

## PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG BANGUNAN GEDUNG EKON 3 LANTAI DI KOTA WAISAI

**Annisyah Putri Nurjaman**

*(\*)Universitas Muhammadiyah Sorong*

### ABSTRAK

Perencanaan dalam pembangunan suatu gedung diperlukan guna keamanan, kenyamanan dan keselamatan pemilik atau orang yang berada didalamnya. Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Ekon ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Dimensi dan penulangan struktur atas Gedung Ekon. (2) Dimensi dan penulangan struktur bawah Gedung Ekon. Struktur atas berupa pelat, tangga, balok dan kolom sedangkan struktur bawah berupa pondasi. Bahan utama penyusun struktur adalah beton bertulang mengacu pad SNI 03-2847-2013. Perencanaan beban akibat gempa menggunakan analisis respon spektrum. Sedangkan beban non gempa disesuaikan dengan SNI 03-1727-2012: Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Dalam tugas akhir ini akan direncanakan struktur gedung beton bertulang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pada SRPMK diperoleh kebutuhan tulangan struktur atas yaitu tulangan balok B1 (40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan **6D16** dan tulangan lentur lapangan **4D16**; tulangan balok B2(40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan **5D16** dan tulangan lentur lapangan **5D16**; tulangan balok B3 (40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan **5D16** dan tulangan lentur lapangan **4D16**; tulangan balok atap BA (40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan **4D16** dan tulangan lentur lapangan **4D16**. Tulangan transversal kolom K1 **8D16**; K2 **6D16**; dan K3 **4D16**. Pada struktur bawah digunakan pondasi telapak dengan dimensi 2x2 m dan tulangan **12D16**.

### 1. PENDAHULUAN

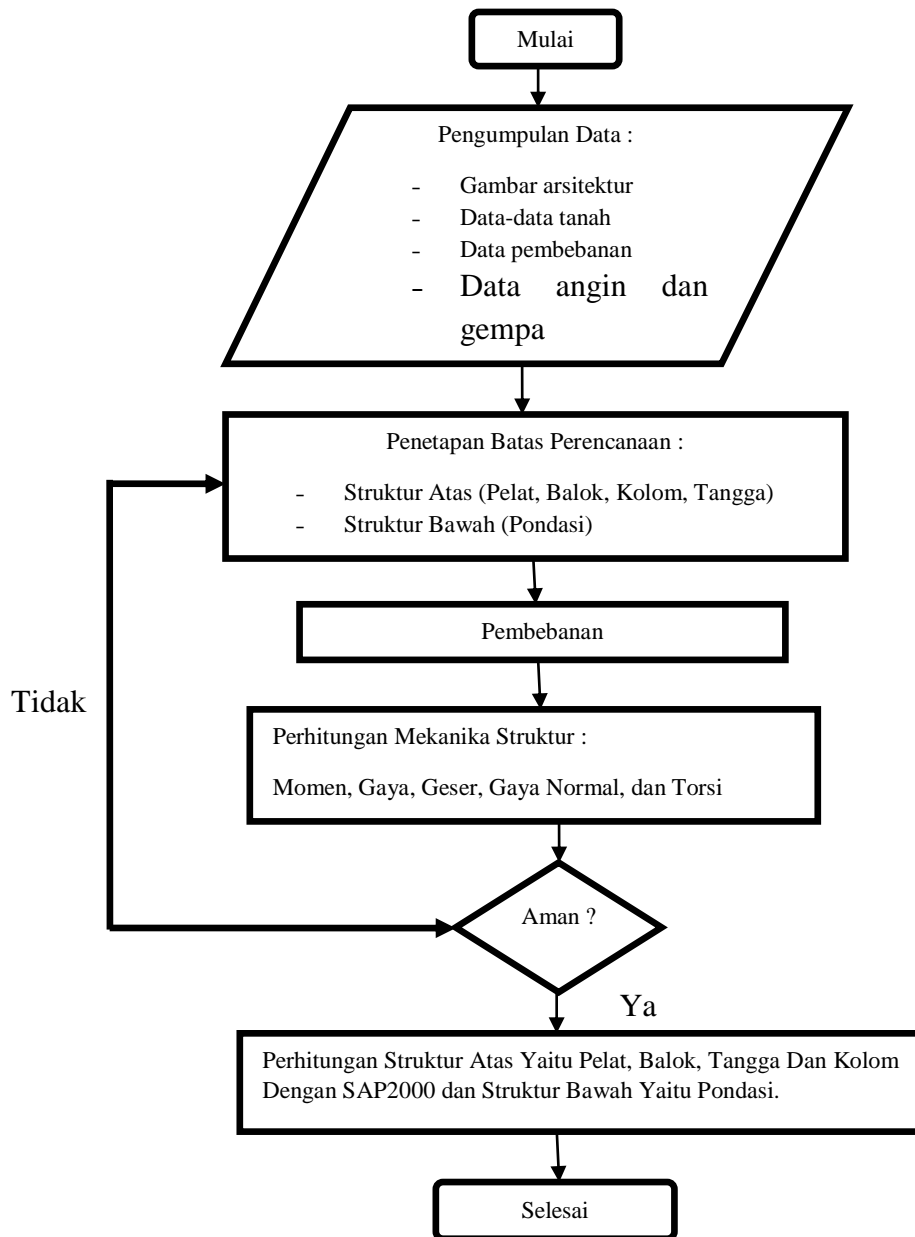
Kecenderungan perubahan dinamika di tahun 2000-an menunjukkan sektor industri teknik sipil lebih dominan. Ini berarti investasi di Indonesia akan cenderung meningkat. Akibatnya, pembangunan infrastruktur merupakan salah satu hal yang paling penting pada tahun-tahun mendatang, khususnya yang berkaitan dengan bidang ketekniksipilan, seperti bangunan drainase, irigasi, jembatan, dan lain-lain. Hal ini yang mendorong penyusun untuk membuat tugas akhir perencanaan gedung bertingkat. Dalam perencanaan ini bangunan yang

