (p + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan pokok})$$

$$= 650 - (30 + 10 + 10)$$

$$= 600$$

- Menentukan Rasio Tulangan

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
 &= \frac{608,29}{0,80} \\
 &= 608,29 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{dimana, } \phi = 0,80 \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{608,29}{350 \times 600^2} \\
 &= 4,83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 f_c} \\
 &= 18,82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f_c}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600+f_y} \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \times 0,85 \times \frac{600}{600+400} \\
 &= 0,0271
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0271 \\
 &= 0,0203
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{18,82} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,82 \cdot 3,10}{400}} \right) \\
 &= 0,0139
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ maka ρ yang akan dipakai

$$A_{s_{lx}} = \rho \times b \times d = 0,0139 \times 350 \times 600 = 2915,48 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 1,4 \rho b d = 1,4 \times 0,0035 \times 350 \times 600 = 735 \text{ mm}^2$$

Luas tampang tulangan

As pasang = jumlah tulangan X luas tulangan

$$= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \right) \times 10 \times 314 = 3140 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 10D19 dengan as terpasang 3140 mm²

2) Penulangan Balok Anak

❖ Identifikasi Data perencanaan balok :

Tinggi Balok (h) = 400 mm

Lebar Balok (b) = 200 mm

Selimut Beton (p) = 30 mm

Asumsi D Tulangan Pokok = 20 mm

Asumsi Ø Sengkang = 10 mm

Mutu Beton = 25 MPa

Mutu Tulangan Pokok (fy) = 400MPa

Mutu Tulangan Sengkang (fy) = 240MPa

Dari analisa SAP2000 didapat :

Momen tumpuan = 1365,37 kNm

Momen lapangan = 1161,50 kNm

❖ Perhitungan Utama Daerah Lapangan

Perhitungan tinggi efektif balok

$$\begin{aligned}
 D &= h - (p + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan pokok}) \\
 &= 400 - (30 + 10 + 20) \\
 &= 350
 \end{aligned}$$

❖ Menentukan rasio tulangan

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
 &= \frac{1365,37}{0,80} \\
 &= 1706,72 \text{ kNm} \\
 &\text{dimana, } \phi = 0,80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{137,58}{200 \times 350} \\
 &= 69,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{f_y}{0,85 f'_c} \\
 &= 18,82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times 0,85 \times \frac{600}{600 + 400} \\
 &= 0,0271
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0271 \\
 &= 0,0203
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{18,82} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,82 \cdot 69,66}{400}} \right) \\
 &= 0,0077
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ maka ρ perlu yang akan dipakai :

$$As_{lx} = \rho \times b \times d = 0,077 \times 200 \times 350 = 1422,42 \text{ mm}^2$$

$$As_{\min} = 1,4 \rho \cdot b \cdot d = 1,4 \times 0,077 \times 200 \times 350 = 245 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas tumpang tumpuan : } As = \text{jumlah tulangan} \times \text{luas} = 5 \times 314 = 1570 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan 5D19 dengan as terpasang } 1416,92 \text{ mm}^2$$

d. Perhitungan Kolom

Analisis gaya dalam yang terjadi pada kolom dihitung dengan bantuan software SAP2000. Hasil analisis pada kolom digunakan untuk menentukan tulangan pokok dan tulangan geser / sengkang berdasarkan SNI 03-2847-2002 [9].

Karakteristik material

Kuat tekan beton (f'_c) = 25 MPa ; Mutu tulangan pokok f_y = 400 MPa (Ulir = 20 mm) ; Mutu sengkang 240 MPa (polos $\emptyset$ = 10 mm). Perhitungan Tulangan Kolom Dari analisa software SAP2000 diperoleh berdasarkan besarnya gaya dalam kolom tipe K1 sebagai berikut :

