

Desain Alternatif Struktur Atas 4 Lantai Pembangunan/Revitalisasi Sentra I KM Batik Warna Alam Malon Gunungpati Semarang – Jawa Tengah

Yesayo Heri Permadi¹⁾, Arief Eko Purnomo²⁾, Soehartono^{3)*}, Ummi Chasanah⁴⁾

^{1,2,3,4)}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran

Jl. Banjarsari Barat No.1, Pedalangan, Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah 50268

*Email : soehartono.sipil@gmail.com

Abstract

Column is a vertical element of a structure that functions to withstand axial loads and moments as a result of gravity loads and lateral loads acting on the structure. The difference between square columns and round columns is very basic. When viewed from the reinforcement and stirrups, round columns with spiral cross-section have adjacent stirrup spacing compared to square columns which have a single stirrup shape and the distance between them is relatively large. Square column and round column respectively produce cross-sectional capacity, internal forces such as axial forces; sliding force; different moment forces so that in this study a calculation analysis was carried out to find out whether the Spherical Column design is more efficient in planning. Based on the results of the research and calculations that have been carried out, it is obtained that the size of the reinforcement that can be used for floor plate planning for the construction/revitalization of the IKM Batik Warna Alam Malon Gunungpati Center is field reinforcement in the x direction $\square 12 - 100$ mm, field reinforcement in the y direction $\square 12 - 100$ mm, support reinforcement in x direction $\square 10 - 100$ mm, and support reinforcement in y direction $\square 10 - 100$ mm.

Key words : Floor Plate, Field Reinforcement in x direction, Field Bone in y direction, Support bone in x direction, Support Bone Direction y

ABSTRAK

Kolom merupakan elemen vertikal suatu struktur yang berfungsi menahan beban aksial dan momen sebagai akibat dari beban gravitasi dan beban lateral yang bekerja pada struktur. Perbedaan yang ada pada kolom persegi dan kolom bulat sangat mendasar. Jika ditinjau dari tulangan dan sengkang, kolom bulat berpenampang spiral memiliki jarak sengkang yang berdekatan dibandingkan dengan kolom persegi yang mempunyai bentuk sengkang tunggal dan jarak antara yang relatif besar. Kolom persegi dan kolom bulat masing - masing menghasilkan kapasitas penampang, gaya - gaya dalam seperti gaya aksial; gaya geser; gaya momen yang berbeda sehingga dalam penelitian ini dilakukan analisa perhitungan untuk mengetahui desain Kolom Bulat apakah lebih efisien didalam perencanaan. Berdasarkan pada hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh ukuran tulangan yang dapat digunakan untuk perencanaan plat lantai pembangunan/revitalisasi Sentra Ikm Batik Warna Alam Malon Gunungpati yaitu tulangan lapangan arah x $\varnothing 12 - 100$ mm, tulangan lapangan arah y $\varnothing 12 - 100$ mm, tulangan tumpuan arah x $\varnothing 10 - 100$ mm, dan tulangan tumpuan arah y $\varnothing 10 - 100$ mm.

Kata kunci : Plat Lantai, Tulangan Lapangan Arah x, Tulang Lapangan Arah y, Tulang Tumpuan Arah x, Tulang Tumpuan Arah y

Info Artikel :

Masuk : 10 Mei 2023

Revisi : 22 Mei 2023

Diterima : 20 Juni 2023

Terbit : 30 Juni 2023

PENDAHULUAN

Batik merupakan warisan budaya Indonesia yang sudah diakui oleh UNESCO pada 2 Oktober 2009. Jika di Indonesia kota yang terkenal sebagai pengrajin batik yaitu kota Pekalongan, maka di Semarang terdapat pengrajin batik khususnya

dikampung Alam Malon kelurahan Gunungpati kota Semarang.

Produksi Batik yang berada dikampung Alam Malon kelurahan Gunungpati terdiri dari berbagai macam motif dan warna diantaranya motif durian, Gunungpati, Parang Semarang, Lawang

Sewu, Tugu Muda dan lainnya dengan menyediakan berbagai warna.

Pemerintah Kota Semarang melalui Dinas Perindustrian (Disperin) mengetahui potensi wilayah dan pesatnya perkembangan setiap tahun maka dibangun Gedung Sentra IKM Batik Warna Alam Malon Gunung Pati Kota Semarang yang dapat digunakan untuk pelatihan bagi yang ingin belajar membatik, mendisplay produk batik dan juga untuk pameran batik.