dipilih adalah Gedung Ekon 3 Lantai di Kota Waisai, Kab.Raja Ampat. Adapun tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui perencanaan dimensi dan penulangan struktur atas dan struktur bawah gedung Ekon.

### 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dalam tugas akhir ini adalah Gedung Ekon 3 lantai yang terletak di Kota Waisai dengan koordinat 00°, 20', 59,27" LS dan 130°, 82,36', 66,44" BT. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan juli sampai dengan bulan september 2017.

Garis besar langkah-langkah perencanaan struktur disajikan dalam bentuk flow chart berikut ini :



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Struktur

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perencanaan Dimensi Struktur

Langkah awal dalam mendesain struktur gedung adalah menentukan besarnya dimensi dari penampang komponen struktur tersebut.

Tabel 1 . Perencanaan Dimensi Balok

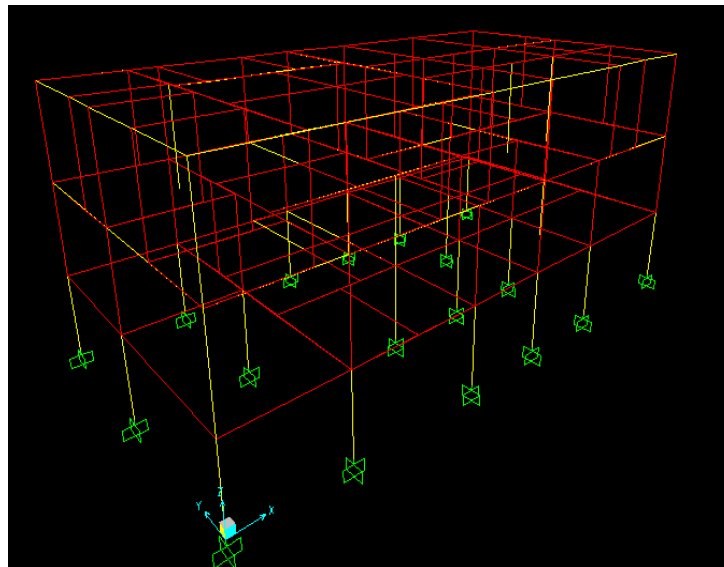
Tipe Balok	L (cm)	b (cm)	h (cm)
BL1	850	40	55
BL2	850	40	55
BL3	850	40	55
RB	520	25	40
BA	520	20	30