$$M1 = 433,33 \text{ KNm ;}$$

$$M2 = 316,63 \text{ KNm}$$

$$Vu = 126,47 \text{ KNm}$$

$$P_u = 5160,92 \text{ KNm}$$

Perhitungan Tulangan Pokok

- Lebar Kolom (b) = 700 mm
- Panjang Kolom (h) = 700 mm
- Selimut Beton (p) = 50 mm
- D Tulangan Pokok = 20 mm
- Ø Sengkang = 10 mm

$$D' = p + \left(\frac{1}{2} \phi \text{ tulangan pokok}\right) + \phi \text{ sengkang} = 70 \text{ mm}$$

$$D = h - d' = 700 - 70 = 630 \text{ mm}$$

1) Kekakuan Kolom Dan Balok

- ❖ Dimensi kolom yang ditinjau 700 mm x 700 mm

$$\text{Tinggi kolom (Lk)} = 4000 \text{ mm}$$

- $E_c = 4700 \sqrt{25}$
 $= 23500 \text{ N/mm}^2$
- $I_g = \frac{1}{12} \times 700 \times 700^3$
 $= 2 \times 10^{10} \text{ mm}^4$

$$\text{Total beban mati per lantai (D)} = 5060,11 \text{ ton}$$

$$\text{Total beban hidup per lantai (L)} = 16431,95 \text{ ton}$$

- $\beta_d = \frac{1,2 D}{1,2 D + 1,6 L}$
- $\beta_d = \frac{1,2 \times 5060,11}{1,2 \times 5060,11 + 1,6 \times 16431,96}$
 $= 0,188$

- ❖ Peninjauan ujung atas kolom EI

Kolom K1 (700 x 700mm)

- EI kolom = $\frac{\frac{E_c I_g}{2,5}}{1 + \beta}$
 $= \frac{\frac{23500 \times 2 \times 10^9}{2,5}}{1 + 0,74}$
 $= 1,08 \times 10^{14} \text{ KNm}^2$

Peninjauan ujung bawah EI kolom = tidak ada kolom terjepit penuh

- ❖ Peninjauan ujung atas EI balok

Balok B1, dengan panjang (Lb) = 8000mm dimensi 350x650 mm,

- $I_g = \frac{1}{12} \times 300 \times 600^3 = 8,01 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- EI balok = $\frac{\frac{E_c I_g}{5}}{1 + \beta}$
 $= \frac{\frac{23500 \times 8,01 \times 10^9}{5}}{1 + 0,74}$
 $= 2,16 \times 10^{13} \text{ KNm}^2$

Peninjauan ujung bawah EI balok = tidak ada balok terjepit penuh

2) Faktor Panjang Efektif

- ❖ Kolom tipe K1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Psi (\text{ujung atas}) &= \frac{\sum EI_{\text{kolom/LK}}}{\sum EI_{\text{balok/Lb}}} \\ &= \frac{\frac{1,08 \times 10^{14}}{4}}{\frac{2,16 \times 10^{13}}{8}} \\ &= 10,0 \end{aligned}$$

$$\Psi (\text{ujung bawah}) = 0 \text{ (terjepit penuh)}$$

Dari nomogram struktur tanpa pengaku SNI-03-2847-2002 diperoleh $K = 1,2$

3) Faktor Pembesaran Moment

❖ Pada struktur portal bergoyang pengaruh kelangsingan dapat diabaikan apabila,

$$\begin{aligned} - \frac{Klu}{r} &\leq 34-12 \left[\frac{M_1}{M_2} \right] \\ &\leq 34-12 \left[\frac{M_1}{M_2} \right] \\ &\leq 34-12 \left[\frac{433,33}{316,63} \right] = 17,58 \end{aligned}$$

$$\frac{Klu}{r} = 22,86$$

$$\frac{1,2 \times 4000}{0,3 \times 700} = 22,86 > 17,86 \text{ maka diperhitungkan pengaruh kelangsingan}$$

❖ Komponen tekan struktur direncanakan menggunakan P_u beban aksial terfaktor dan M_c momen diperbesar.