Pembangunan/revitalisasi Sentra IKM Batik Warna Alam Malon Gunung Pati Kota Semarang direncanakan dengan struktur memiliki keamanan yang memadai yaitu apabila terjadi gempa struktur bangunan tidak akan roboh dan runtuh. Dalam perencanaan suatu gedung harus memperhatikan keamanan struktural, terutama apabila dibangun pada daerah yang rawan terhadap gempa seperti di Indonesia. Desain bangunan gedung tahan gempa diatur dalam SNI 1726-2019.

Pada penelitian ini ini, dilakukan dengan permodelan struktur bangunan gedung tahan gempa dengan sistem ganda yang terdiri dari 4 lantai menggunakan rangka beton bertulang, sedangkan rangka pemikul momen yang digunakan adalah SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) sistem ini dipilih mengingat daerah Gunungpati, Semarang merupakan daerah rawan gempa. Bangunan tersebut didesain berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726-2019) dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019) dan peraturan atau regulasi lainnya yang berkaitan dengan kekuatan struktur bangunan yang direncanakan agar bisa memenuhi standart yang ditetapkan.

Dengan peraturan SNI yang terbaru, diharapkan dapat mendesain gedung yang tahan gempa lebih baik. Tujuan dari tugas akhir ini yaitu untuk merencanakan dan melakukan perhitungan penulangan plat lantai dengan menggunakan bantuan program *Software* SAP2000.v.14. Hal ini dilakukan untuk mempermudah serta mempercepat perhitungan struktur.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merencanakan dan menghitung plat lantai dari struktur bondek (*existing*) dengan sistem penulangan plat 2 arah.

Peraturan yang digunakan sebagai pedoman pembebanan dan analisa :

1. SNI 1726 - 2019 (Tata cara ketahanan gempa untuk struktur gedung dan bukan gedung)

2. SNI 2847 - 2019 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung)
3. SNI 1727 - 2020 (Peraturan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain)
4. SNI-1727:2013, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan struktur lain.
5. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) 1987.

METODOLOGI

Data Perencanaan

Perencanaan plat lantai pembangunan/revitalisasi Sentra IKM Batik Warna Alam Malon Gunungpati Kota Semarang dengan data perencanaan yaitu :

1. Data proyek
 - 1) Fungsi bangunan : Gedung Pameran atau Display Batik
 - 2) Lokasi bangunan : Kecamatan Gunungpati Kota Semarang
 - 3) Jumlah Lantai : 4 (empat)
 - 4) Struktur Bangunan : Struktur beton bertulang
 - 5) Jenis Pondasi : Pondasi foot plat
2. Struktur Utama
 - 1) Pelat Lantai : $f'c = 30 \text{ Mpa}$
 - 2) Balok : $f'c = 30 \text{ Mpa}$
 - 3) Kolom : $f'c = 30 \text{ Mpa}$
 - 4) Tulangan :
 $f_y = 400 \text{ MPa}$ (tulangan ulir)
 $f_y = 240 \text{ MPa}$ (tulangan polos)

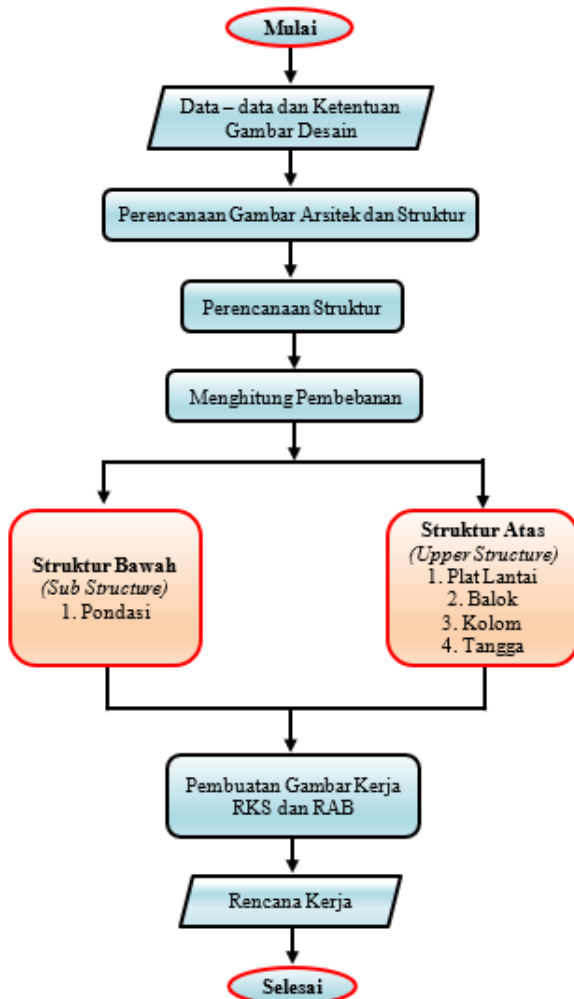
Metode Analisis

Tahapan-tahapan yang dimaksudkan diantaranya unsur gedung non-struktural tangga, atap dan unsur konstruksi utama portal serta konstruksi pondasinya.

