

## BAB II

### PERANCANGAN BANGUNAN RESTORAN 5 LANTAI DI AMBON

#### 2.1 Penjelasan Umum

Dalam Perancangan Bangunan Gedung ini penulis belajar merancang bangunan gedung 5 lantai terbuat dari struktur beton bertulang dengan pondasi telapak. Bentuk atap limasan dengan rangka atap baja berupa rangka batang dan penutup atap dari genteng dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Kemiringan atap : 35°
- b. L1 : 5 m
- c. L2 : 6 m
- d. L3 : 5,5 m
- e. Tinggi antar lantai : 3,5 m
- f. Tekanan tiup angin : 50 kg/m<sup>2</sup>
- g. Jenis sambungan : Las
- h. Fungsi bangunan : Restoran
- i. Mutu Beton : 25 MPa
- j. Mutu tulangan baja : 240MPa ( $\emptyset \leq 12$  mm) dan 400 MPa ( $\emptyset \leq 12$  mm)
- k. Ked. tanah keras : 2,5 m
- l. Berat vol. tanah : 18 KN/m<sup>3</sup>
- m. Daya dukung tanah : 270 kN/m<sup>2</sup>
- n. Mutu baja profil : BJ 37
- o. Digunakan mutu las E 70 xx ( $F_u = 480$  MPa)
- p. Beban dinding konvensional (batu bata) pada balok tepi/luar.
- q. Portal beton bertulang dirancang sebagai SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa).
- r. Perhitungan rangka atap menggunakan beban mati, beban hidup dan beban angin.

## **2.2 Referensi Perancangan**

Pada Perancangan Bangunan Gedung ini berpedoman pada modul kuliah Teknik Sipil UAJY yang berjudul “Praktik Perancangan Bangunan Gedung” versi 3 (Sudjati, 2016).

Beberapa peraturan yang dijadikan acuan :

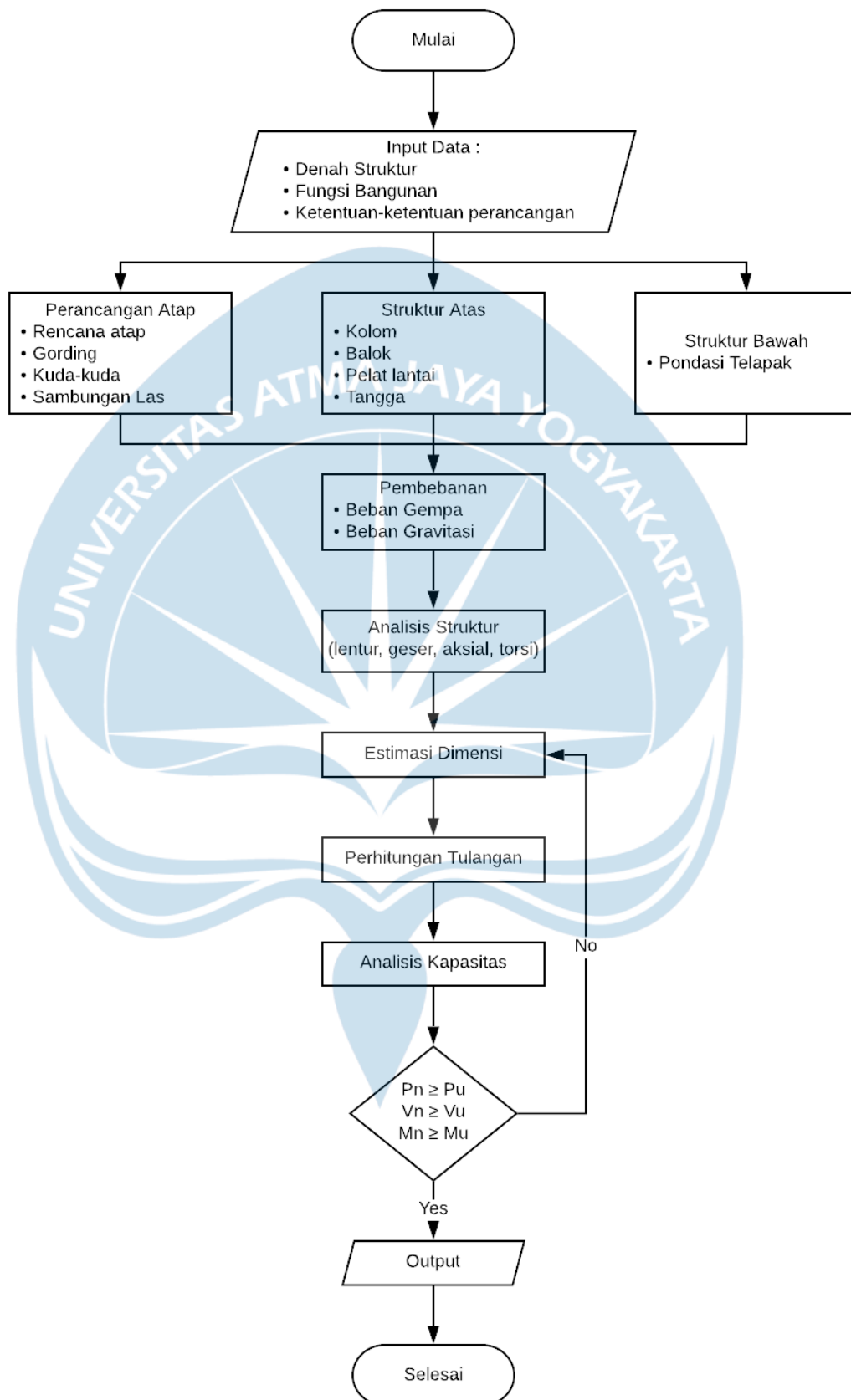
- a. SNI 03-1727-1989 F Tatacara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung
- b. SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain
- c. SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural
- d. SNI 03-2847-2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung
- e. SNI 1726-2012 Tatacara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Software pendukung yang digunakan :