Tabel 2. Perencanaan Dimensi

Kolom			
Tipe Kolom	H (cm)	b (cm)	h (cm)
K1	330	45	45
K2	380	45	45
K3	380	35	35

### Pemodelan Struktur Secara 3D

Perencanaan struktur gedung menggunakan beton bertulang dengan mutu beton  $f'_c = 25$  MPa dan mutu baja  $f_y = 400$  MPa untuk tulangan ulir dan 240 MPa untuk tulangan polos. Pemodelan gedung secara 3D ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D

### Kombinasi Pembebanan

Beban yang diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini adalah sebagai berikut :

- Beban mati (D)
- Beban hidup (L)
- Beban gempa (E)
- Beban angin (W)

Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah :

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L$
3.  $1,4D + 1L \pm E$
4.  $1,4D + 1L \pm 1,6W$

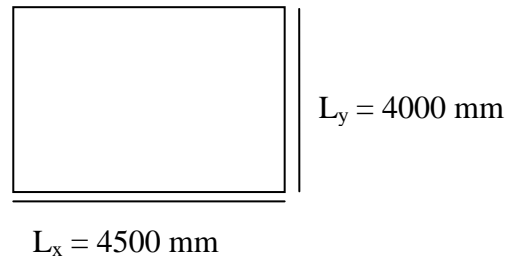
### Analisa Struktur Terhadap Beban Gempa

Analisis struktur gedung tahan gempa ditentukan berdasarkan konfigurasi struktur dan fungsi bangunan yang dikaitkan dengan tanah dasar dan peta zona gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2012 untuk Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung.

Data perencanaan gempa bangunan gedung yang ditinjau adalah sebagai berikut :

- Lokasi bangunan : Kota Waisai
- Faktor keutamaan ( $I_e$ ) : 1,5
- Kategori resiko : D
- Koef Respon : 8 (SRPMK)
- 

### Perhitungan Tulangan Pelat Lantai dan Atap



Gambar 3. Dimensi pelat lantai

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,125$$

Sehingga termasuk dalam pelat 2 arah (SNI 2847:2013 Pasal 9.5.3)

