

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sesuai dengan kurikulum Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro mewajibkan setiap mahasiswa untuk menyelesaikan Tugas Akhir sebagai syarat untuk mengikuti ujian wawancara. Oleh sebab itu penulis membuat Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Perhitungan Kolom, Balok, dan Plat Pembangunan Gedung 2 Lantai”.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini pokok bahasan yang akan diketengahkan adalah mengenai perencanaan struktur atas Pembangunan Gedung 2 Lantai. Perencanaan Gedung 2 Lantai ini dilandasi oleh beberapa hal, antara lain :

1. Penulis ingin mempelajari lebih dalam lagi tentang struktur bangunan gedung.
2. Penulis berpendapat bahwa bangunan gedung di masa yang akan datang akan sangat dibutuhkan.
3. Bangunan Gedung ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Universitas Diponegoro maupun sekitarnya.

## **1.2 Maksud Dan Tujuan**

Maksud dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Memenuhi tugas studi penyusunan sebagai mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Untuk melatih mahasiswa dalam memperhitungkan kebutuhan struktur dalam suatu perencanaan proyek bangunan yang efektif dan efisien.
3. Tolak ukur kemampuan mahasiswa dalam menyerap ilmu yang diperoleh selama perkuliahan serta mengukur kualitas, kreatifitas, dan kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan gagasan serta mewujudkan secara nyata penerapan mata kuliah keteknikan secara terpadu, terencana, ilmiah dan sistematis.
4. Untuk menambah pengalaman bagi mahasiswa dalam mempersiapkan diri menghadapi pekerjaan perencanaan yang sesungguhnya.

## **1.3 Ruang Lingkup Tugas**

Laporan Tugas Akhir yang akan penulis uraikan adalah perencanaan struktur atas bangunan Gedung 2 Lantai yang meliputi perhitungan kolom, balok, dan plat lantai.

## **1.4 Metodologi dan Analisa Perhitungan**

Dalam penulisan ini metode penyusunan hitungan, berdasarkan :

- a. Metode *observasi* (pengamatan)

Dalam metode ini digunakan untuk memperoleh data yang berhubungan dengan analisa yang dibahas.

b. Metode *Diskriptif*

Metode *Diskriptif* (literatur) didapatkan dari buku-buku yang mempelajari tentang contoh-contoh analisa yang digunakan dalam perhitungan struktur. Metode literatur digunakan dalam pemecahan-pemecahan permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

c. Metode *Interview* (wawancara langsung)

Digunakan untuk mendapatkan rujukan yang sekiranya tidak terdapat dalam data.

d. Metode Bimbingan

Dilakukan dengan dosen mengenai masalah yang dibahas untuk mendapatkan petunjuk dalam pembuatan Tugas Akhir.

Analisa hitungan :

Analisa konstruksi beton berdasarkan SKSNI T-15-1991-03

#### **1.4.1 Peraturan – Peraturan untuk Perhitungan Konstruksi**

1. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SKSNI T-15-1991-03)
2. Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SNI-1729-1989F)
3. Peraturan Pembebanan Indonesia ( PPI 1981 )
4. Peraturan Muatan Indonesia ( PMI 1970 )

5. Konstruksi diperhitungkan dengan sistem *Load Factor*.

#### **1.4.2 Tuntutan atau Ketentuan Umum Dalam Perencanaan**

Tuntutan atau ketentuan umum dalam perencanaan gedung yang harus kita perhatikan antara lain :

- a. Konstruksi harus aman, kokoh, kuat, baik terhadap pengaruh cuaca, iklim, maupun terhadap pengaruh lainnya
- b. Bangunan harus benar – benar dapat berfungsi menurut penggunaannya.
- c. Ditinjau dari segi biaya, bangunan harus seekonomis mungkin dengan catatan tidak boleh mengurangi kekuatan konstruksi sehingga tidak boleh membahayakan bangunan dan keselamatan pengguna bangunan.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah dalam pembahasan dan uraian lebih terperinci, maka laporan disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang hal-hal yang melatar belakangi penyusunan Tugas Akhir serta maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, metodologi dan analisa data, serta sistematika penyusunan.