- a. *ETABS*
- b. *SAP 2000*

## **2.3 Metode Perancangan**

Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah metode kuat batas (*ultimate strength design*). Dilakukan perhitungan analisis struktur dengan perhitungan manual dan program komputer (*SAP2000*) guna mencari gaya-gaya (lentur, geser, aksial, torsi) yang terjadi di dalam struktur akibat beban yang bekerja. Setelah gaya-gaya diperoleh maka berikutnya dilakukan desain untuk menetapkan dimensi dan penulangan yang dibutuhkan, kemudian dilakukan analisis kapasitas untuk memeriksa bahwa struktur yang dirancang tersebut aman untuk memikul beban yang bekerja. Berikut adalah gambaran tahap perancangannya:



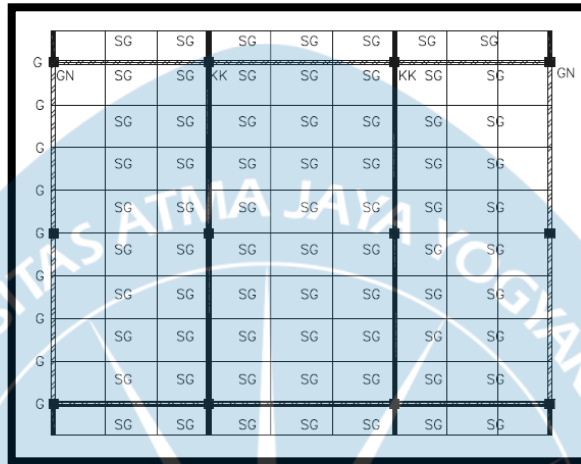
Gambar 2. 1 Diagram alir perancangan bangunan restoran 5 lantai

## 2.4 Hasil Perancangan

### 2.4.1 Perancangan Atap

#### A. Rencana Atap

Bentuk atap yang digunakan adalah atap limasan dengan penutup berupa genteng metal.



Gambar 2. 2 Rencana atap limasan

#### B. Gording

Perencanaan gording dibagi menjadi beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut:

##### a. Perhitungan Jarak Gording

Jarak gording ditentukan dengan memperhitungkan luas atap yang dipikul gording harus  $< 2$  m, setelah dilakukan perhitungan didapat jarak gording sebesar 1,68 m.

##### b. Pembebanan

Dibagi menjadi 3 beban yaitu angin, mati, hidup. Beban mati terdiri dari berat penutup atap (genteng metal), berat sendiri gording, berat sagrot, baut, dll. Beban hidup terdiri dari berat pekerja dan air hujan yang kemudian dipilih berat yang paling besar.