1. Tahapan perencanaan serta perancangan elemen non-struktural (atap):
 - a. Menentukan denah dan komposisi atap serta model strukturnya
 - b. Perkiraan ukuran komponen dari strukturnya.
 - c. Menentukan pembebanan yang ada di struktur
 - d. Perhitungan struktur atap bangunan.
 - e. Design komponen struktur diantaranya portal, joint dan tumpuan
2. Tahapan-tahapan untuk perencanaan struktural (pelat, balok dan kolom) :
 - a. Mengumpulkan bahan perencanaan (data).
 - b. Mengelompokkan data pembebanan.
 - c. Melakukan perhitungan struktur :
 - 1) Menentukan denah serta komposisi gedung dan sistem strukturnya
 - 2) Menentukan daktilitas struktur
 - 3) Mentukan elemen tipe struktur.

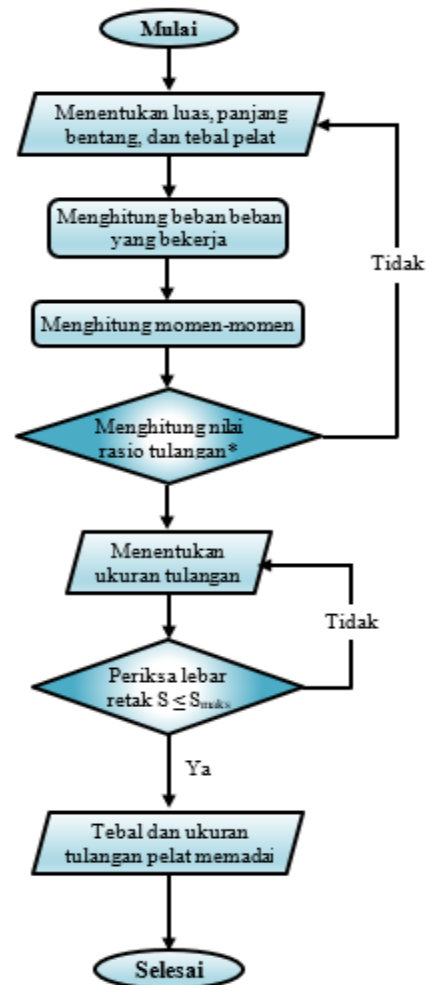
- 4) Menentukan ukuran dimensi elemen struktur (pelat, balok, kolom).
- 5) Menghitung plat lantai.
- 6) Merencanakan *beam* portal.
- 7) Merencanakan *column* portal.
- 8) Menentukan tulangan untuk portal.

Tahapan-tahapan yang diuraikan di atas adalah pedoman untuk penyelesaian pembahasan untuk kajian. Dengan demikian diperlukan tahapan-tahapan yang bisa dilaksanakan dengan sistematis



Gambar 1. Flowchart Perencanaan Pembangunan Gedung

Pada penelitian kali ini dikhususkan pada perencanaan plat lantai

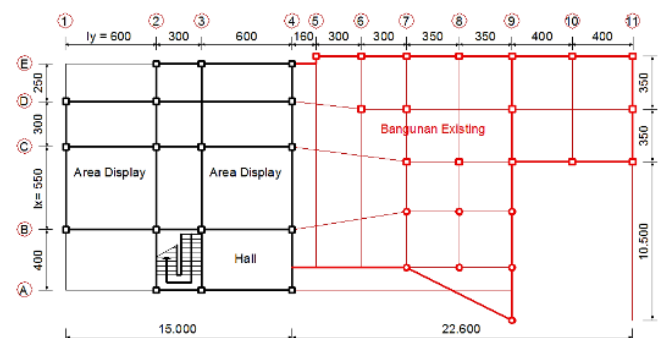


Gambar 2. Flowchart Perencanaan Plat Lantai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Plat Lantai

Penentuan tebal plat beton bertulang dalam perhitungan struktur Pembangunan/ Revitalisasi Sentra IKM Batik Warna Alam Malon Gunung Pati Kota Semarang mengacu pada SNI-03-2847-2019. Rumus yang digunakan dalam perencanaan tebal plat beton bertulang terdapat dalam pasal 9 ayat 5 butir 3 sub butir 3.



