

BAB II

ANALISIS BEBAN GRAVITASI

II.1. Tinjauan Umum

Beban gravitasi yang dimaksud adalah berupa beban-mati dan beban-hidup yang bekerja pada struktur. Untuk menghitung beban yang diterima struktur maka harus dihitung beban yang diterima plat yang kemudian disalurkan ke balok.

Pada Tugas akhir ini, analisis beban gravitasi yang diterima balok dihitung berdasarkan bentuk segitiga atau trapesium, yang terjadi akibat pembagian beban gravitasi yang diterima plat dengan kondisi perletakan jepit pada keempat sisinya. Penyederhanaan beban segitiga atau trapesium menjadi beban merata (beban ekuivalen) dengan mengambil pendekatan persamaan momen maksimal di tengah bentang, juga diperlukan dalam perencanaan ini.

Penyederhanaan tersebut sifatnya hanya membantu dalam *input* data pada *software* SAP90 karena adanya keterbatasan intensitas beban pada *software* tersebut. Dalam perhitungan mencari beban merata (beban ekuivalen) dipakai anggapan-anggapan yang kurang tepat seperti misalnya sebagai berikut :

- a. dukungan pada perletakan beban ekuivalen dianggap sendi-rol, yang pada kenyataannya adalah jepit-jepit,
- b. dalam mencari beban ekuivalen yang terjadi, dipakai momen maksimal yang terjadi pada tengah bentang tanpa memperhatikan momen yang terjadi pada ujung-ujungnya,

- c. kekakuan balok anak dihilangkan dan diganti sebagai beban terpusat tanpa diberikan momen-momen.

II.2. Beban-Mati (Dead Load, D)

Beban-mati ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung tersebut.

- Beban-mati pada plat atap.

- | | | | |
|---|--------------|----------|---|
| a. plat atap (10 cm) | = 0,10.23,00 | = 2,30 | kN/m ² (240 kg/m ²), |
| b. <i>finishing</i> plat atap | | = 0,9583 | kN/m ² (100 kg/m ²), |
| c. penggantung langit-langit | | = 0,0671 | kN/m ² (7 kg/m ²), |
| d. penutup langit-langit | | = 0,1054 | kN/m ² (11 kg/m ²), |
| e. <i>mechanical, electrical dan air conditioning</i> | | = 0,1917 | kN/m ² (20 kg/m ²). |

$$Q_{\text{bm plat atap}} = 3,6225 \text{ kN/m}^2(378 \text{ kg/m}^2).$$

- Beban-mati pada plat lantai dasar - lantai 4.

- | | | | |
|---|--------------|----------|---|
| a. plat lantai (12 cm) | = 0,12.23 | = 2,76 | kN/m ² (288 kg/m ²), |
| b. penutup ubin (2 cm) | = 2.0,23 | = 0,46 | kN/m ² (48 kg/m ²), |
| c. spesi (2 cm) | = 2.0,2012 | = 0,4024 | kN/m ² (42 kg/m ²), |
| d. pasir (3 cm) | = 0,03.17,25 | = 0,5175 | kN/m ² (54 kg/m ²), |
| e. penggantung langit-langit | | = 0,0671 | kN/m ² (7 kg/m ²), |
| f. penutup langit-langit | | = 0,1054 | kN/m ² (11 kg/m ²), |
| g. <i>mechanical, electrical dan air conditioning</i> | | = 0,1917 | kN/m ² (20 kg/m ²). |

$$Q_{\text{bm plat lantai}} = 4,5041 \text{ kN/m}^2(470 \text{ kg/m}^2).$$

II.3. Beban-Hidup (Live Load, L)

Beban-hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa layan dari gedung itu.

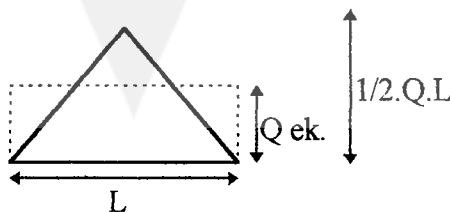
Beban-hidup pada lantai gedung menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987, tabel 3.1. adalah sebagai berikut:

- a. plat lantai hotel 2,3958 kN/m² (250 kg/m²),
- b. plat lantai untuk ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap 3,8333 kN/m² (400 kg/m²),
- c. tangga, bordes tangga lantai hotel 2,875 kN/m² (300 kg/m²).