Setelah beban dihitung kemudian diuraikan menjadi momen arah x y gording, didapatkan kombinasi beban :  $M_{ux} = 3,5480$  KNm dan  $M_{uy} = 0,5114$  KNm

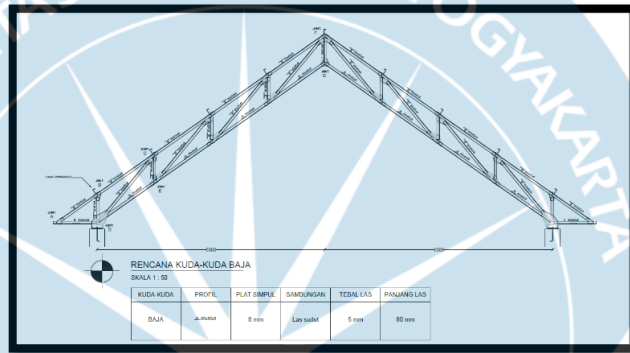
### c. Perhitungan Kuat Rencana

Dipilih profil yang akan digunakan kemudian dicek keamanan terhadap *lateral torsional buckling* arah x y, kontrol penampang, kontrol lendutan. Apabila didapat hasil tidak aman maka profil diganti hingga menemukan profil yang sesuai, didapatkan profil C125 x 50 x 20 x 2,5.

## C. Batang Kuda-Kuda

Dalam merancang kuda-kuda dibagi menjadi beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut:

### a. Desain kuda-kuda



Gambar 2. 3 Rencana kuda-kuda

### b. Pembebanan

Dibagi menjadi 3 beban yaitu angin, mati, hidup. Beban mati terdiri dari beban atap, gording, sagrod, penggantung, plafond. Beban hidup terdiri dari berat pekerja. Beban angin diuraikan menjadi arah x y.

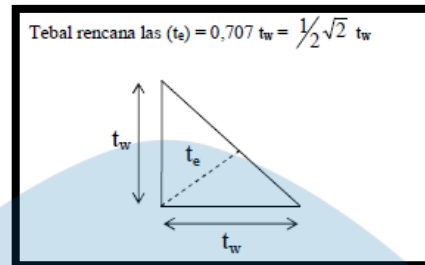
Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui besar gaya pada batang tarik dan tekan menggunakan bantuan *software SAP2000*, didapatkan  $P_u \text{ maks} = 135,116 \text{ KN}$  (tekan) dan  $158,35 \text{ KN}$  (tarik).

### c. Analisis Struktur

Dipilih terlebih dahulu profil yang akan digunakan kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui  $\phi P_n$  pada batang tarik dan tekan, jika  $\phi P_n > P_u$  maka profil dapat digunakan. Didapatkan profil baja 2L 60 x 60 x 6.

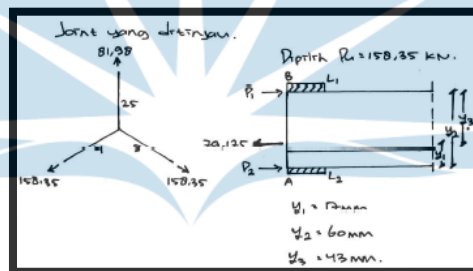
## D. Sambungan Las

Perencanaan sambungan dibagi menjadi beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Tebal rencana las

- Menentukan tebal terkecil antara pelat buhul dan profil siku ( $t$ ).
- $t = 6$  mm, maka tebal las ( $t_w$ ) minimum = 3 mm dan  $t_e = 2,121$  mm.
- Hitung panjang las dengan meninjau joint yang memiliki gaya batang terbesar,  $P_u$  maks = 158,35 kN didapatkan hasil  $L_1 = 5$  cm dan  $L_2 = 13$  cm.



Gambar 2. 5 Panjang las

- Jarak ujung batang ke ujung pelat buhul yang digunakan adalah 8 cm maka las disesuaikan sehingga didapat hasil :  $L = 8$  cm,  $t_w = 5$  mm,  $t_e = 3,535$  mm.

### 2.4.2 Estimasi Dimensi

Estimasi dimensi bertujuan untuk menentukan dimensi struktur (tebal pelat lantai, dimensi balok dan dimensi kolom) yang akan digunakan.

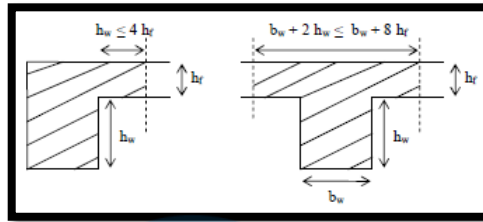
- Dimensi balok

Dibagi menjadi 2 ukuran yaitu untuk bentang 6m (B1) dan bentang 5-5,5m (B2). Hitung dimensi balok dengan persamaan (2.1).

$$h = 1/10 L - 1/15 L \text{ dan } b = 1/2 h - 2/3 h \quad (2.1)$$

Didapatkan dimensi balok B1 = 300 x 500 mm dan B2 = 250 x 400 mm.