Gambar 3. Denah Plat Lantai 2

Perhitungan plat lantai dan plat atap dihitung menggunakan beban yang ditumpu tiap lantai dan bentuk plat menyesuaikan bentuk denah balok. Mutu beton yang digunakan untuk plat lantai adalah beton mutu f_c 25 MPa/K300 dan bondek untuk baja tulangan f_y = 240 MPa.

Penentuan Tebal Plat Lantai

$$h_{mak} \geq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36}$$

$$h_{(min)} \geq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta}$$

Dimana:

h = ketebalan plat (mm)

l_n = bentang terpanjang (mm)

f_y = kuat tarik baja tulangan (mm)

β = l_y/l_x

Plat lantai 2

l_x = 5.500 mm

l_y = 6.000 mm

$$h_{mak} \geq \frac{6000(0,8 + 240/1500)}{36}$$

$$= 160 \text{ mm}$$

$$h_{(min)} \geq \frac{6000(0,8 + 240/1500)}{36 + 9(6000/5500)}$$

$$= 125,714 \text{ mm}$$

Maka digunakan tebal plat 120 mm = 12 cm.

Plat lantai Atap

l_x = 5500 mm

l_y = 6000 mm

$$h_{mak} \geq \frac{6000(0,8 + 240/1500)}{36}$$

$$= 160 \text{ mm}$$

$$h_{(min)} \geq \frac{6000(0,8 + 240/1500)}{36 + 9(6000/5500)}$$

$$= 125,714 \text{ mm}$$

Maka digunakan tebal plat 120 mm = 12 cm

Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

Lantai 2 – 2,5 Dan 3

a. Beban Hidup (LL)

Beban hidup = 500 kg/m²

b. Beban Mati (DL)

Berat sendiri plat = $0,12 \times 2.400 \text{ kg/m}^3$
= 288 kg/m²

Spesi (3 cm) = $3 \times 21 \text{ kg/cm}$ tebal
= 63 kg/m²

Plafon = $1 \times 7 \text{ kg/m}^2$
= 7 kg/m²

Ubin keramik (1 cm) = $1 \times 24 \text{ kg/cm}$ tebal
= 24 kg/m²

Penggantung = $11 + 7$
= 18 kg/m²

Total (qDL) = 400 kg/m²

Lantai Atap

a. Beban Hidup (LL)

Beban hidup = 250 kg/m²

b. Beban Mati (DL)

Berat sendiri plat = $0,12 \times 2.400 \text{ kg/m}^3$
= 288 kg/m²

Spesi (3 cm) = $3 \times 21 \text{ kg/cm}$ tebal
= 63 kg/m²

Plafon = $1 \times 7 \text{ kg/m}^2$
= 7 kg/m²

Ubin keramik (1 cm) = $1 \times 24 \text{ kg/cm}$ tebal
= 24 kg/m²

Penggantung = $11 + 7$
= 18 kg/m²

Total (qDL) = 400 kg/m²

Penulangan arah x

l_x = 5.500 mm, l_y = 6.000 mm

Data-data perencanaan :

= 25 MPa ; = 20 mm

= 240 MPa ; : 0,8

$L = 490 \text{ kg/m}^2$; : 12 cm

$L = 500 \text{ kg/m}^2$; ul = 12 mm

$$q_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL (Lantai 1 s/d 3)}$$

$$= 1,2 (400) + 1,6 (500)$$

$$= 1.280 \text{ kg/m}^2$$

a) koefisien momen-momen di dalam Plat (Cx)

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{6000}{5500} = 1,09 \rightarrow C_x = 1,1$$

Nilai koefisien C_x dapat diperoleh berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Nilai C_x Plat Lantai

l_y/l_x		1,0	1,1	1,2
	(Mlx) = $0,001 q l_x^2 X$	44	52	59
	(Mly) = $0,001 q l_y^2 X$	44	45	45
	(Mlx) = -	36	42	46
	(Mly) = $0,001 q l_x^2 X$	36	37	38
	(Mty) = $0,001 q l_y^2 X$	36	37	38

Nilai C_x yang diperoleh dengan kondisi masing-masing sisi plat lantai terjepit penuh nilai perbandingan $l_y / l_x = 1,1$ adalah sebesar 42.

b) Perhitungan penulangan

$$\begin{aligned} d_x &= h - \text{cover} - \phi_x/2 \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12/2 \text{ mm} \\ &= 94 \text{ mm}. \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} M_{ux} &= 0,001 \times q_u \times C_x \times l_x^2 \\ &= 0,001 \times 1.280 \times 42 \times (5,5)^2 \\ &= 1.626,24 \text{ kgm}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nx} &= \frac{M_{ux}}{\phi} = \frac{1.626,24}{0,8} = 2.032,80 \text{ kgm} \\ &= 2.032,80 \times 10.000 \\ &= 20.328.000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Persamaan a_x