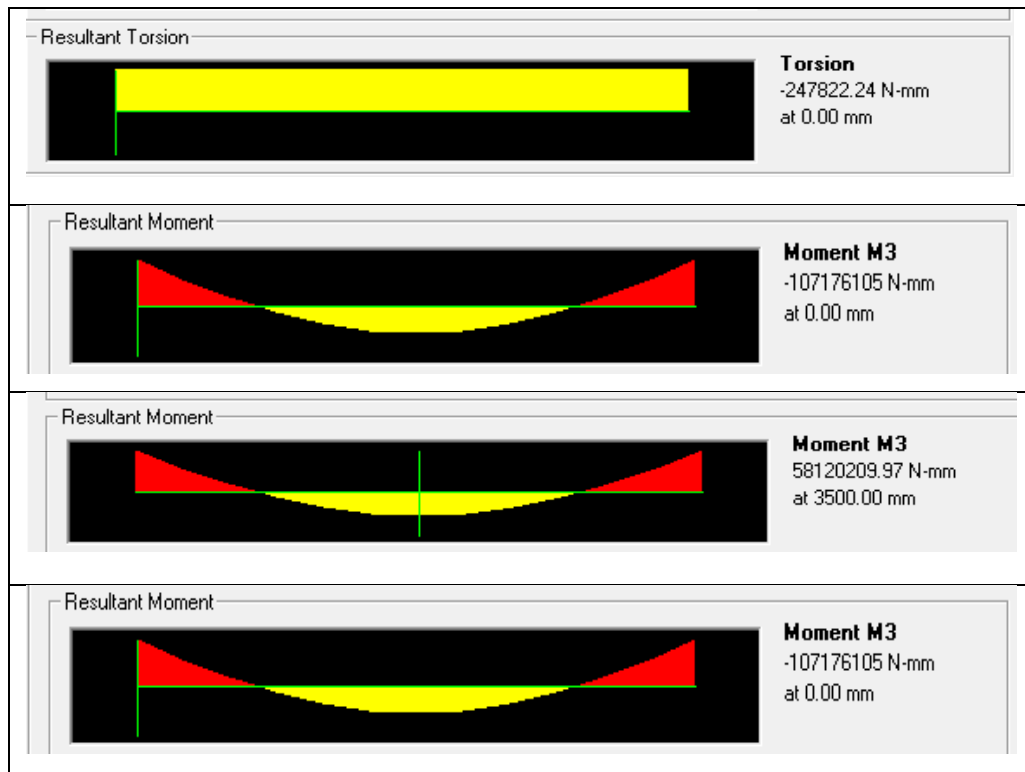
Tabel 3. Penulangan Pelat Lantai

Tipe	$L_x$	$L_y$	Tulangan Pakai
Lapangan X	4 m	4,5 m	$\phi$ 10 - 200
Tumpuan X			$\phi$ 10 - 200
Lapangan Y			$\phi$ 10 - 200

## Perhitungan Balok

### Perhitungan Balok Lantai 2

#### Hasil Ouput SAP2000



Gambar 4. Output Momen Tumpuan, Momen Lapangan, Momen Torsi dan Gaya Geser

Sebuah komponen lentur bagian dari Sistem rangka pemikul momen khusus harus memenuhi kriteria yang ditetapkan didalam SNI 2847:2013 pasal 21.5 sebagai berikut:

- Panjang bentang bersih  $l_n$ , harus lebih besar dari 4 kali tinggi efektif
$$l_n > 4 d \text{ (memenuhi)}$$
- Lebar penampang  $b_w$ , tidak kurang dari 0,3 kali tinggi penampang namun tidak boleh diambil kurang dari 250 mm
$$b_w > 0,3 h \text{ (memenuhi)}$$
- Lebar penampang,  $b_w$  tidak boleh melebihi lebar kolom pendukung ditambah nilai terkecil dari lebar kolom atau  $\frac{3}{4}$  kali dimensi kolom dalam arah sejajar komponen lentur.
$$b_w = 400 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \text{ (memenuhi).}$$

### Perhitungan Penulangan Lentur

$$M_n = 119084561,1 \text{ Nmm}$$

$$R_n = 1,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,0032$$

Cek persyaratan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \text{ (memenuhi)}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho = 0,0032$$

Luasan perlu ( $A_s$  perlu) tulangan tarik :

$$A_s = \rho \times b \times d = 623,70 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai :

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\text{luas tul.lentur}} = 4,5 \approx 5 \text{ buah}$$

Luasan tulangan lentur tarik pasang :

$$A_{s \text{ pasang}} = n \times L D_{\text{lentur}} = 1005 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$A_{s \text{ pasang}} > A_{s \text{ perlu}} \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol S tulangan tarik

$$S_{\text{tarik}} = 55 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{maks}} \geq \text{Syarat agregat}$$

$$55 \geq 25 \text{ (Memenuhi)}$$

Kontrol kemampuan penampang:

$$A_{s \text{ pakai tul.tarik}} = 5D16 = 1005 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \text{ tu.tekan} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = 47,29 \text{ mm}$$

$$M_{n \text{ pasang}} = 188277882 \text{ Nmm}$$

$$M_{n \text{ perlu}} = M_n = 119084561 \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$M_{n \text{ pasang}} > M_{n \text{ perlu}} \text{ (Memenuhi)}$$

Maka dipasang tulangan lentur balok

induk 40/55 untuk daerah lapangan

adalah sebagai berikut :