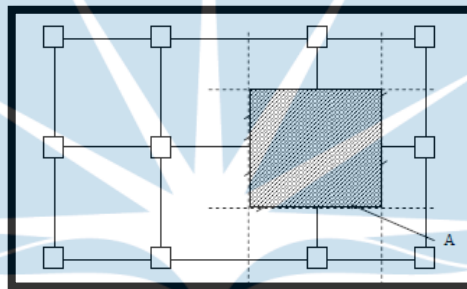
## b. Tebal pelat lantai



Gambar 2. 6 Penampang balok T

1. Ditinjau pada bentang balok terpanjang yaitu  $B1 = 6 \text{ m}$ .
2. Mencari nilai rata-rata rasio kekakuan pelat ( $a_m$ ), didapat nilai  $a_m = 3,62$ .
3.  $a_m > 2$ , maka digunakan :  $h_{min} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} \geq 90 \text{ mm} = 130 \text{ mm}$ .

## c. Dimensi Kolom



Gambar 2. 7 Tributary Area (A)

1. Dihitung mulai dari kolom paling atas yaitu kolom lantai 5.
2. Hitung beban mati pada lantai ( $Q_d$ ),  $Q_d = 5,12 \text{ KN/m}^2$ .
3. Beban hidup pada lantai sesuai dengan SNI-1727-2013 untuk bangunan Restoran, yaitu  $Q_l = 4,79 \text{ KN/m}^2$ .
4. Hitung beban yang dipikul oleh kolom :
  - Beban mati
    - beban dari pelat lantai =  $Q_d \cdot A$
    - berat sendiri balok
    - berat sendiri kolom (asumsi)
    - berat dinding
 didapatkan nilai  $N_d = 294,57 \text{ KN}$
  - Beban hidup ( $N_l$ ) =  $Q_l \cdot A = 144,9 \text{ KN}$
5. Hitung beban aksial terfaktor ( $P_u$ ) =  $1,2 N_d + 1,6 N_l = 585,204 \text{ KN}$ .

6. Pada kondisi kritis kuat rencana diambil sama dengan kuat perlu, maka  $\phi P_n = P_u$ .
7. Hitung luas penampang kolom ( $A_g$ ) dengan persamaan (2.2).

$$P_n = 0,8 (0,85 \times f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st}) \quad (2.2)$$

Didapatkan nilai  $b = h = 197,6\text{mm}$ .

Sehingga digunakan ukuran kolom lantai 5 =  $300 \times 300 \text{ mm}$

Estimasi dimensi kolom ditinjau disetiap lantai dimana beban yang bekerja pada kolom akan diteruskan secara kumulatif ke kolom yang terletak di bawahnya. Untuk gedung bertingkat banyak biasanya dimensi kolom dibuat sama (tipikal) untuk beberapa lantai.

Tabel 2. 1 Dimensi pelat lantai, balok, kolom

Notasi	Pelat Lantai	Balok		Kolom				
	5,5 x 6	B1	B2	K1	K2	K3	K4	K5
Dimensi (mm)	120	300 x 500	400 x 250	400 x 400	400 x 400	300 x 300	300 x 300	300 x 300

### 2.4.3 Beban Gempa

Dalam analisis gaya gempa statik ekuivalen dibagi menjadi beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut:

- a. Tentukan  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada perioda pendek 0,2 detik) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik).
- b. Tentukan kelas situs tanah berdasarkan tabel 3 SNI 1726-2012.
- c. Hitung  $M_s$  (percepatan gempa maksimum pada perioda pendek) dan  $S_{M1}$  (percepatan gempa maksimal).
- d. Hitung  $S_{DS}$  (percepatan gempa rencana pada perioda pendek) dan  $S_{D1}$  (percepatan gempa rencana perioda 1 detik)
- e. Tentukan kategori resiko sesuai fungsi bangunan.
- f. Tentukan Kategori Desain Seismik (KDS).
- g. Tentukan sistem struktur dan parameter struktur sesuai dengan KDS.
- h. Tentukan faktor keutamaan ( $I_E$ ).
- i. Tentukan perioda fundamental (T).
- j. Tentukan faktor respon gempa ( $C_s$ ).