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (0,85 \times f_c \times 1000) a_x^2 - (0,85 \times f_c \times 1.000 \times d_x) a_x + M_{nx} &= 0 \\ \frac{1}{2} (0,85 \times 25 \times 1000) a_x^2 - (0,85 \times 25 \times 1.000 \times 94) a_x &+ 20.328.000 = 0 \\ 10.625 a_x^2 - 1.997.500 a_x + 20.328.000 &= 0 \end{aligned}$$

Penyelesaian persamaan a_x menggunakan rumus ABC

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ &= \frac{1.997.500 \pm \sqrt{1.997.500^2 - 4 \times 10.625 \times 20.328.000}}{2 \times 10.625} \\ &= \frac{1.997.500 + \sqrt{1.997.500^2 - 4 \times 10.625 \times 20.328.000}}{2 \times 10.625} \\ &= 177,203 \\ &= \frac{1.997.500 - \sqrt{1.997.500^2 - 4 \times 10.625 \times 20.328.000}}{2 \times 10.625} \\ &= 10,797 \end{aligned}$$

Nilai a_x yang digunakan merupakan nilai yang terkecil dari kedua hasil di atas, yaitu 10,797.

c) Perhitungan luas tulangan baja yang diperlukan (A_{sx})

$$\begin{aligned} A_{sx} &= \frac{0,85 \times f_c \times a_x \times 1000}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 25 \times 10,797 \times 1000}{240} \\ &= 955,984 \text{ mm}^2 \\ A_{sx \text{ min}} &= \frac{\sqrt{f_c} \times 1000 \times d_x}{4f_y} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sqrt{25} \times 1000 \times 94}{4 \times 240} \\ &= 489,583 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{sx \text{ min}} &= \frac{1,4 \times 1000 \times d_x}{f_y} \\ &= \frac{1,4 \times 1000 \times 94}{240} \\ &= 548,333 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas tulangan yang diperlukan (A_{sx}) diambil nilai terbesar dari ketiga A_{sx} di atas, yaitu 955,984 mm².

d) Menentukan jarak tulangan

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2}{A_{sx}} \times 1000 \\ &= \frac{0,25 \times \left(\frac{22}{7}\right) \times 12^2}{955,984} \times 1000 \\ &= 118,35 \approx 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penulangan yang digunakan untuk plat lantai arah x berdasarkan hasil perhitungan di atas adalah $\phi 12$ -100 mm.

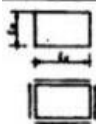
Penulangan arah y

a) Koefisien momen-momen di dalam Plat (C_y)

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{6000}{5500} = 1,09 \rightarrow C_x = 1,1$$

Nilai koefisien C_y dapat diperoleh dengan melihat Tabel 2.

Tabel 2 Penentuan Nilai C_y Plat Lantai

l_y/l_x		1,0	1,1	1,2
	(Mlx) = 0,001 qlx ² X	44	52	59
	(Mly) = 0,001 qlx ² X	44	45	45
	(Mlx) = - (Mtx) = 0,001 qlx ² X	36	42	46
	(Mly) = 0,001 qlx ² X	36	37	38
	- (Mty) = 0,001 qlx ² X	36	37	38

Nilai C_y yang diperoleh dari tabel dengan kondisi masing-masing sisi Plat lantai terjepit penuh nilai perbandingan $l_y / l_x = 1,1$ adalah sebesar 37.

b) Perhitungan penulangan

$$\begin{aligned} d_y &= h - \text{cover} - \phi_x - \phi_y/2 \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - 12/2 \text{ mm} \\ &= 82 \text{ mm}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{uy} &= 0,001 \times q_u \times C_y \times l_y^2 \\ &= 0,001 \times 1.280 \times 37 \times (6)^2 \\ &= 1.704,96 \text{ kgm}. \\ M_{ny} &= \frac{M_{uy}}{\phi} = \frac{1.704,96}{0,8} \\ &= 2.131,20 \text{ kgm} \\ &= 2.131,20 \times 10.000 \\ &= 21.312.000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Persamaan a_y

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (0,85 \times f_c \times 1000) a_y^2 - (0,85 \times f_c \times 1.000 \times d_y) a_y + M_{ny} &= 0 \\ \frac{1}{2} (0,85 \times 25 \times 1000) a_y^2 - (0,85 \times 25 \times 1.000 \times 82) a_y + 21.312.000 &= 0 \\ 10.625 a_y^2 - 1.742.500 a_y + 21.312.000 &= 0 \end{aligned}$$