$$\begin{aligned} - P_c &= \frac{\pi^2 EI \text{ kolom}}{(Kl Lu)^2} \\ &= \frac{\pi^2 \times 1,08 \times 10^{14}}{(1,2 \times 4)^2} \\ &= 4,62 \times 10^{13} \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \tilde{O}_s M_s &= \frac{M_s}{1 - \frac{\sum p_u}{0,75 \sum p_c}} \\ &= \frac{433,33}{1 - \frac{5160,9}{0,75 \times 4,62 \times 10^{13}}} \\ &= 433,3 \text{ KNm} \end{aligned}$$

4) Tulangan Kolom

❖ Nilai P_u dan M_u

$$P_n = 7939,88 \text{ KN}$$

$$M_u = 395,79 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} - e_{t \text{ min}} &= 15 + 0,03 h \\ &= 15 + 0,03 \cdot 700 \\ &= 36 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - e_t &= \frac{M_u}{P_u} \\ &= \frac{433,3}{5160,92} \\ &= 83,96 \text{ mm} > e_{t \text{ min}} \end{aligned}$$

❖ Dengan peninjauan tulangan terbagi rata pada sisi-sisi penampang :

$$\begin{aligned} - \frac{P_n}{0,85 f'_{c.Agr}} &= \frac{7939,88}{0,85 \times 25 \times 700^2} \\ &= 0,76 > 0,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - e &= 83,96 ; \frac{e_t}{h} = \frac{83,96}{700} = 0,12 \\ \frac{P_n}{0,85 f'_{c.Agr}} \times \frac{e_t}{h} &= 0,76 \times 0,12 = 0,091 \end{aligned}$$

$$\text{Ditetapkan } \frac{d^1}{h} = \frac{70}{700} = 0,1$$

Menurut grafik dan tabel perencanaan beton bertulang didapat harga $r = 0,012$ Untuk $f'_{c} = 25 \text{ MPa}$; $\beta = 1,2$; $\rho = r \times \beta = 0,014$. As total adalah $= \rho \times Agr = 0,014 \times 700^2 = 7056 \text{ mm}^2$

Maka tulangan yang dipakai adalah 25 D120 ($A_s = 7222 \text{ mm}^2$). As terpasang $>$ As total $7222 > 7056$ Ok

Berdasarkan SAP2000

Untuk $f'_{c} = 25 \text{ MPa}$; $f_y = 400$; $f_{ys} = 240$ untuk $A_s = 1,157 \%$

Faktor over stres kolom 70x70 sebesar 1,25 %, As total adalah 5668 mm^2

Maka tulangan yang memadai adalah 20D19 ($A_s = 5668 \text{ mm}^2$)

Digunakan tulangan 20D19 dengan as terpasang 5668 mm^2

5) Perhitungan Sengkang

- ❖ Berdasarkan SNI-03-1726-2002 perencanaan penampang berdasarkan gaya geser harus didasarkan pada :

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Gaya dalam yang terjadi pada kolom setelah pembesaran pada gaya gempa yang terjadi sebesar:

$$P_u = 5160,92 \text{ KN}$$

$$V_u = 126,47 \text{ KN}$$

Kuat geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial (SNI03-1726-2002[15])

$$\begin{aligned} V_c &= \phi \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \left(\frac{\sqrt{f_c}}{6} \right) b.d \\ &= 0,75 \left(1 + \frac{5160,92 \times 10^3}{14.700 \times 700} \right) \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \right) 700.630 \\ &= 482,98 \text{ KN} \end{aligned}$$

Dan tidak boleh lebih dari :

$$\begin{aligned} V_c \text{ maks} &= \phi 0,3 \sqrt{f_c} b.d \sqrt{1 + \frac{0,3 P_u}{A_g}} \\ &= 0,75 0,3 \sqrt{25} 700.630 \sqrt{1 + \frac{0,3 \times 5160,92}{700 \times 700}} \\ &= 496,9 \text{ KN} \end{aligned}$$