Beban-hidup pada atap yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, minimum sebesar 0,9583 kN/m² (100 kg/m²) bidang datar. Pada Tugas akhir ini beban-hidup plat atap sebesar 1,4375 kN/m² (150 kg/m²) yaitu beban orang ditambah air setinggi 5 cm (0,05.9,583 kN/m³).

II.4. Perataan Beban

- Perataan beban segitiga tunggal.



$$R = \frac{(1/2.Q.L)(1/2.L)}{2} = 1/8 Q.L^2$$

Momen maksimum akibat beban Q segitiga adalah:

$$\begin{aligned}
 M &= R \cdot (1/2 \cdot L) - 1/2 \cdot (1/2 \cdot Q \cdot L) \cdot (1/2 \cdot L) \cdot (1/3 \cdot 1/2 \cdot L) \\
 &= (1/8 \cdot Q L^2) \cdot (1/2 \cdot L) - 1/48 \cdot Q \cdot L^3 \\
 &= 2/48 \cdot Q \cdot L^3 \dots\dots\dots \text{persamaan a.}
 \end{aligned}$$

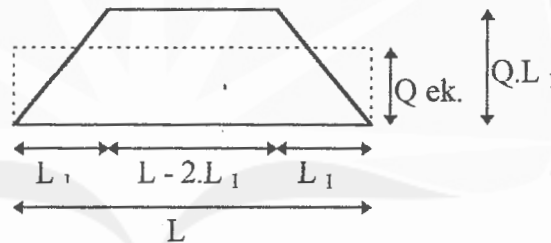
Momen maksimum akibat beban Q ekuivalen adalah:

$$M = 1/8 \cdot Q_{ek} \cdot L^2 \dots\dots\dots \text{persamaan b.}$$

Substitusi persamaan a dan b, diperoleh :

$$Q_{ek} = 1/3 \cdot Q \cdot L$$

- Perataan beban trapesium tunggal.



$$R = \frac{2 \cdot (1/2 \cdot Q \cdot L_1) \cdot (1/2 \cdot L_1) + Q \cdot L_1 \cdot L_2}{2} = 1/2 (Q \cdot L_1^2 + Q \cdot L_1 \cdot L_2)$$

Momen maksimum akibat beban Q trapesium adalah:

$$\begin{aligned}
 M &= R \cdot (1/2 \cdot L) - 1/2 \cdot Q \cdot L_1^2 \cdot (1/2 \cdot L - 2/3 \cdot L_1) - 1/8 \cdot Q \cdot L_1 \cdot (L - 2 \cdot L_1)^2 \\
 &= Q \cdot (1/8 \cdot L_1 \cdot L^2 - 1/6 \cdot L_1^3) \dots\dots\dots \text{persamaan a.}
 \end{aligned}$$

Momen maksimum akibat beban Q ekuivalen adalah:

$$M = 1/8 \cdot Q_{ek} \cdot L^2 \dots\dots\dots \text{persamaan b.}$$

Substitusi persamaan a dan b, diperoleh :

$$Q_{ek} = Q \cdot L_1 - 4/3 \cdot Q \cdot L_1^3 / L^2$$

II.5. Pembebanan Pada Tangga

- Tangga lantai III - lantai IV dan tangga lantai II - lantai III

- Selisih tinggi lantai = 3,20m.

- Lebar tangga = 1,5 m. *border*

- Dimisalkan *optrade* = 17 cm.

antrade = 30 cm.