Tulangan lentur tarik : 5D16

### Perhitungan Penulangan Geser Balok

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 didapatkan :

$$\text{Gaya Geser } V_u = 79201,68 \text{ N}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f'_c$ ) :

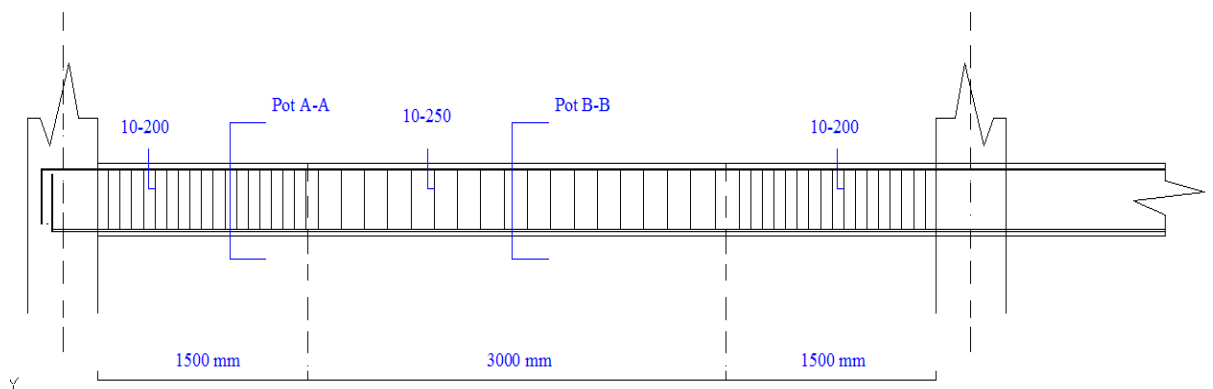
$$\sqrt{f'_c} < \frac{25}{3} \text{ (Memenuhi)}$$

Kuat geser beton (SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.1)

$$\phi V_c = 125,715 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 62,85 \text{ kN}$$

Karena  $V_u < \phi V_c$  maka tulangan geser tidak harus disediakan namun mengingat fungsi tulangan geser (sengkang) bukan hanya untuk menahan geser namun juga sebagai pengikat tulangan utama maka sengkang tetap disediakan. Dipasang tulangan geser  $\phi 10-200$ .



TYPE (Uk.)	B1 (40/55)		
	LETAK TUL.	AREA TUMPUAN	AREA LAPANGAN
BALOK L340/55			
	Lentur	5 D 16	4 D 16
	Geser	Ø10 - 200	Ø10 - 250
	Decking	40	40 mm
POTONGAN	A-A	B-B	