Diambil nilai terkecil $V_c = 496,9$

Karena $V_u < V_c$ penampang tidak memerlukan tulangan geser, maka digunakan luas tulangan geser minimum:

$$\begin{aligned} A_v \text{ min} &= \frac{75 \sqrt{f_c} b.s}{1200 f_y} \geq A_v \frac{1}{3} \frac{b.s}{f_y} \\ A_v \text{ min} &= 911,45 \text{ mm}^2 < 972,22 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka diambil $A_v \text{ min} = 972,22 \text{ mm}^2$

Maka digunakan tulangan Ø12-100

$$\begin{aligned} A_v \text{ terpasang} &= \text{luas tulangan} \times \left(\frac{1000}{\text{jarak sengkang}} \right) \\ &= \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \right) \times \left(\frac{1000}{100} \right) \\ &= 981,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_v \text{ terpasang} > A_v$$

$$981,25 \text{ mm}^2 > 972,22 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10-100 dengan $a_v \text{ terpasang} 981,25 \text{ mm}^2$

e. Perhitungan Tangga

$$\text{Selisih tinggi lantai} = 400 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang ruang tangga} = 260 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar bordes} = 240 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang bordes} = 600 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar tangga} = 300 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi optrade} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar antrede} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah anak tangga} = \frac{260}{20} = 13 \text{ anak tangga}$$

$$\text{Syarat kenyamanan} = 60 < (2 \cdot \text{opt}) + \text{ant} < 65$$

$$= 60 < (50) < 65$$

$$\begin{aligned} \text{Sudut kemiringan} &= \tan \frac{\text{opt}}{\text{ant}} = \tan \frac{15}{20} = 38,24^\circ \\ \text{Tebal Plat} &: \\ L &= \sqrt{\text{opt}^2 + \text{ant}^2} = \sqrt{150^2 + 200^2} \\ &= 250 \\ H_{\min} &= \frac{1}{27} L \left(0,4 + \frac{f_y}{400} \right) \\ H_{\max} &= \frac{1}{27} 250 \left(0,4 + \frac{240}{400} \right) = 10,94 \text{ cm} \\ &= H_{\min} + \frac{\text{opt}}{t} \cos \alpha \\ &= 10,94 + \frac{15}{7} \cos 57,36 = 11,94 \\ \text{Tebal Pelat tangga} &= 12 \text{ cm} \\ \text{Tebal pelat bordes} &= 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

1. Pembebanan Tangga

❖ Pembebanan Anak tangga x :

- Beban Mati (DL) :

$$\text{Berat pelat} = 0,12 \times 3 \times 2400 = 864 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat kramik} = 0,01 \times 3 \times 21 = 0,63 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat spasi} = 0,02 \times 3 \times 24 = 1,44 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat sandaran} = 0,7 \times 0,15 \times 100 = 10,5 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total (DL)} \quad 876 = 876,57 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban Hidup (LL) :

$$\text{Beban hidup} = 3 \times 300$$

$$= 900 \text{ Kg/m}^2$$

Wu (beban rencana terfaktor) :

$$= 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL}$$

$$= (1,2 \times 876,57) + (1,6 \times 900)$$

$$= 2.491,9 \text{ Kg/m}^2$$

❖ Pembebanan Anak Tangga y :

- Beban Mati (DL) :

$$\text{Berat pelat} = 0,12 \times 2,6 \times 2400$$

$$= 748,8 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat kramik} = 0,01 \times 2,6 \times 21$$

$$= 0,55 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat spasi} = 0,02 \times 2,6 \times 24$$

$$= 1,25 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total (DL)} = 750,6 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban Hidup (LL)

$$\text{Beban hidup} = 3,9 \times 300 = 780 \text{ Kg/m}^2$$

Wu (beban rencana terfaktor)

$$= 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL}$$

$$= (1,2 \times 750,6) + (1,6 \times 780) = 214 = 8,7 \text{ Kg/m}^2$$

f. Perhitungan Pondasi

1) Data Tes Sondir

Sondir dilakukan pada empat titik sondir, dengan hasil sebagai berikut :

- Titik sondir S1 (total friction = 480 kg/cm) = ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -2,8 m.
- Titik sondir S2 (total friction = 480 kg/cm) = ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -2,8 m.
- Titik sondir S3 (total friction = 590 kg/cm) = ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -3,0 m.
- Titik sondir S4 (total friction = 1180 kg/cm) = ($q_c = 20 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -6,0 m.