- k. Hitung berat efektif bangunan (W).  
 l. Hitung gaya geser gempa.  
 m. Hitung distribusi gaya lateral pada setiap lantai ( $F_i$ )

Story	$W_i$ (kN)	$H_i$ (m)	$W_i \times H_i^2$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	390.18	17.5	9801.691674	321.1273
Lantai 5	5168.80	14	100989.4101	3308.659
Lantai 4	5183.92	10.5	73253.04295	2399.948
Lantai 3	5183.92	7	46397.41259	1520.092
Lantai 2	5244.40	3.5	21502.08847	704.4608
Lantai 1	4695.28	0	0	0
TOTAL	25866.50		251943.6458	

Gambar 2. 8 Distribusi gaya lateral pada setiap lantai

#### 2.4.4 Pelat Lantai

Pelat lantai dirancang dengan langkah-langkah di bawah ini :

- Ditinjau pada luasan terbesar yaitu 6 x 5,5 m.
- Beban pelat lantai sudah dihitung saat merencanakan tebal pelat lantai.
- Menghitung momen ( $M_u$ ).
- Menghitung gaya geser akibat beban terfaktor ( $V_u$ ).

$$V_u = \frac{1,15 \times W_u \times L_n}{2} = 45,6527 \text{ KN}$$

- Tetapkan tinggi efektif pelat (d), didapat  $d_x = 105\text{mm}$  dan  $d_y = 95 \text{ mm}$ .
- Periksa kuat geser beton ( $V_c$ ).

$$V_c = 0,17 \times \sqrt{F'_c} \times b \times d = 0,17 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 105 = 87500 \text{ N}$$

$$= 87,5 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 65,625 \text{ KN} > V_u = 45,6527$$

- Hitung nilai  $\rho$  maks untuk menjamin regangan tulangan tarik terluar  $\epsilon_t$  tidak kurang dari 0,004.

$$\rho_{\text{maks}} = 0,429 \frac{0,85 \times F'_c \times \beta_1}{F_y} = 0,0323$$

- Hitung penulangan arah sumbu x :

- Tumpuan

- Rasio penulangan ( $k$ )
- Periksa syarat penampang bertulangan daktail dengan persamaan (2.3).

$$\rho \leq \rho_{\text{maks}}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times F'_c}{F_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 \times F'_c}} \right) = 0,0109 < \rho_{\text{maks}} \quad (2.3)$$

- Hitung luas tulangan yang diperlukan ( $A_s$ )

$$A_s = \rho \times b \times dx = 0,0109 \times 1000 \times 105 = 1145,4174 \text{ mm}^2$$

- Hitung spasi =  $\frac{0,25 \times \pi \times d^2 \times b}{A_s} = 66,6739 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$

Jadi, digunakan tulangan P10 – 60

- Lapangan

- Langkah sama dengan menghitung tumpuan

- Digunakan tulangan P10 – 150

i. Hitung penulangan arah sumbu y :

Untuk langkah sama dengan menghitung arah sumbu x.

- Tumpuan

Digunakan Tulangan P10 – 60

- Lapangan

Digunakan tulangan P10 – 150

j. Analisis keamanan

- Tumpuan

- $M_{nx} = A_s \text{ aktual} \times F_y \left( dx - \left( \frac{a}{2} \right) \right) = 306645 \text{ Nmm} = 30,6645 \text{ KNm}$

- $\Phi M_{nx} = 0,9 \times 30,6645 = 27,5980 \text{ KNm} > M_u = 24,3778 \text{ (OK)}$

- $M_{ny} = A_s \text{ aktual} \times F_y \left( dy - \left( \frac{a}{2} \right) \right) = 2752287 \text{ Nmm} = 27,5229 \text{ KNm}$

- $\Phi M_{ny} = 0,9 \times 27,5229 = 24,7706 \text{ KNm} > M_u = 22,4793 \text{ (OK)}$

- Lapangan

- $\Phi M_{nx} = 11,5408 \text{ KNm} > M_u = 10,2903 \text{ (OK)}$

- $\Phi M_{ny} = 10,4098 \text{ KNm} > M_u = 8,7715 \text{ (OK)}$

#### 2.4.5 Balok

Balok (B2) pada L2 dirancang dengan langkah-langkah di bawah ini :

a. Perhitungan tulangan longitudinal

Tentukan momen lentur akibat beban terfaktor ( $M_u$ ) yang diperoleh dari output alat bantu program komputer (*software*). Didapatkan hasil  $M_u$  tumpuan = 214,438 KNm dan  $M_u$  lapangan = 91,153 KNm.

- Tumpuan

- Hitung  $\rho$  min dan  $\rho$  maks

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{F_y} = 0,0035 \text{ dan } \rho_{\max} = 0,429 \frac{(0,85 F_c' B_1)}{F_y} = 0,0194$$

- Tetapkan tinggi efektif balok (d),  $d = h - d = 340 \text{ mm}$
- Hitung rasio penulangan  $\rho$  yang dibutuhkan, nilai  $\Phi$  diasumsikan 0,9

$$\rho = \frac{0,85 F_c'}{F_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 F_c'}} \right) = 0,028, \text{ karena } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

maka balok dirancang sebagai balok rangkap.