Check = $2 \cdot o + a = 60 - 65$ cm

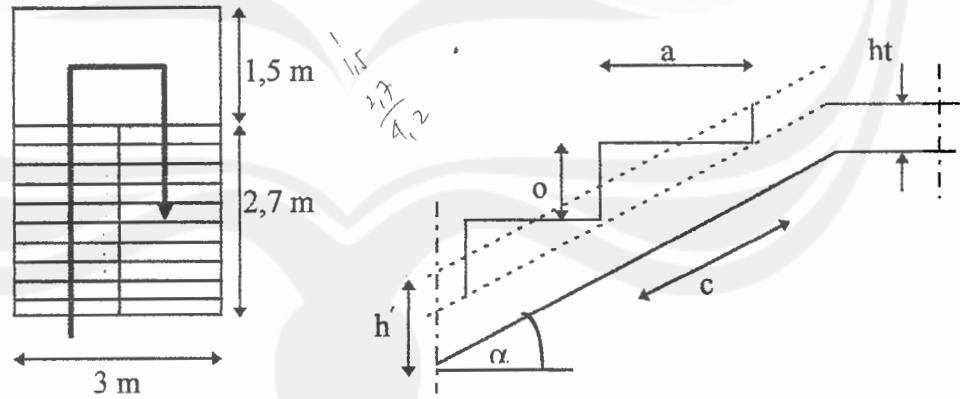
= $2 \cdot 17 + 30 = 64$ cmok!

- Jumlah anak tangga = $320/17 - 1$

= $17,8235 \approx 18$ buah.

- Tinggi anak tangga = $320/18 - 1 = 18$ buah.

optrade = $16,8421 \approx 17$ cm.



- $\text{tg } \alpha = 17/30 = 0,5666$

$\alpha = 29,5388^\circ < 35^\circ$ ok!

$$t' = \frac{1/2 \cdot a \cdot o}{c} = \frac{1/2 \cdot 30 \cdot 17}{\sqrt{30^2 + 17^2}} = 7,3952 \text{ cm}$$

- Dipakai $ht = 15$ cm.

$$h' = \frac{ht + t'}{\cos\alpha} = \frac{15 + 7,3952}{\cos 29,5388} = 25,7410 \text{ cm}$$

- Beban-mati tangga per meter lebar:

$$\text{berat plat dan anak tangga} = 0,2574.23 = 5,9202 \text{ kN/m}^2 \text{ (617,76 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{penutup ubin (2 cm)} = 2.0,23 = 0,46 \text{ kN/m}^2 \text{ (48 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 2.0,2012 = 0,4024 \text{ kN/m}^2 \text{ (42 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{railling (ditaksir)} = 0,9583 \text{ kN/m}^2 \text{ (100 kg/m}^2\text{)} +$$

$$\checkmark Q_{DL} \text{ tangga} = 7,7409 \text{ kN/m (807,76 kg/m}^2\text{)}$$

- Beban-mati bordes per meter lebar:

$$\text{berat plat dan anak tangga} = 0,15.23 = 3,45 \text{ kN/m}^2 \text{ (360 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{penutup ubin (2 cm)} = 2.0,23 = 0,46 \text{ kN/m}^2 \text{ (48 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 2.0,2012 = 0,4024 \text{ kN/m}^2 \text{ (42 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{railling (ditaksir)} = 0,9583 \text{ kN/m}^2 \text{ (100 kg/m}^2\text{)} +$$

$$\checkmark Q_{DL} \text{ bordes} = 5,2707 \text{ kN/m}^2 \text{ (550 kg/m}^2\text{)}$$

- Beban-hidup Q_{LL} tangga dan bordes = 2,875 kN/m² (300 kg/m²)

• Tangga lantai I - lantai II:

- Selisih tinggi lantai = 4,0 m.

- Lebar tangga = 1,5 m.

- Dimisalkan *optrade* = 17 cm.

antrade = 30 cm.