Gambar 5. Penulangan Balok Lantai 2

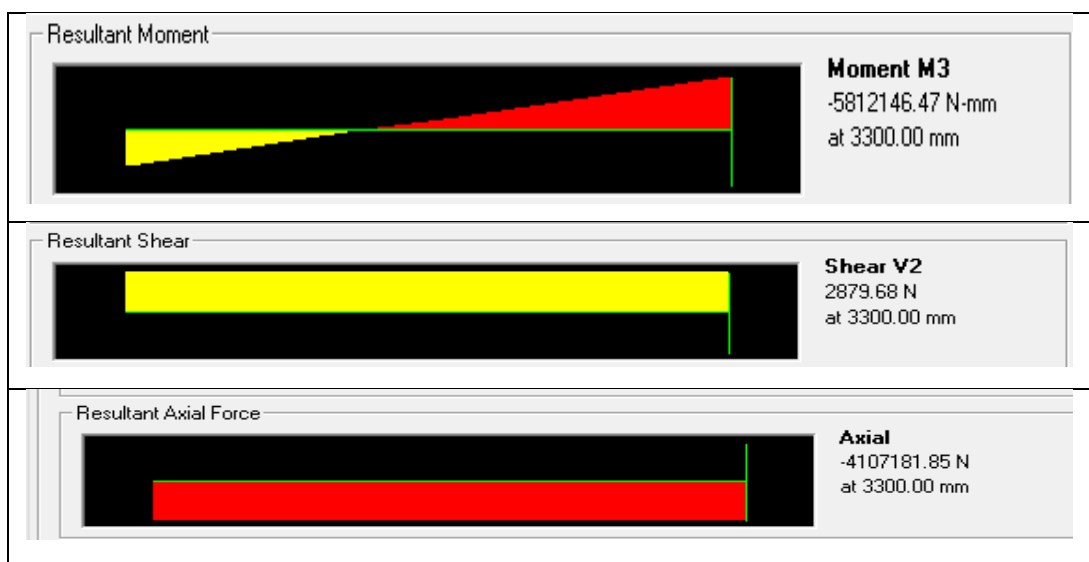
Tabel 4. Penulangan Balok

Lantai	Tipe Balok	Dimensi Balok	Panjang Bentang	Torsi	Lentur		Geser	
					Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
2	B1	40/55	6000 mm	-	5D16	5D16	Ø 10-200	Ø 10-250
3	B1	40/55	6000 mm	-	5D16	4D16	Ø 10-200	Ø 10 -250
atap	B2	25/40	7000 mm	-	4D16	4D16	Ø 10-200	Ø 10-250

### Perhitungan Kolom

Perhitungan Kolom Lantai 1

Rekap Hasil Output SAP2000



Gambar 6. Ouput SAP 2000 Momen Maks, Gaya Aksial dan Gaya Geser

### Perhitungan Penulangan Lentur

Perhitungan Tulangan Lentur :

$$M_u = 5812146,47 \text{ Nmm}$$

Mencari  $\rho_{\text{perlu}}$  dengan menggunakan diagram interaksi :

$$\mu h = 331 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{\mu h}{h_{\text{kolom}}} = 0,735$$

$$e_{\text{perlu}} = \frac{M_u}{P_u} = 1,41 \text{ mm}$$

Sumbu vertikal :

$$y = \frac{P_u}{\phi b h \cdot 0,85 \cdot f'c} = 1,12$$

Sumbu horizontal :

$$x = \frac{P_u}{\phi b h \cdot 0,85 \cdot f'c} \cdot \frac{e_t}{h} = 0,0035 ,$$

maka didapatkan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,008$

Perhitungan tulangan kolom :

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times h = 1620 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur pasang :

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\text{Luas tulangan lentur}} = 7,04 \approx 8 \text{ buah}$$

Sehingga direncanakan tulangan lentur pasang 8D19.

### Perhitungan Penulangan Geser Kolom

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi dari analisa SAP 2000 didapatkan :

$$\text{Gaya Geser } V_u = 2879,68 \text{ N}$$

$$M_u = 5812146,47 \text{ Nmm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 21.3.5.2 panjang lo minimum diambil dari nilai terbesar antara :

Tabel 5. Panjang lo minimum

Syarat untuk SRPMM	Nilai
1/6 ln	475
Dimensi terbesar kolom	450
450 mm	450

Maka jarak lo minimum sebesar 475 mm, sehingga direncanakan sebesar 600 mm. Syarat kuat tekan beton ( $f'c$ ) :

$$\sqrt{f'c} < \frac{25}{3}$$

$$5 < 8,333 \quad (\text{Memenuhi})$$

Kuat geser beton (SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.1)

$$\phi V_c = \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 112024,68 \text{ N}$$

Kuat geser beton untuk analisa kondisi :

$$V_{c1} = 289946,25 \text{ N}$$

$$V_{c2} = 579892,5 \text{ N}$$

Penulangan geser balok

Direncanakan menggunakan tulangan geser diameter 10 mm dengan jumlah kaki 2.

$$n_{\text{kaki}} = 2$$

$$A_v = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times d^2 \times n_{\text{kaki}} = 157,143 \text{ mm}^2$$

Sehingga tulangan sengkang direncanakan D10-150.