## BAB II DASAR PENINJAUAN

Bab ini berisi tentang tujuan dari dibangunnya Rumah Sakit ini, pedoman perencanaan, beban-beban yang diperhitungkan, serta metode perhitungan yang digunakan.

## BAB III PERENCANAAN PLAT LANTAI

Bab ini berisi tentang perencanaan beban, analisa statika dan desain penulangan pada plat lantai.

## BAB IV PENINJAUAN PORTAL

Bab ini berisi tentang analisa beban pada balok potongan memanjang dan balok potongan melintang, serta perhitungan kolom.

## BAB IV PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## **BAB II**

### **DASAR PENINJAUAN**

#### **2.1 Uraian Umum**

Bangunan gedung mempunyai 2 bagian sistem struktur, yaitu :

- a. Sistem struktur atas ( *upper structure* )
- b. Sistem struktur bawah ( *sub structure* )

Pemilihan sistem struktur atas ( *upper structure* ) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung. Desain struktur akan mempengaruhi desain gedung secara keseluruhan. Dalam proses desain struktur perlu kiranya dicari kedekatan antara sistem struktur dengan masalah – masalah seperti arsitektur, efisiensi, sistem pelayanan kemudi, pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan.

Sedangkan pemilihan sistem struktur bawah ( *sub structure* ) meliputi bagian bangunan yang berada di bawah lantai dasar ( *ground floor* ). Bangunan bawah bertugas meneruskan semua beban di atasnya ke tanah dibawahnya dengan stabil dan aman.

#### **2.2 DASAR-DASAR PERENCANAAN**

##### **2.2.1 Peraturan-peraturan untuk perhitungan konstruksi**

Dalam perencanaan berdasar pada peraturan-peraturan yang telah dikeluarkan pemerintah seperti :

- a. Peraturan Muatan Indonesia 1970

- b. Peraturan Muatan Bangunan Gedung 1983
- c. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI-1983)
- d. SKSNI T-15 1991-03
- e. Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia (PPTGI-1983)

### 2.2.2 Dasar Perhitungan Kontruksi

Pada Gedung 2 Lantai ini penulis merencanakan struktur utama bangunan dengan beton bertulang  $f_c$  25 MPa dengan pertimbangan bahan tersebut mudah didapat, dan pengerjaannya mudah dilaksanakan serta tahan terhadap api.

Unsur – unsur bangunan gedung :

- a. Lantai dan portal

Perencanaan lantai dihitung berdasarkan:

1. Beban Mati

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri kolom, berat sendiri balok, berat sendiri plat lantai, dan beban dinding yang bekerja diatas balok portal, diperhitungkan dengan faktor 1,2.

2. Beban Hidup

Beban hidup besarnya berasal dari fungsi bangunan tersebut, diperhitungkan dengan faktor 1,6.

3. Beban Gempa

Beban gempa direncanakan agar struktur tersebut dapat menahan gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga

bangunan tersebut tidak roboh. Perhitungan beban gempa direncanakan sebagai struktur dengan daktilitas terbatas.

b. Balok

Untuk perencanaan balok didasarkan pada perhitungan balok dengan dimensi 30 x 50 cm dengan mutu beton  $f_c' = 25$  MPa.

c. Kolom

Kolom pada bangunan ini direncanakan dengan dimensi 30 x 40 cm.

### 2.2.3 Spesifikasi Teknik

Dalam perhitungan ini digunakan spesifikasi material yaitu :

- a. Mutu beton  $f_c = 25$  MPa.
- b. Tulangan baja dengan mutu  $f_y = 240$  MPa.

## 2.3 Beban Yang Diperhitungkan

Macam-macam beban yang direncanakan dan perlu dipertimbangkan kemungkinan terjadi sesuai Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Gedung SNI 03-2847-2002, antara lain :

### A. Beban mati ( D )

Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan gedung yang bersifat tetap, termasuk peralatan tetap yang tidak terpisahkan dari gedung . Beban mati untuk gedung diatur dalam SNI 03-1727-1989-F.