Check = 2.0 + a = 60 -65 cm

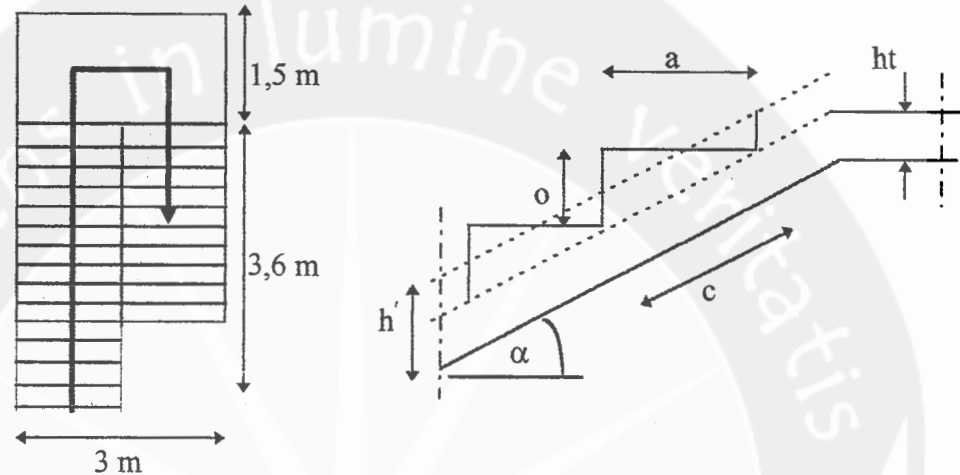
= 2.17 + 30 = 64 cmok !

$$- \text{Jumlah anak tangga} = 400/17 - 1$$

$$= 22,5294 \approx 23 \text{ buah.}$$

$$- \text{Tinggi anak tangga} = 400/o - 1 = 23 \text{ buah.}$$

$$\text{optrade} = 16,6667 \approx 17 \text{ cm.}$$



$$- \text{tg } \alpha = 17/30 = 0,5666$$

$$\alpha = 29,5388^\circ < 35^\circ \dots\dots \text{ok!}$$

$$t' = \frac{1/2 \cdot a \cdot o}{c} = \frac{1/2 \cdot 30 \cdot 17}{\sqrt{30^2 + 17^2}} = 7,3952 \text{ cm}$$

$$- \text{Dipakai } ht = 15 \text{ cm.}$$

$$h' = \frac{ht + t'}{\cos \alpha} = \frac{15 + 7,3952}{\cos 29,5388} = 25,7410 \text{ cm}$$

$$- \text{Beban-mati tangga per meter lebar :}$$

$$\text{berat plat dan anak tangga} = 0,2574 \cdot 23 = 5,9202 \text{ kN/m}^2 \text{ (617,76 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{penutup ubin (2 cm)} = 2 \cdot 0,23 = 0,46 \text{ kN/m}^2 \text{ (48 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 2 \cdot 0,2012 = 0,4024 \text{ kN/m}^2 \text{ (42 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{railling (ditaksir)} = 0,9583 \text{ kN/m}^2 \text{ (100 kg/m}^2\text{) +}$$

$$Q_{DL} \text{ tangga} = 7,7409 \text{ kN/m}^2 \text{ (807,76 kg/m}^2\text{)}$$

– Beban-mati bordes per meter lebar :

berat plat dan anak tangga = 0,15.23	= 3,45	kN/m ²	(360 kg/m ²)
penutup ubin (2 cm)	= 2,0,23	= 0,46	kN/m ² (48 kg/m ²)
spesi (2 cm)	= 2,0,2012	= 0,4024	kN/m ² (42 kg/m ²)
<i>railling</i> (ditaksir)	= 0,9583	kN/m ²	(100 kg/m ²) +
Q_{DL} bordes	= 5,2707	kN/m ²	(550 kg/m ²)

– Beban-hidup Q_{LL} tangga dan bordes = 2,875 kN/m² (300 kg/m²)

• Tangga lantai dasar - lantai I:

– Selisih tinggi lantai = 4,5 m.

– Lebar tangga = 1,5 m.

– Dimisalkan *oprade* = 17 cm.