Penyelesaian persamaan a_x menggunakan rumus ABC

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ &= \frac{1.742.500 \pm \sqrt{1.742.500^2 - 4 \times 10.625 \times 21.312.000}}{2 \times 10.625} \\ &= \frac{1.742.500 + \sqrt{1.742.500^2 - 4 \times 10.625 \times 21.312.000}}{2 \times 10.625} \\ &= 150,675 \\ &= \frac{1.742.500 - \sqrt{1.742.500^2 - 4 \times 10.625 \times 21.312.000}}{2 \times 10.625} \\ &= 13,325 \end{aligned}$$

Nilai a_y yang digunakan merupakan nilai yang terkecil dari kedua hasil di atas, yaitu 13,325

c) Perhitungan luas tulangan baja yang diperlukan (A_{sx})

$$\begin{aligned} A_{sy} &= \frac{0,85 \times f_c \times a_y \times 1000}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 25 \times 13,325 \times 1000}{240} = 1.179,804 \text{ mm}^2 \\ A_{sy \text{ min}} &= \frac{\sqrt{f_c} \times 1000 \times d_y}{4 f_y} \\ &= \frac{\sqrt{25} \times 1000 \times 82}{4 \times 240} \\ &= 427,08 \text{ mm}^2 \\ A_{sy \text{ min}} &= \frac{1,4 \times 1000 \times d_x}{f_y} \\ &= \frac{1,4 \times 1000 \times 82}{240} \\ &= 478,333 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas tulangan yang diperlukan (A_{sy}) diambil nilai terbesar dari ketiga A_{sy} di atas, yaitu 1.179,804 mm^2 .

d) Menentukan jarak tulangan

$$\begin{aligned} \text{jarak tulangan} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2}{A_{sy}} \times 1000 \\ &= \frac{0,25 \times \left(\frac{22}{7}\right) \times 12^2}{1.179,804} \times 1000 \\ &= 95,90 \approx 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penulangan yang digunakan untuk plat lantai arah

y berdasarkan hasil perhitungan di atas adalah $\phi 12$ -100 mm.

Penulangan Plat Rooftop/Atap

Penulangan arah x

$$l_x = 5.500 \text{ m}, l_y = 6.000 \text{ m}$$

Data-data perencanaan :

$$\begin{aligned} f_c' &= 25 \text{ MPa}; & C_v &= 20 \text{ mm} \\ f_y &= 240 \text{ MPa}; & \phi &= 0,8 \\ q_{DL} &= 490 \text{ kg/m}^2; & h &= 12 \text{ cm} \\ q_{LL} &= 500 \text{ kg/m}^2; & \phi_{tul} &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Beban hidup} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL (Rooftop/Atap)} \\ &= 1,2 (400) + 1,6 (250) = 880 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

a) koefisien momen-momen di dalam Plat (C_x)

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{6000}{5500} = 1,09 \rightarrow C_x = 1,1$$

Nilai koefisien C_x dapat diperoleh dengan melihat Tabel 3.

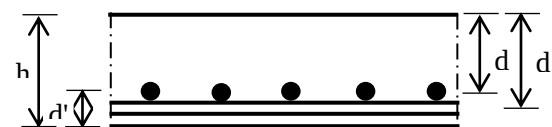
Tabel 3 Penentuan Nilai C_x Plat Lantai

l_y/l_x		1,0	1,1	1,2
	(M _{lx}) = 0,001 q l _x ² X	44	52	59
	(M _{ly}) = 0,001 q l _y ² X	44	45	45
	(M _{lx}) = - (M _{tx}) = 0,001 q l _x ² X	36	42	46
	(M _{ly}) = - (M _{ty}) = 0,001 q l _y ² X	36	37	38

Nilai C_x yang diperoleh dari tabel dengan kondisi masing-masing sisi Plat lantai terjepit penuh dan memiliki nilai perbandingan $l_y / l_x = 1,1$ adalah sebesar 42.

b) Perhitungan penulangan

$$\begin{aligned} d_x &= h - \text{cover} - \phi_x/2 \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10/2 \text{ mm} \\ &= 95 \text{ mm}. \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} M_{ux} &= 0,001 \times q_u \times C_x \times l_x^2 \\ &= 0,001 \times 880 \times 42 \times (5,5)^2 \\ &= 1.118,04 \text{ kgm}. \\ M_{nx} &= \frac{M_{ux}}{\phi} = \frac{1.118,04}{0,8} = 1.397,55 \text{ kgm} \\ &= 1.397,55 \times 10.000 = 13.975.500 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Persamaan a_x