<b>Material</b>	<b>Specific Gravity (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
Beton <sup>a</sup> tanpa tulangan	2200
Beton <sup>b</sup> bertulang	2400
Baja <sup>c</sup>	7850
Kayu <sup>d</sup>	1000
Pasir <sup>e</sup>	1600

*Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*

*SNI 03-1727-1989*

**Tabel 2.1** Besar Beban Mati untuk Material Bangunan

<b>Komponen</b>	<b>Berat Satuan (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
Adukan setengah bata	21
Batu bata	250
Plafond (tidak termasuk penggantung)	11
Penggantung	7
Spesi	23
Ubin (tidak termasuk mortar)	24
Spesi kedap air	14
Air hujan	10

*Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*

*SNI 03-1727-1989*

**Tabel 2.2** Besar Beban Mati Untuk Komponen Bangunan

### B. Beban hidup ( L)

Berat semua beban yang terjadi akibat penggunaan dari gedung tersebut, termasuk peralatan yang sering berpindah posisi sehingga mengakibatkan perubahan pada pembebanan yang ada.

<b>Komponen</b>	<b>Beban (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
Beban hidup pada atap	100
Lantai rumah tinggal	200
Lantai sekolah, perkantoran, hotel, asrama, pasar, dan rumah sakit	250
Plat Panggung penonton	500
Lantai ruang olahraga, pabrik, bengkel, gudang, tempat orang berkumpul, perpustakaan, toko buku, masjid, gereja, bioskop, dan ruang mesin atau alat	400
Plat balkon atau tangga	300
Lantai gedung parkir :	
- Lantai bawah	800
- Lantai atas	400

*Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*

*SNI 03-1727-1989*

**Tabel 2.3** Beban Hidup Untuk Struktur Bangunan

### C. Beban Angin (W)

Beban yang bekerja pada struktur akibat tekanan dari gerakan angin. Besarnya tekanan diambil minimum 25 kg/m<sup>2</sup> dan ditepi laut hingga 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m<sup>2</sup>. Jika ada kemungkinan tekanan lebih besar dari 40 kg/m<sup>2</sup>, maka harus diambil sebesar  $p = \frac{V^2}{16}$ .

#### 1. Beban Air Hujan

Beban air hujan dipakai karena kemiringan atap < 50° , dan apabila lebih dari 50°, beban air hujan tidak diperhitungkan (PPIUG 1998).

#### 2. Beban Gempa

Beban gempa direncanakan agar struktur tersebut dapat menahan gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga bangunan tersebut tidak roboh. Perhitungan beban gempa direncanakan sebagai struktur dengan daktilitas terbatas.

## 2.4 Metode Perhitungan

Perhitungan balok dan plat berdasarkan standar tata cara perhitungan struktur beton untuk ( SK SNI T-15-1991-03 ) dan dasar-dasar perencanaan beton bertulang ( Ir. Gideon H. K. M Eng, 1994 ). Sedangkan untuk perhitungan tulangan dilakukan dengan cara teori kekuatan terbatas.

## **BAB III**

### **PERENCANAAN PLAT LANTAI**

#### **3.1 Perencanaan Plat Lantai**

Plat beton bertulang adalah struktur yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Plat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, plat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Sistem perencanaan tulangan plat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu plat satu arah (*one way slab*) dan sistem perencanaan plat dengan tulangan pokok dua arah yang disebut plat dua arah (*two way slab*).

Peraturan-peraturan yang digunakan dalam perhitungan plat lantai pada perencanaan ini adalah sebagai berikut.

- Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2002).
- Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).
- Buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng.