Dilihat dari empat macam analisa data tanah di atas, maka lapisan tanah keras yang paling dalam yaitu pada kedalaman -6,0 m

2) Identifikasi Data Pondasi

Dalam merencanakan suatu struktur bawah dari konstruksi bangunan dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi, pemilihan tipe pondasi didasarkan pada hal-hal sebagai berikut:

- Fungsi bangunan atas
- Besarnya beban dan berat dari bangunan atas
- Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan
- Jumlah biaya yang dikeluarkan

Pemilihan tipe pondasi dalam perencanaan ini tidak terlepas dari hal-hal tersebut diatas. Dari pertimbangan hasil penyelidikan tanah dari aspek ketinggian gedung dan beban dari struktur di atasnya, maka jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang dengan penampang berbentuk lingkaran. Adapun spesifikasi dari tiang pancang tersebut adalah:

- Mutu beton (f'_c) = 30 MPa
- Mutu baja (f_y) = 400 MPa
- Ukuran = D 40 cm
- Luas penampang = 1256 cm²
- Keliling = 125,6 cm

3) Perhitungan Daya dukung Tiang Pancang

Berdasarkan Kekuatan Bahan. Tegangan tekan beton yang diijinkan yaitu:

$$\sigma_b = 0,33 \cdot f'_c$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa} = 305,92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = 0,33 \times 305,92 = 100,95 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_b \cdot A_{\text{tiang}}$$

$$P_{\text{tiang}} = 100,95 \times 1256 = 126.797,72 \text{ kg} = 126,8 \text{ Ton}$$

dimana:

P_{tiang} = Kekuatan pikul tiang yang diijinkan

σ_b = Tegangan tekan tiang terhadap penumbukan

A_{tiang} = Luas penampang tiang pancang

Berdasarkan Hasil Sondir

Daya dukung tiang dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$P_{\text{tiang}} = \frac{(q_c \times A_p)}{3} + \frac{(T_f \times A_s)}{5}$$

Dimana:

q_c = Nilai konus hasil sondir (kg/cm²)

A_p = Luas permukaan tiang (cm²)

T_f = Total friction (kg/cm)

A_s = Keliling tiang pancang (cm)

Data hasil sondir S4 untuk kedalaman -6,0 m, didapatkan:

$$\emptyset q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\emptyset T_f = 1180 \text{ kg/cm}$$

$$P_{\text{tiang}} = \frac{(200 \times 1256)}{3} + \frac{(1180 \times 125,6)}{5} = 113374,93 \text{ kg} = 113,4 \text{ Ton}$$

Sehingga daya dukung yang menentukan adalah daya dukung paling kecil yaitu berdasarkan data sondir,