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (0,85 \times f_c \times 1000) a_x^2 - (0,85 \times f_c \times 1.000 \times d_x) a_x + M_{nx} &= 0 \\ \frac{1}{2} (0,85 \times 25 \times 1000) a_x^2 - (0,85 \times 25 \times 1.000 \times 95) a_x + 13.975.500 &= 0 \\ 10.625 a_x^2 - 2.018.750 a_x + 13.975.500 &= 0 \end{aligned}$$

Penyelesaian persamaan a_x menggunakan rumus ABC

$$a_x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a_x = \frac{2.018.750 \pm \sqrt{2.018.750^2 - 4 \times 10.625 \times 13.975.500}}{2 \times 10.625}$$

$$= \frac{2.018.750 + \sqrt{2.018.750^2 - 4 \times 10.625 \times 13.975.500}}{2 \times 10.625}$$

$$= 182,805$$

$$= \frac{2.018.750 - \sqrt{2.018.750^2 - 4 \times 10.625 \times 13.975.500}}{2 \times 10.625}$$

$$= 7,195$$

Nilai a_x yang digunakan merupakan nilai yang terkecil dari kedua hasil di atas, yaitu 7,195

c) Menghitung luas tulangan baja yang diperlukan (A_{sx})

$$A_{sx} = \frac{0,85 \times f_c \times a_x \times 1000}{f_y}$$

$$A_{sx} = \frac{0,85 \times 25 \times 7,195 \times 1000}{240}$$

$$A_{sx} = 637,057 \text{ mm}^2$$

$$A_{sx \min} = \frac{\sqrt{f_c} \times 1000 \times d_x}{4f_y}$$

$$A_{sx \min} = \frac{\sqrt{25} \times 1000 \times 95}{4 \times 240} = 494,792 \text{ mm}^2$$

$$A_{sx \min} = \frac{1,4 \times 1000 \times d_x}{f_y}$$

$$A_{sx \min} = \frac{1,4 \times 1000 \times 95}{240} = 554,167 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan yang diperlukan (A_{sx}) diambil nilai terbesar dari ketiga A_{sx} di atas, yaitu 637,057 mm^2 .

d) Menentukan jarak tulangan

$$\text{jarak tulangan} = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2}{A_{sx}} \times 1000$$

$$= \frac{0,25 \times \left(\frac{22}{7}\right) \times 10^2}{637,057} \times 1000$$

$$= 123,33 \approx 100 \text{ mm}$$

Penulangan yang digunakan untuk plat lantai arah x berdasarkan hasil perhitungan di atas adalah $\phi 10$ -100 mm.

Penulangan arah y

a) Koefisien momen-momen di dalam Plat (C_y)

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{6000}{5500} = 1,09 \rightarrow C_x = 1,1$$

Nilai koefisien C_y dapat diperoleh dengan melihat Tabel 4

Tabel 4 Penentuan Nilai C_y Plat Lantai

l_y/l_x		1,0	1,1	1,2
	(Mlx) = 0,001 qlx ² X	44	52	59
	(Mly) = 0,001 qlx ² X	44	45	45
	(Mlx) = - (Mtx) = 0,001 qlx ² X	36	42	46
	(Mly) = 0,001 qlx ² X	36	37	38
	- (Mty) = 0,001 qlx ² X	36	37	38

Nilai C_y yang diperoleh dari tabel dengan kondisi masing-masing sisi Plat lantai terjepit penuh dan memiliki nilai perbandingan $l_y / l_x = 1,1$ adalah sebesar 37.

b) Perhitungan penulangan

$$d_y = h - \text{cover} - \phi_x - \phi_y/2$$

$$= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 10/2 \text{ mm}$$

$$= 85 \text{ mm.}$$

$$M_{uy} = 0,001 \times q_u \times C_y \times l_y^2$$

$$= 0,001 \times 880 \times 37 \times (6)^2$$

$$= 1.172,96 \text{ kgm.}$$

$$M_{ny} = \frac{M_{uy}}{\phi} = \frac{1.172,96}{0,8} = 1.465,20 \text{ kgm}$$

$$= 1.465,20 \times 10.000 = 14.652.000 \text{ Nmm}$$

Persamaan a_y

$$\frac{1}{2} (0,85 \times f_c \times 1000) a_y^2 - (0,85 \times f_c \times 1.000 \times d_y) a_y + M_{ny} = 0$$

$$\frac{1}{2} (0,85 \times 25 \times 1000) a_y^2 - (0,85 \times 25 \times 1.000 \times 85) a_y + 14.652.000 = 0$$