Pada perencanaan plat beton bertulang, perlu diperhatikan beberapa persyaratan/ketentuan sebagai berikut :

1. Pada perhitungan plat, lebar plat diambil 1 meter ( $b=1000$  mm)
2. Panjang bentang ( $L$ ) (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)

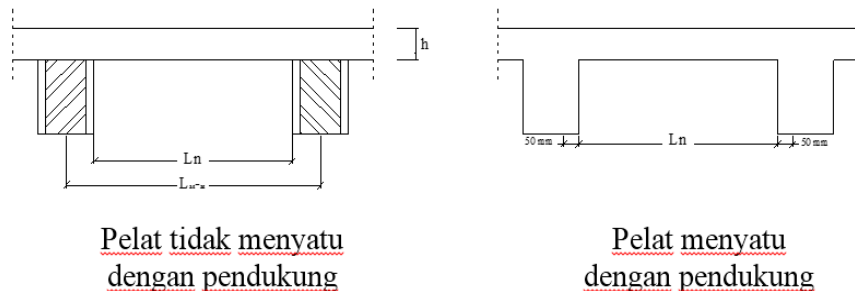
- a. Plat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung

$$L = L_n + h \text{ dan } L \leq L_{\text{as-as}}$$

- b. Plat yang menyatu dengan struktur pendukung

Jika  $L_n \leq 3,0$  m, maka  $L = L_n$

Jika  $L_n > 3,0$  m, maka  $L = L_n + (2 \times 50 \text{ mm})$ . (PBI-1971)



**Gambar 3.1** Penentuan Panjang Bentang ( $L$ )

3. Tebal minimum plat ( $h$ ) (Pasal 11.5 SNI 03-2847-2002)
  - a. Untuk Plat satu arah (Pasal 11.5.2.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal dapat dilihat pada tabel berikut :

Komponen Struktur	Tinggi Minimal (h)			
	Dua Tumpuan	Satu ujung Menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang akan rusak karena lendutan yang besar			
Plat Solid satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau plat jalur satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8

**Tabel 3.1** Tebal Minimum Plat Satu Arah

- b. Untuk plat dua arah (Pasal 11.5.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal plat bergantung pada  $\alpha_m = \alpha$  rata-rata,  $\alpha$  adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur plat dengan rumus berikut:

$$\alpha = \frac{E_{cb}/I_b}{E_{cp}/I_p}$$

- 1) Jika  $\alpha_m < 0,2$ , maka

$$h \geq 120 \text{ mm}$$

- 2) Jika  $0,2 \leq \alpha_m < 2$  maka

$$h = \frac{L_n(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5 \cdot \beta \cdot (\alpha_m - 0,2)} \text{ dan } \geq 120 \text{ mm}$$

3) Jika  $\alpha_m > 2$ , maka

$$h = \frac{L_n(0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9, \beta} \text{ dan } \geq 90 \text{ mm}$$

dengan  $\beta$  = rasio bentang bersih plat dalam arah memanjang  
dan

memendek.

4. Tebal selimut beton minimal (Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002)

a. Untuk baja tulangan  $D \leq 36$

Tebal selimut beton  $\geq 20$  mm

b. Untuk baja tulangan D44-D56

Tebal selimut beton  $\geq 20$  mm 40 mm

5. Jarak bersih antar tulangan  $s$  (Pasal 9.6.1 SNI 03-2847-2002)

$S \geq D$  dan  $s \geq 25$  mm

6. Jarak maksimal antar tulangan (as ke as)

a. Tulangan Pokok :

Plat 1 arah :  $s \leq 3.h$  dan  $s \leq 450$  mm (pasal 12.5.4)

Plat 2 arah :  $s \leq 2.h$  dan  $s \leq 450$  mm (pasal 15.3.2)

b. Tulangan Bagi

$s \leq 5.h$  dan  $s \leq 450$  mm (Pasal 9.12.2.2)

7. Luas Tulangan minimal Plat

Untuk  $f_y = 240$  Mpa, Maka  $A_s \geq 0,0025.b.h$

Untuk  $f_y = 320$  Mpa, Maka  $A_s \geq 0,0020.b.h$

Untuk  $f_y = 400$  Mpa, Maka  $A_s \geq 0,0018.b.h$

Untuk  $f_y \geq 400$  Mpa, Maka  $A_s \geq 0,0014.b.h$

Pada plat lantai hanya digunakan satu tipe yang diperhitungkan.