KOLOM LANTAI 1 45/45	TYPE (Uk.)	K1 (45/45)
	LETAK TUL.	
	Lentur	6 D 22
	Geser	Ø10 - 150
Decking	40	

Gambar 7. Penulangan Kolom Lantai 1

Tabel 6. Penulangan Kolom

Lantai	Tipe	Dimensi Kolom	Panjang Bentang	Lentur	Geser
1	K1	45/45	3300 mm	8D16	D10-150
2	K1	45/45	3800 mm	6D16	D10-150
3	K2	35/35	3800 mm	4D16	D10-150

### Perhitungan Pondasi

Analisa Data

Cek Pondasi Terhadap Tegangan Tanah

Q = Berat pondasi + Berat tanah =  
50,88 kN/m<sup>2</sup>.

$$\sigma_{maks} = \frac{Pu}{B \times L} + \frac{Mu}{\frac{1}{6}B \times L^2} + q \leq \sigma_t$$

$$\sigma_{maks} = 1081 \text{ kN/m}^2 \leq 2908 \text{ kN/m}^2$$

(Memenuhi)

$$\sigma_{min} = \frac{Pu}{B \times L} - \frac{Mu}{\frac{1}{6}B \times L^2} + q \leq \sigma_t$$

$$\sigma_{min} = 1073 \text{ kN/m}^2 \leq 2908 \text{ kN/m}^2$$

(Memenuhi)

Kontrol Tegangan Satu Arah :

$$d = 552,5 \text{ mm}$$

$$d' = 48 \text{ mm}$$

$$a = 259,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_a = \sigma_{min} + (B-a) \times \frac{\sigma_{maks} - \sigma_{min}}{1,5}$$

$$\sigma_a = 1080 \text{ kN/m}^2$$

Penentuan tebal pondasi telapak berdasarkan tinjauan geser :

Ketebalan dari suatu pondasi pada umumnya lebih ditentukan oleh pengaruh geser, baik itu geser satu arah ataupun dua arah. Sebagai asumsi awal

diperkirakan tebal pondasi adalah sebesar 600 mm. Maka :

$$d_{\text{rata}} = 506 \text{ mm}$$

Geser satu arah :

$$V_{u1} = 532,90 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 887,08 \text{ kN}$$

$$\phi V_n > V_{u1}, (\text{Memenuhi})$$

Geser dua arah :

$$V_{u2} = 1163,35 \text{ kN}$$

Nilai kuat geser pons dua arah untuk beton ditentukan dari nilai terkecil antara :

$$V_{c1} = 4934,10 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = 5856,20 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = 3192,65 \text{ kN}$$

Maka :

$$\phi V_n = 2394,49 \text{ kN}$$

$$\phi V_n > V_{u2}, (\text{Memenuhi})$$

Perhitungan pembesian pelat pondasi :

$$M_u = 616,719 \text{ kNm}$$

$$R_n = 1,33$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0032$$

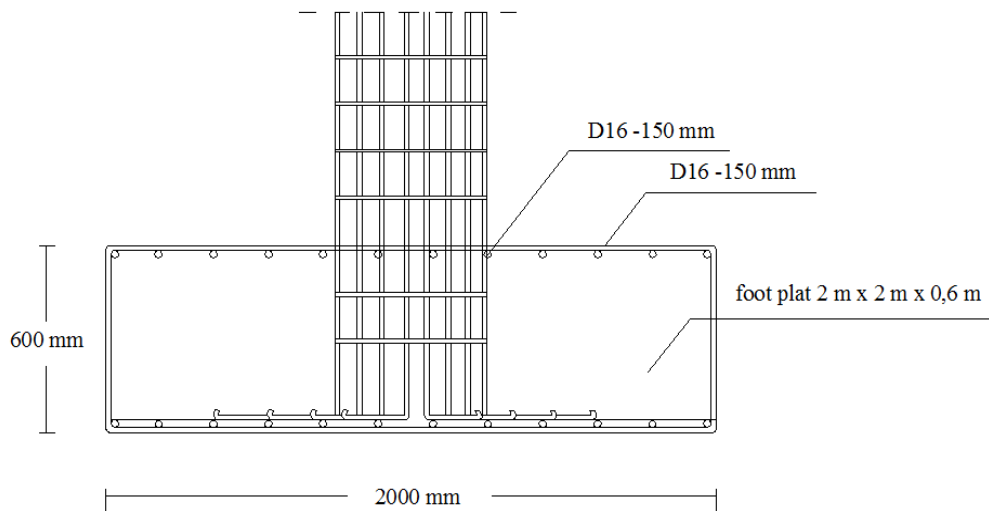
$$A_{S_{\text{perlu}}} = 3499,48 \text{ mm}^2$$