$$10.625 a_y^2 - 1.806.250 a_y + 14.652.000 = 0$$

Penyelesaian persamaan a_x menggunakan rumus ABC

$$a_x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{1.806.250 \pm \sqrt{1.806.250^2 - 4 \times 10.625 \times 14.652.000}}{2 \times 10.625}$$

$$= \frac{1.806.250 + \sqrt{1.806.250^2 - 4 \times 10.625 \times 14.652.000}}{2 \times 10.625}$$

$$= 161,459$$

$$= \frac{1.806.250 - \sqrt{1.806.250^2 - 4 \times 10.625 \times 14.652.000}}{2 \times 10.625}$$

$$= 8,541$$

Nilai a_y yang digunakan merupakan nilai yang terkecil dari kedua hasil di atas, yaitu 8,451

c) Menghitung luas tulangan baja yang diperlukan (A_{sy})

$$A_{sy} = \frac{0,85 \times f_c \times a_y \times 1000}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 25 \times 8.451 \times 1000}{240} = 748,266 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c} \times 1000 \times d_y}{4f_y}$$

$$= \frac{\sqrt{25} \times 1000 \times 85}{4 \times 240} = 442,708 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy \text{ min}} = \frac{1,4 \times 1000 \times d_x}{f_y}$$

$$= \frac{1,4 \times 1000 \times 85}{240} = 495,833 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan yang diperlukan (A_{sy}) diambil nilai terbesar dari ketiga A_{sy} di atas, yaitu 748,266 mm^2 .

d) Menentukan jarak tulangan

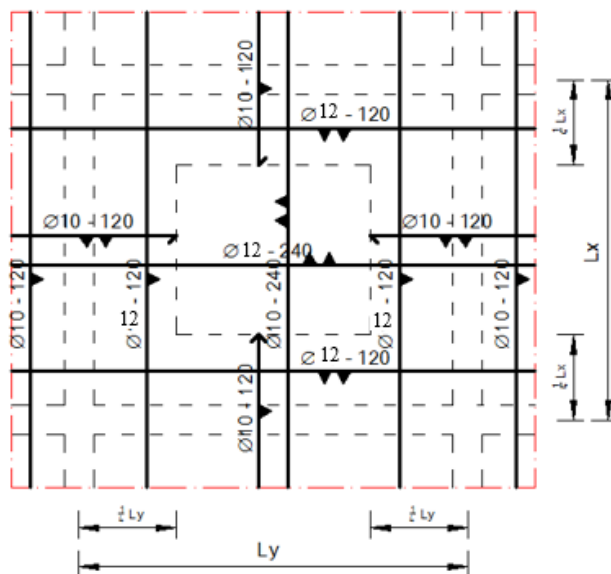
$$\text{jarak tulangan} = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2}{A_{sy}} \times 1000$$

$$= \frac{0,25 \times \left(\frac{22}{7}\right) \times 10^2}{748,266} \times 1000$$

$$= 105 \approx 100 \text{ mm}$$

Penulangan yang digunakan untuk plat lantai arah y berdasarkan hasil perhitungan di atas adalah $\phi 10$ -100 mm.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diketahui bahwa ukuran tulangan lapangan untuk arah x yaitu $\phi 12$ – 100 mm, tulangan lapangan arah y $\phi 12$ – 100 mm, tulangan tumpuan arah x $\phi 10$ – 100 mm, dan tulangan tumpuan arah y $\phi 10$ – 100 mm



Gambar 4. Penulangan Plat

SIMPULAN

Berdasarkan pada hasil perhitungan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yaitu Rekapitulasi Tulangan yaitu tulangan lapangan arah x $\phi 12$ – 100 mm, tulangan lapangan arah y $\phi 12$ – 100 mm, tulangan tumpuan arah x $\phi 10$ – 100 mm, dan tulangan tumpuan arah y $\phi 10$ – 100 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah Pamungkas, Erny Harianti. 2010. Desain Pondasi Tahan Gempa. Penerbit ITS Press: Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Rumah Dan Gedung SNI 1726-2012.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2019.
- Departemen Pekerjaan Umum, Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG) 1987.
- Gunawan, Rudy. 1498. Tabel Konstruksi Baja. Penerbit Kanisius : Yogyakarta. Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2019.
- Purwanto. 2006. Bahan Ajar Beton 1. Fakultas Teknik Undip Semarang : Semarang.
- Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1993. Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1997. Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Wahyudi, Laurentius. Dan Rahim, Syahrir A. 1997. Struktur Beton Bertulang Standar Baru SNI T-15-1991-03. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.