Berikut adalah data-data perencanaan plat lantai:

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 25 MPa
- Mutu Baja ( $f_y$ ) = 240 MPa
- Berdasarkan pasal 3.15 SK SNI T-15-1991-03 modulus elastisitas untuk beton dihitung dengan rumus :

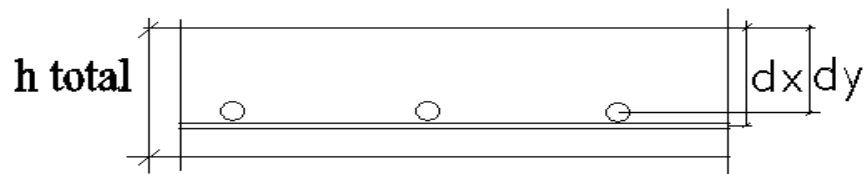
$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} = 4700 * \sqrt{25} = 23.500 \text{ MPa}$$

### 3.2 Penentuan Tinggi Efektif

Tebal penutup beton = 25 mm (lantai) dan 20 mm (dak)

Ø tulangan utama = 10 mm

Tebal Plat = 120 mm (lantai) dan 100 mm (dak)



Plat Lantai

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } x &= h - p - 0,5 \text{ Ø} \\ &= 120 - 25 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 90 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } y &= h - p - \frac{1}{2} \text{ Ø} - 1 \text{ Ø} \\ &= 120 - 25 - 5 - 10 \\ &= 80 \text{ mm} \end{aligned}$$

Plat Dak

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } x &= h - p - 0,5 \text{ Ø} \\ &= 100 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 75 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } y &= h - p - \frac{1}{2} \text{ Ø} - 1 \text{ Ø} \\ &= 100 - 20 - 5 - 10 \\ &= 65 \text{ mm} \end{aligned}$$



### 3.3 Pembebanan Plat Lantai

#### *Beban Mati*

- Berat sendiri plat=  $0,12 \times 2400 = 288,00 \text{ kg/m}^2$
  - Plafond dan penggantung =  $11 + 7 = 18,00 \text{ kg/m}^2$
  - Spesi =  $23,00 \text{ kg/m}^2$
  - Ubin =  $24,00 \text{ kg/m}^2$
- WD =  $353,00 \text{ kg/m}^2$**

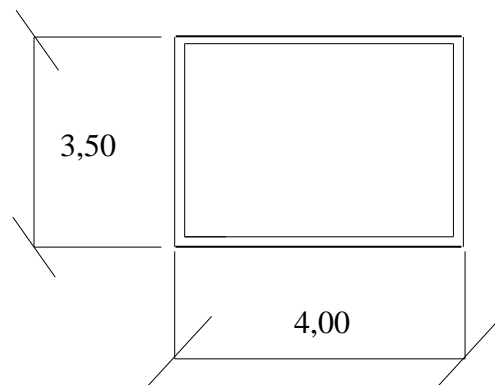
#### *Beban Hidup*

$$WL = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

#### Beban Berfaktor

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 \text{ WD} + 1,6 \text{ WL} \\ &= 1,2 \times 3,53 + 1,6 \times 2,5 \\ &= 8,236 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

#### Analisa Statika Plat Lantai



Penyelesaian perhitungan statika pada plat lantai meliputi perhitungan momen dan gaya lintang. Ditentukan berdasarkan table 4.2.b pada buku “ Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang “ yang disusun oleh Ir. W. C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M. Eng dengan penerbit Erlangga. Pada Tabel 4.2.b menunjukkan momen lentur yang bekerja pada jalur selebar 1.00 m, masing-masing pada arah x dan y dengan rumus sebagai berikut :

- $M_{lx} = 0.001 \times W_u \times L_x^2 \times C$
- $M_{ly} = 0.001 \times W_u \times L_x \times C$
- $M_{tx} = - 0.001 \times W_u \times L_x \times C$
- $M_{ty} = - 0.001 \times W_u \times L_x \times C$