- Tentukan diameter dan jumlah tulangan, D tulangan 22mm dan D sengkang = 10 mm.

$$\text{Tarik} = \frac{A_s \text{ total}}{A_s \text{ tul}} = 4,99 = 5, \text{ jadi digunakan } 5D22$$

$$\text{Tekan} = \frac{A_s 2}{A_s \text{ tul}} = 1,86 = 2, \text{ jadi digunakan } 2D22$$

- Periksa jarak bersih tulangan, pada daerah tarik dipasang 2 baris sedangkan daerah tekan dipasang 1 baris.
- Pemeriksaan syarat,  $\Phi M_n = 217,1134 > M_{ut} = 214,438 \text{ (OK)}$

- Lapangan

- Langkah sama dengan menghitung tumpuan.
- $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$  maka balok dirancang sebagai balok tunggal.
- Pada daerah tarik digunakan 3D22.

b. Perhitungan tulangan geser

- Tumpuan

Tentukan momen gaya geser akibat beban terfaktor ( $V_u$ ) yang diperoleh dari output alat bantu program komputer (*software*). Didapatkan hasil  $V_u$  tumpuan = 174,47 KNm dan  $V_u$  lapangan = 134,23 KNm.

- Hitung kuat geser beton ( $V_c$ )

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d = 72,0375 \text{ KN}$$

- Hitung kuat geser sengkang perlu

$$V_s = \left( \frac{V_u}{\phi} \right) - V_c < 0,66 \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d = 160 < 279,675 \text{ (OK)}$$

- Tetapkan diameter = 10 mm dan jumlah kaki sengkang = 2

- Hitung spasi sengkang (S),  $S = \frac{(A_v F_y d)}{V_s} = 79,58 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$

- Periksa syarat maksimum spasi maksimum sengkang

$S_{maks} = 85 > 75$  (OK), jadi digunakan 2P10-75

- Lapangan
  - Langkah sama dengan menghitung tumpuan.
  - Tulangan geser lapangan digunakan 2P10-110.

#### 2.4.6 Kolom

Kolom lantai 1 (K1) dirancang dengan langkah-langkah di bawah ini :

##### a. Perhitungan tulangan longitudinal

Sebelum merancang kolom perlu diperiksa syarat kelangsingan kolom

$$\frac{k \times Lu}{r} \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} = 21,47 < 22,45 \text{ (OK)}$$

Tentukan momen lentur dan beban aksial akibat beban terfaktor ( $M_u$  dan  $P_u$ ) yang diperoleh dari output alat bantu program komputer (*software*). Didapatkan hasil  $M_{ux} = 228,56$  KNm,  $M_{uy} = 237,53$  KNm dan  $P_u = 1776,41$ .

1. Tentukan diameter tulangan ( $D_{tul} = 25$  mm).
2. Digunakan tinjauan kolom biaksial dengan rumus *Bresler*,  $M_{uy} > M_{ux}$

$$M_u \text{ ekuivalen} = M_{uy} + M_{ux} \left( \frac{h}{b} \right) \left( \frac{1-\beta}{\beta} \right) = 360,601 \text{ KNm}$$

$$N_{od} = \frac{P_u}{F'_c \times b \times h} = 0,441 \text{ dan } M_{od} = \frac{M_u}{F'_c \times b \times h^2} = 0,2254$$

Dari diagram interaksi kolom ditentukan tulangan merata 4 sisi.

3. Hitung jumlah tulangan ( $n$ ) =  $A_s / A_s \text{ tul} = 3520 / 490,874 = 7,171 = 8$
4. Cek jarak bersih antar tulangan,  $114,5 > 25$  (OK), maka tulangan dipasang 1 baris.
5. Analisis keamanan

$$\Phi P_n \text{ maks} = 2541,421 \text{ KN} > P_u = 1776,41 \text{ (OK)}$$

6. Jadi digunakan tulangan 8D25.

##### b. Perhitungan tulangan geser

Tentukan gaya geser akibat beban terfaktor ( $V_u$ ) yang diperoleh dari output alat bantu program komputer (*software*). Didapatkan hasil  $V_u = 118,77$  KN.