Kontrol:

$$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}} (\text{Memenuhi})$$

$$\text{Jumlah tul (n)} = \frac{3499,48}{201} = 10,78 \approx 12$$

$$A_s \text{ pasang} = 12 \times 201 = 2412 \text{ mm}^2.$$



Gambar 8. Penulangan Pondasi Telapak

## KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan, dapat

### Dimensi dan kebutuhan tulangan struktur atas

1. Pelat Lantai (4m x 4,5 m)  
Lapangan x :  $\phi 10 - 200$

disimpulkan bahwa Gedung Ekon dapat didesain dengan desain komponen struktur sebagai berikut :

- Lapangan y :  $\phi 10 - 200$
  - Tumpuan x :  $\phi 10 - 200$
  - Tumpuan y :  $\phi 10 - 200$
2. Pelat Tangga dan Bordes

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a. Pelat Tangga (2,090 m × 3,650 m)</p> <p>Lapangan x : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Lapangan y : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Tumpuan x : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Tumpuan y : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>b. Pelat Bordes (1,2 m × 1,2 m)</p> <p>Lapangan x : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Lapangan y : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Tumpuan x : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Tumpuan y : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>3. Balok</p> <p>a. Balok Lantai 1 (40 × 55)</p> <p>Lentur tumpuan : 6D16</p> <p>Lentur lapangan: 4D16</p> <p>Geser tumpuan : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Geser lapangan : <math>\phi 10 - 250</math></p> <p>b. Balok Lantai 2 (40 × 55)</p> <p>Lentur tumpuan : 5D16</p> <p>Lentur lapangan: 5D16</p> <p>Geser tumpuan : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Geser lapangan : <math>\phi 10 - 250</math></p> <p>c. Balok Lantai 3 (40 × 55)</p> <p>Lentur tumpuan : 5D16</p> | <p>Lentur lapangan: 4D16</p> <p>Geser tumpuan : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Geser lapangan : <math>\phi 10 - 250</math></p> <p>d. Balok Atap (40 × 55)</p> <p>Lentur tumpuan : 4D16</p> <p>Lentur lapangan: 4D16</p> <p>Geser tumpuan : <math>\phi 10 - 200</math></p> <p>Geser lapangan : <math>\phi 10 - 250</math></p> <p>4. Kolom</p> <p>a. Kolom Lantai 1 (45 × 45)</p> <p>Lentur : 8D16</p> <p>Geser : <math>\phi 10 - 150</math></p> <p>b. Kolom Lantai 2 (45 × 45)</p> <p>Lentur : 6D16</p> <p>Geser : <math>\phi 10 - 150</math></p> <p>c. Kolom Lantai 3 (45 × 45)</p> <p>Lentur : 4D16</p> <p>Geser : <math>\phi 10 - 150</math></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Dimensi dan kebutuhan tulangan struktur atas**

Pondasi Telapak  
 Dimensi 2 × 2 m  
 Tulangan 12D16.

**SARAN**

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk perencanaan struktur suatu bangunan gunakan peraturan yang terbaru dan sesuai.
2. Sebaiknya menambah pemahaman materi perencanaan

struktur gedung beton bertulang agar lebih baik dalam merencanakan suatu gedung.

## REFERENSI

Badan Standar Nasional 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013. Jakarta : Badan Standar Nasional.

Badan Standar Nasional 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk

Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung SNI 03-1726-2012. Jakarta : Badan Standar Nasional.

Badan Standar Nasional 2013. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727-2013. Jakarta : BSN.