Keterangan:  $M_{lx}$  = Momen lapangan maksimum per meter lebar arah x

$M_{ly}$  = Momen lapangan maksimum per meter lebar arah y

$M_{tx}$  = Momen tumpuan maksimum per meter lebar arah x

$M_{ty}$  = Momen tumpuan maksimum per meter lebar arah y

$M_{tix}$  = Momen jepit tak terduga per meter lebar arah x

$M_{tiy}$  = Momen jepit tak terduga per meter lebar arah y

$W_u$  = Beban terfaktor

$L_x$  = Panjang bentang plat arah x

$C$  = Koefisien momen plat

$$\text{Dari tabel Gedeon didapat : } C = \frac{I_y}{I_x} = \frac{4,00}{3,50} = 1,14 \approx 1,2$$

$$\text{Dengan koefisien } W_u = 8,236 \text{ KN/m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0.001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0.001 \times 8,236 \times 3,5^2 \times 34 \\
 &= 3,430 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ly} &= 0.001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0.001 \times 8,236 \times 3,5^2 \times 22 \\
 &= 2,220 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{tx} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0,001 \times 8,236 \times 3,5^2 \times 63 \\
 &= 6,356 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0,001 \times 8,236 \times 3,5^2 \times 54 \\
 &= 5,448 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

### **Perhitungan Penulangan**

Perhitungan penulangan ini diambil dari momen-momen yang menentukan dan dapat mewakili penulangan secara keseluruhan. Untuk melakukan perhitungan penulangan plat terlebih dahulu ditentukan  $\rho$  dari  $M_u / b d^2$  dan  $\rho$  harus memenuhi syarat yaitu  $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ . Jika ternyata  $\rho$  yang ada  $< \rho_{min}$  maka digunakan  $\rho_{min}$  dan bila  $\rho > \rho_{maks}$

maka harus redesain plat. Kemudian dicari tulangan dengan rumus  $A_s = \rho$ .

b. d dan ditentukan berapa diameter dan jumlah tulangan.

□ Penulangan arah x

- Tul .Lapangan

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{3,430}{1.(0,090)^2} = 423,457 \text{ KN/m}^2 = 0,423 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,090 \cdot 10^6 \\ &= 522 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 523,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10– 150**

- Tul. Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{6,356}{1.(0,090)^2} = 784,691 \text{ KN/m}^2 = 0,784 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,090 \cdot 10^6 \\ &= 522 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 523,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10 – 150**

□ Penulangan arah y

- Tul. Lapangan

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{2,220}{1.(0,080)^2} = 345,875 \text{ KN/m}^2 = 0,346 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,080 \cdot 10^6 \\ &= 464 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 523,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10 – 150**

- Tul. Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{5,448}{1.(0,080)^2} = 851,250 \text{ KN/m}^2 = 0,851 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,080 \cdot 10^6 \\ &= 464 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 523,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10 – 150**

### 3.4 Pembebanan Plat Dak

#### *Beban Mati*

- Berat sendiri plat =  $0,10 \times 2400 = 240,00 \text{ kg/m}^2$
- Plafond dan penggantung =  $11 + 7 = 18,00 \text{ kg/m}^2$

- Spesi kedap air = 14,00 kg/m<sup>2</sup>
  - Air hujan = 10,00 kg/m<sup>2</sup>
- WD = 282,00 kg/m<sup>2</sup>

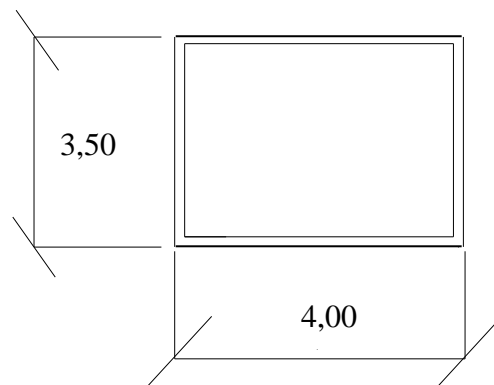
### ***Beban Hidup***

$$WL = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

### **Beban Berfaktor**

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 \text{ WD} + 1,6 \text{ WL} \\ &= 1,2 \times 2,82 + 1,6 \times 1,0 \\ &= 4,984 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