1. Hitung kuat geser beton ( $V_c$ ),  $V_c = 0,17 \times \lambda \times \sqrt{F'_c} \times b \times d = 115,43$  KN

2. Hitung kuat geser sengkang perlu ( $V_s$ ).

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c < 0,66 \times \sqrt{F'_c} \times b \times d$$

$$= 42,93 < 448,14 \quad (\text{OK})$$

3. Tentukan sengkang ( $D_{\text{sen}} = 8\text{mm}$ ). dan jumlah kaki (kaki = 2)

4. Hitung spasi sengkang ( $S$ ),  $S = \frac{A_v \times F_y \times d}{V_s} 190,8051 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$

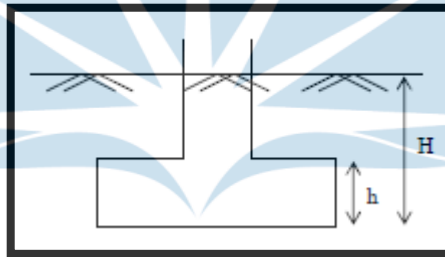
5. Periksa syarat spasi maksimum sengkang,  $S_{\text{maks}} = 169,75 > 150$  (OK)

6. Jadi digunakan 2P8-150.

Tabel 2. 2 Penulangan pelat lantai, Balok, Kolom

Notasi	pelat lantai				Balok		Kolom
	Arah x		Arah y		B2		
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	K1
Tulangan	P10 - 60	P10 - 150	P10 - 60	P10 - 150	5+2D22	3+2D22	8D25
Sengkang					2P10 - 75	2P10 - 110	2P8 - 150

#### 2.4.7 Pondasi Telapak



Gambar 2. 9 Pondasi telapak

Perancangan pondasi telapak dibagi menjadi beberapa langkah yaitu :

a. Tentukan :

D tulangan tarik = 16 mm      tebal selimut beton = 50 mm

D tulangan susut = 13 mm

b. Perhitungan dimensi

1. Tebal pondasi telapak ditetapkan 1m.

2. Hitung daya dukung efektif tanah

$$\sigma_{\text{efektif}} = \sigma_{\text{ijin tanah}} - \gamma_{\text{tanah}} (H - h) - \gamma_{\text{beton}} h - q = 221,4 \text{ KN/ m}^2$$

3. Hitung dimensi pondasi telapak menggunakan beban aksial tidak

berfaktor.  $A = \frac{PU}{\sigma_{\text{efektif}}} = 8,02$  jadi A aktual = 9 m sehingga dimensi

menjadi 300 x 300 mm

c. Perhitungan kuat geser beton pondasi

1. Tetapkan tinggi efektif pondasi (d)

$$d = h - \text{selimut} - \text{Dtulangan} - \frac{\text{Dtulangan}}{2} = 0,907 \text{ m}$$

2. Hitung beban berfaktor per satuan luas,  $q_u = \frac{PU}{A} = 197,38 \text{ KN/m}^2$

3. Pemeriksaan terhadap syarat tulangan maksimum

- Kuat geser 1 arah

$$\Phi V_c (1735,3 \text{ KN}) \geq V_u (232,5 \text{ KN})$$

- Kuat geser 2 arah

$$\Phi V_c (5871,6 \text{ KN}) \geq V_u (1260,33 \text{ KN})$$

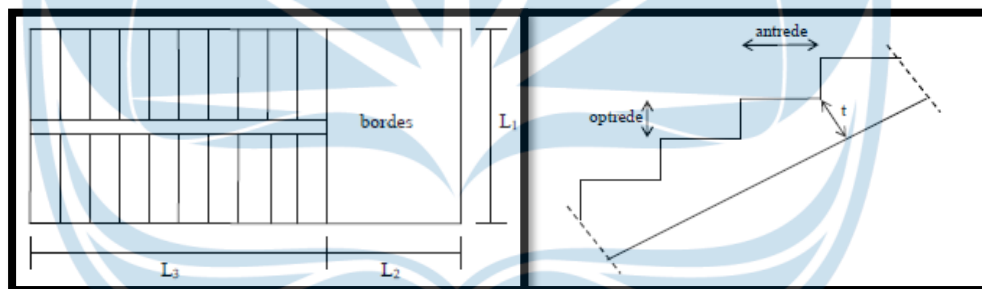
d. Penulangan

Hasil penulangan untuk pondasi telapak 3x3 m :