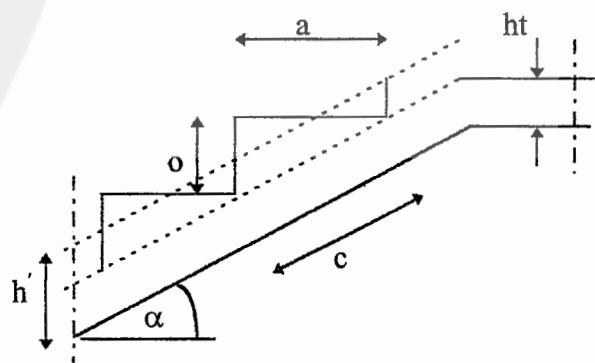
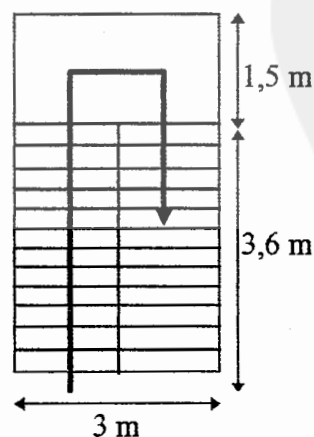
antrade = 30 cm.

Check = $2 \cdot o + a = 60 - 65$ cm

= $2 \cdot 17 + 30 = 64$ cmok!

– Jumlah anak tangga = $450/17 - 1$

= $25,4705 \approx 26$ buah.



- Tinggi anak tangga = $450/0 - 1 = 26$ buah.

$$\text{optrade} = 16,6667 \approx 17 \text{ cm.}$$

- $\text{tg } \alpha = 17/30 = 0,5666$

$$\alpha = 29,5388^\circ < 35^\circ \dots\dots\dots \text{ok!}$$

$$t' = \frac{1/2.a.o}{c} = \frac{1/2.30.17}{\sqrt{30^2 + 17^2}} = 7,3952 \text{ cm}$$

- Dipakai $ht = 15 \text{ cm.}$

$$h' = \frac{ht + t'}{\cos \alpha} = \frac{15 + 7,3952}{\cos 29,5388} = 25,7410 \text{ cm}$$

- Beban-tangga per meter lebar:

$$\text{berat plat dan anak tangga} = 0,2574.23 = 5,9202 \text{ kN/m}^2 \text{ (617,76 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{penutup ubin (2 cm)} = 2,0,23 = 0,46 \text{ kN/m}^2 \text{ (48 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 2,0,2012 = 0,4024 \text{ kN/m}^2 \text{ (42 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{railling (ditaksir)} = 0,9583 \text{ kN/m}^2 \text{ (100 kg/m}^2\text{)} +$$

$$Q_{DL} \text{ tangga} = 7,7409 \text{ kN/m}^2 \text{ (807,76 kg/m}^2\text{)}$$

- Beban-bordes per meter lebar:

$$\text{berat plat dan anak tangga} = 0,15.23 = 3,45 \text{ kN/m}^2 \text{ (360 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{penutup ubin (2 cm)} = 2,0,23 = 0,46 \text{ kN/m}^2 \text{ (48 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 2,0,2012 = 0,4024 \text{ kN/m}^2 \text{ (42 kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{railling (ditaksir)} = 0,9583 \text{ kN/m}^2 \text{ (100 kg/m}^2\text{)} +$$

$$Q_{DL} \text{ bordes} = 5,2707 \text{ kN/m}^2 \text{ (550 kg/m}^2\text{)}$$

- Beban-hidup $Q_{LL} \text{ tangga dan bordes} = 2,875 \text{ kN/m}^2 \text{ (300 kg/m}^2\text{)}$

II.6. Pembebanan Pada Lift

Untuk struktur gedung yang mempunyai fungsi tertentu (misalnya hotel), perlu disediakan elevator vertikal (*lift*) untuk kenyamanan dan pelayanan bagi konsumen. Dalam Tugas Akhir ini, *lift* yang dipakai menurut *Building Construction Handbook*, Frederick S. Merritt, *Third Edition* adalah tipe *single wrap* dengan kemampuan memikul berat sendiri dan orang (*capacity load*) sebesar 21,735 kN (2268 kg). Berat pengendali *lift* sebesar 15,2145 kN (1587,6 kg). Jadi beban total yang ditumpu oleh balok *lift* (ruang mesin) sebesar 36,9495 kN (3855,6 kg). *Lift* pada perencanaan ini dipakai 3 buah.