### **Analisa Statika Plat Dak**



$$\text{Dari tabel Gedeon didapat : } C = \frac{I_y}{I_x} = \frac{4,00}{3,50} = 1,14 \approx 1,2$$

$$\text{Dengan koefisien } W_u = 4,984 \text{ KN/m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0.001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0.001 \times 4,984 \times 3,5^2 \times 34 \\
 &= 2,076 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ly} &= 0.001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0.001 \times 4,984 \times 3,5^2 \times 22 \\
 &= 1,343 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{tx} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0,001 \times 4,984 \times 3,5^2 \times 63 \\
 &= 3,846 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 0,001 \times 4,984 \times 3,5^2 \times 54 \\
 &= 3,297 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Penulangan

□ Penulangan arah x

- Tul .Lapangan

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{2,076}{1.(0,075)^2} = 369,067 \text{ KN/m}^2 = 0,369 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,075 \cdot 10^6 \\
 &= 435 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 523,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10– 150**

- Tul. Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{3,846}{1 \cdot (0,075)^2} = 683,733 \text{ KN/m}^2 = 0,684 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,075 \cdot 10^6 \\
 &= 435 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 523,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10 – 150**

- Penulangan arah y

- Tul. Lapangan

$$k = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{1,343}{1 \cdot (0,065)^2} = 317,870 \text{ KN/m}^2 = 0,318 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,065 \cdot 10^6 \\
 &= 377 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 392,7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10 – 200**



- Tul. Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{3,297}{1.(0,065)^2} = 780,355 \text{ KN/m}^2 = 0,780 \text{ MPa}$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,065 \cdot 10^6$$

$$= 377 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 392,7 \text{ mm}^2$$

**Maka dipakai tulangan Ø 10 – 200**

No	Tipe Plat	Ly /lx	C	Momen (Mu) (KNm)		K (MPa)	$\rho$	As Rencana (mm <sup>2</sup> )	As Terpakai (mm <sup>2</sup> )	Ø Tulangan
1	Lantai	1,2	34	Mlx	3,430	0,423	0,0058	522,00	523,6	Ø 10 – 150
			22	Mly	2,220	0,346	0,0058	464,00	523,6	Ø 10 – 150
			63	Mtx	6,356	0,784	0,0058	522,00	523,6	Ø 10 – 150
			54	Mty	5,448	0,851	0,0058	464,00	523,6	Ø 10 – 150
2	Dak	1,2	34	Mlx	2,076	0,369	0,0058	435,00	523,6	Ø 10 – 150
			22	Mly	1,343	0,318	0,0058	377,00	392,7	Ø 10 – 200
			63	Mtx	3,846	0,648	0,0058	435,00	523,6	Ø 10 – 150
			54	Mty	3,297	0,780	0,0058	377,00	392,7	Ø 10 – 200

**Tabel 3.2** Tabel Rekapitulasi Perhitungan Momen dan Penulangan Plat Lantai

Keterangan :

Nilai koef → didapat dari dasar – dasar perencanaan beton bertulang

Nilai Mu → didapat dari  $W_u \cdot I_x^2 \cdot \text{koef}$

Nilai b → 1.00 m

Nilai d → pada arah x menggunakan  $d = d_x$ , sedangkan pada arah y menggunakan  $d = d_y$

Nilai  $\rho_{\min}$  → didapat dari dasar – dasar perencanaan beton bertulang

Nilai  $\rho_{\max}$  → didapat dari dasar – dasar perencanaan beton bertulang

Nilai AS rencana → didapat dari :  $\rho \cdot b \cdot d$  dimana  $\rho$  adalah  $\rho_{\min}$  bila  $\rho_{\min} > \rho_{\text{an}}$  atau  $\rho_{\text{an}}$  jika  $\rho_{\text{an}} > \rho_{\min}$

Tulangan → didapat dari grafik dan perhitungan beton bertulang