$$P_{\text{tiang}} = 113,4 \text{ Ton} = 114 \text{ Ton.}$$

Tabel 1. Daya Dukung Tiang Pancang

Lok.	P KOL.	P PANC	KBH. PANC.	PANC. PILE CAP
1	127,66	113,7	1,123	0
2	211,85	113,7	1,863	0
3	211,85	113,7	1,863	0
4	127,65	113,7	1,123	0
5	212,2	113,7	1,866	0
6	343,87	113,7	3,024	0
7	343,88	113,7	3,024	5
8	212,22	113,7	1,866	3
9	220	113,7	1,935	3
10	360,05	113,7	3,167	5
11	360,09	113,7	3,167	5
12	220,06	113,7	1,935	3
13	221,99	113,7	1,952	0
14	364,3	113,7	3,204	0
15	364,05	113,7	3,202	0
16	222,09	113,7	1,953	0
17	223,64	113,7	1,967	0
18	366,71	113,7	3,225	0
19	336,67	113,7	2,961	0
20	223,56	113,7	1,966	0
21	228,15	113,7	2,007	0
22	372,67	113,7	3,278	5
23	372,51	113,7	3,276	5
24	223,56	113,7	1,966	3
25	308,10	113,7	2,710	4
26	495,57	113,7	4,359	7
27	485,79	113,7	4,273	6
28	301,05	113,7	2,648	0
29	357,72	113,7	3,146	0
30	573,4	113,7	5,043	0
31	553,01	113,7	4,864	0
32	343,32	113,7	3,020	0
33	364,7	113,7	3,208	0
34	584,06	113,7	5,137	0
35	564,12	113,7	4,961	0
36	349,77	113,7	3,076	0
37	366,95	113,7	3,227	5
38	579,49	113,7	5,097	8
39	567,94	113,7	4,995	7
40	351,78	113,7	3,094	5
41	362,03	113,7	3,184	5
42	579,49	113,7	5,097	8
43	559,55	113,7	4,921	0
44	347,09	113,7	3,053	0
45	346,08	113,7	3,044	0
46	552,42	113,7	4,859	0

Lok.	P KOL.	P PANC	KBH. PANC.	PANC. PILE CAP
47	531,91	113,7	4,678	0
48	331,43	113,7	2,915	0
49	213,44	113,7	1,877	0
50	350,67	113,7	3,084	0
51	340,04	113,7	2,991	0
52	206,26	113,7	1,814	0
53	213,44	113,7	1,877	0
54	350,67	113,7	3,084	0
55	340,04	113,7	2,991	0
56	206,26	113,7	1,814	0
57	346,08	113,7	3,044	0
58	552,42	113,7	4,859	0
59	531,91	113,7	4,678	0
60	331,43	113,7	2,915	0
61	362,03	113,7	3,184	0
62	579,49	113,7	5,097	0
63	559,55	113,7	4,921	0
64	347,09	113,7	3,053	0
65	366,95	113,7	3,227	0
66	579,49	113,7	5,097	0
71	553,01	113,7	4,864	0
72	343,32	113,7	3,020	0
73	357,72	113,7	3,146	0
74	573,4	113,7	5,043	0
75	553,01	113,7	4,864	0
76	343,32	113,7	3,020	0
77	308,10	113,7	2,710	0
78	495,57	113,7	4,359	0
79	485,79	113,7	4,273	0
80	301,05	113,7	2,648	0
81	228,15	113,7	2,007	0
82	372,67	113,7	3,278	0
83	372,51	113,7	3,276	0
84	223,56	113,7	1,966	0
85	223,64	113,7	1,967	0
86	366,71	113,7	3,225	0
87	336,67	113,7	2,961	0
88	223,56	113,7	1,966	0
89	221,99	113,7	1,952	0
90	364,3	113,7	3,204	0
91	364,05	113,7	3,202	0
92	222,09	113,7	1,953	0
93	220	113,7	1,935	0
94	360,05	113,7	3,167	0
95	360,09	113,7	3,167	0
96	220,06	113,7	1,935	0
97	212,2	113,7	1,866	0

4. Simpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur gedung pasar seni diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan *software* khusus yang bernama Struktur Analisa Program 2000 (SAP 2000) untuk menghitung kekuatan beban secara akurat beserta aplikasi tambahan Autocad, dan Sketchup yang berfungsi untuk membuat visualisasi 3D dari gambar gedung yang direncanakan.
2. Perhitungan yang digunakan harus sesuai dengan Standart Nasional Indonesia (SNI), PBI, dan PPUG. Setelah mendapatkan hasil perhitungan yang sesuai maka data yang didapat bisa langsung di analisis dengan bantuan *software* SAP 2000, microsoft excel, untuk mendapatkan hasil perhitungan yang valid.
3. Untuk mendapat perencanaan gedung yang kuat dan aman perlu dianalisis dengan program SAP 2000, untuk mengetahui kuat bangunan yang direncanakan dari ketahanan gempa, beban gedung itu sendiri, serta beban beban lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] R. A. Nugroho *et al.*, “Perencanaan Struktur Gedung 9 Lantai Hotel Sky Sea View Jepara,” *J. Civ. Eng. Study*, vol. 01, no. D1, pp. 34–46, 2021.
- [2] Z. Umam, K., Hidayati, N., Saputro, Y. A., “KAJIAN SISTEM MANAJEMEN K3 DAN TINGKAT KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAJA DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 5 & 6 JEPARA,” *J. DISPROTEK Univ. Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, vol. 11, no. 2, pp. 93–101, 2020.
- [3] A. G. Arifah, “Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Fakultas Teknik di Malang dengan Metode Sistem rangka Pemikul Momen Menengah,” Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya., 2017.
- [4] I. Hidayat, “Analisis Perencanaan Struktur Hotel Dialog Grage Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013.,” Universitas Swadaya Gunung Jati, Cirebon, 2017.
- [5] W. Iin, U. Khotibul, and R. Decky, “... Pembangunan Spal Dan Ipal Untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkung Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang,” *J. Civ. Eng. Study*, vol. 02, no. 1, pp. 25–34, 2022, [Online]. Available: <http://eprints.unisnu.ac.id/id/eprint/517/>.
- [6] R. R. Puspita, “Desain Struktur Gedung Hotel Swiss-Bellin Darmocentrum Surabaya Menggunakan Sistem Ganda dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Balok – Plat Lantai.,” Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya., 2017.
- [7] F. N. Wowor, B. F. Sompie, D. R. O. Walangitan, and G. Y. Malingkas, “Aplikasi Microsoft Project dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek,” *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 8, pp. 543–548, 2013.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain,” *Beban Minim. untuk Peranc. Bangunan Gedung dan Strukt. Lain*, p. 196, 2013, [Online]. Available: www.bsn.go.id.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002,” *Bandung Badan Stand. Nas.*, p. 251, 2002.
- [10] R. R. Irawan, *Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi*. 2013.
- [11] M. Qomaruddin, A. Ariyanto, I. Istianah, and F. Zahro, “Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Agregat Pada Mortar Geopolimer,” *Din. Rekayasa, Univ. Jenderal Soedirman*, vol. 16, no. 2, 2020.
- [12] SNI 2052, “Baja tulangan beton,” *Badan Standarisasi Nas.*, p. 15, 2017.
- [13] M. E. Suryatriyastuti, “Prilaku Balok Bertulang Geopolimer Akibat Pembebanan Statis Dengan Bantuan Sofwere Labview,” 2008, [Online]. Available: http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/123697-R010825-Perilaku_balok-Pendahuluan.pdf.
- [14] P. R. Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja*, no. 14. 1970.
- [15] B. S. N. Indonesia, “SNI 03-1726-2002: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung,” *Badan Standarisasi Nas. Indones. Jakarta*, 2002.
- [16] A. Kustirini, M. Qomaruddin, D. S. Budiningrum, and I. E. Andammalieq, “The Influence Of Compressive Strength Of Mortar Geopolimer On Addition Of Carbit Waste Ash With Curing Oven System,” in *Proceedings of the 1st International Conference on Civil Engineering, Electrical Engineering, Information Systems, Information Technology, and Agricultural Technology*, 2020, pp. 1–4.
- [17] M. Qomaruddin, H. A. Lie, A. Hidayat, S. Sudarno, and A. Kustirini, “Compressive Strength Analysis On Geopolymer Paving By Using Waste Substitution Of Carbide Waste And Fly Ash,” 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1424/1/012052.