Tulangan tarik D16 - 150

Tulangan susut P13 - 250

#### 2.4.8 Tangga



Gambar 2. 10 Denah ruang tangga

Tangga dirancang dengan langkah-langkah di bawah ini :

a. Menentukan :

$$L1 = 3 \text{ m}$$

$$\text{Optrede (O)} = 175 \text{ mm}$$

$$L2 = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Antrede (A)} = 300 \text{ mm}$$

$$L3 = (1/2 n - 1) = 2,7 \text{ m} \quad \text{Anak tangga (n)} = 3,5 / 0,17 = 20$$

$$t \text{ pelat} = 130 \text{ mm}$$

$$\text{Tan } \alpha = O/A, \alpha = 30,25^\circ$$

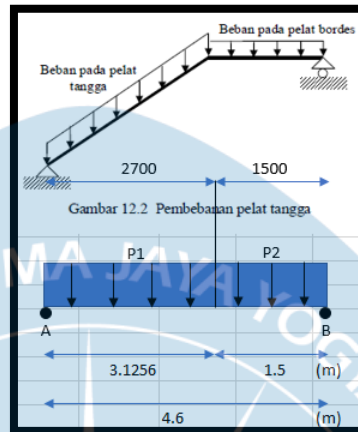
b. Beban pada pelat tangga

1. Beban mati (DL) : berat pelat tangga, anak tangga, spesi, pasir, penutup tangga, railing. Didapatkan nilai DL = 8,0118 KN/m

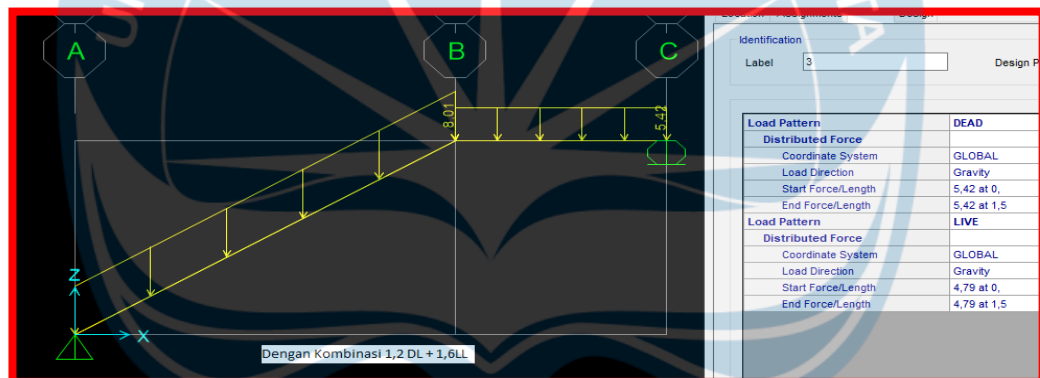
2. Beban hidup (LL) : 4,79 KN/m

c. Beban pada pelat bordes

1. Beban mati (DL) : berat pelat bordes, spesi, pasir, penutup bordes, railing. Didapatkan nilai DL = 5,43 KN/m
2. Beban hidup (LL) : 4,79 KN/m



Gambar 2. 11 Pembebanan pelat tangga



Gambar 2. 12 Pembebanan pelat tangga menggunakan *SAP2000*

d. Rencana penulangan

1. Pelat tangga

Dari software *SAP2000* didapatkan nilai :

$$M_{ut} = 36,2861 \text{ KNm}$$

$$M_{ul} = 28.0527 \text{ KNm}$$

$$V_u = 34,9340 \text{ KNm}$$

- Tentukan diameter tulangan (D) = 16 mm

- Untuk selanjutnya sama dengan saat menghitung penulangan pada pelat lantai

- Digunakan tulangan D16 - 225

## 2. Pelat bordes

Dari software *SAP2000* didapatkan nilai :

$$M_u = 36,2861 \text{ KNm}$$

$$M_l = 21.6851 \text{ KNm}$$

$$V_u = 24,1910 \text{ KNm}$$

- Tentukan diameter tulangan ( $D$ ) = 16 mm

- Untuk selanjutnya sama dengan saat menghitung penulangan pada pelat lantai

- Daerah tumpuan digunakan tulangan D16 - 150

- Daerah lapangan digunakan tulangan D16 - 300

## 3. Tulangan susut = P8 - 175

## 4. Balok bordes = tumpuan D16 - 150 dan lapangan D16 - 150

## 5. Geser bordes = 2P8 - 150

Tabel 2. 3 Penulangan pelat tangga, pelat dan balok bordes

Notasi	Pelat Tangga		Pelat Bordes		Balok Bordes	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Tulangan	D16 - 150	D16 - 225	D16 - 150	D16 - 300	D16 - 150	D16 - 150
Tul. Susut	P8 - 175					
Sengkang					2P8 - 150	