

Gambar 4.1 Denah struktur

4.2.2 Peraturan pembebanan yang dipakai

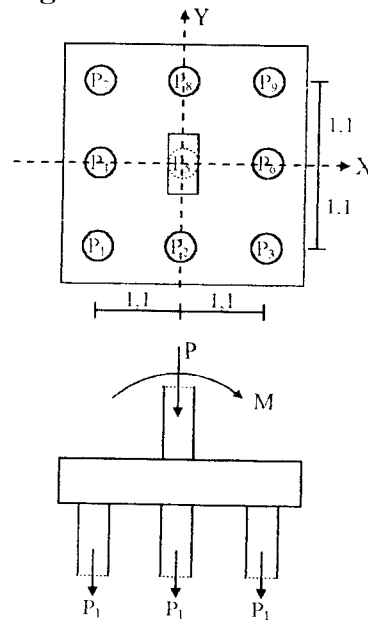
Peraturan yang dipakai dalam perhitungan pembebanan adalah Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung *SNI 1727-1989*. Peraturan - peraturan tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Berat sendiri bahan bangunan per satuan volume (m^3)
 - a. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m^3
 - b. Berat jenis pasir : 1800 kg/m^3
2. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung per satuan luas (m^2)
 - a. Berat sendiri spesi per cm tebal : 21 kg/m^2
 - b. Berat sendiri tegel per cm tebal : 24 kg/m^2
 - c. Berat sendiri plafon dan penggantung : $(11 + 7) \text{ kg/m}^2$
 - d. Berat sendiri dinding $\frac{1}{2}$ batu : 250 kg/m^2
3. Beban hidup per satuan luas (m^2)
 - a. Beban hidup rencana untuk atap : 100 kg/m^2
 - b. Beban hidup rencana untuk pelat lantai : 250 kg/m^2

4.2.3 Kombinasi pembebanan

Dalam perhitungan pembebanan ini dipakai dua macam kombinasi pembebanan, yaitu kombinasi pertama dengan hanya memperhitungkan beban hidup

Beban yang diterima satu tiang



Gambar 5.7 Tampak atas dan samping susunan 9 tiang

Beban yang diterima tiap tiang (P_i) pada kelompok tiang pancang dapat ditentukan dengan persamaan 3.31 sebagai berikut.

$$P_i = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y}{\sum y^2}$$

Dengan $P_t = 230,888$ ton

$$n = 9$$

$$M_x = P \cdot n_i \cdot y_i = (1/4 \pi \cdot 0,4^2 \cdot 6 \cdot 2,4) \cdot 3 \cdot 1,1 = 5,97154 \text{ Tm}$$

$$M_y = P \cdot n_i \cdot x_i = (1/4 \pi \cdot 0,4^2 \cdot 6 \cdot 2,4) \cdot 3 \cdot 1,1 = 5,97154 \text{ Tm}$$

$$\sum x^2 = (3 \cdot (-1,1)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,1)^2) = 7,26$$

$$\sum y^2 = (3 \cdot (1,1)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (-1,1)^2) = 7,26$$

Dari gambar 5.10 terlihat, semua tiang kecuali P_5 berada di luar bidang kritis dua arah, sehingga :

$$\begin{aligned} V_u &= P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 \\ &= 26,5661 + 26,4891 + 26,5661 + 25,7312 + 25,7312 + 26,5661 + \\ &\quad 26,4891 + 26,5661 \end{aligned}$$

$$V_u = 210,705 \text{ ton} \approx 2107,05 \text{ kN}$$

$\phi V_c = 2729,675 \text{ kN} > V_u = 2107,05 \text{ kN}$, maka tebal *pile cap* aman terhadap geser dua arah.

C. Desain lentur

Momen ultimate (M_u) ditentukan berdasarkan sisi pada bagian kritis momen geser satu arah.

$$V_u = P_3 + P_6 + P_9 = 26,5661 + 25,7312 + 26,5661 = 788,634 \text{ kN}$$

$$\text{Jarak lengan momen} = 0,9 \text{ m}$$

$$M_u = 788,634 \cdot 0,9 = 709,7706 \text{ Tm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot (d')^2} = \frac{709,7706 \cdot 10^6}{0,65 \cdot 3200 \cdot (515,5)^2} = 1,2841$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 1,2841}{400}} \right) = 0,0033$$

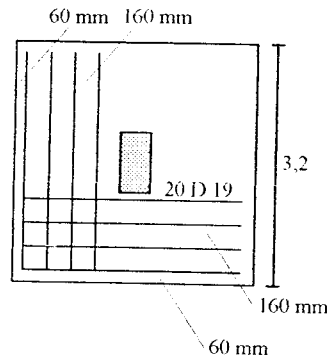
$$\rho = 0,0033 > \rho_{\min} = 0,0018$$

$$\text{Luas tulangan perlu, } A_s = 0,0033 \cdot 3200 \cdot 515,5 = 5443,68 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai 20 D 19, } A_s = 5670,5747 \text{ mm}^2$$

$$\text{Spasi tulangan} = \frac{3200 - 2 \cdot 60}{19} = 162,1053 \text{ mm}$$

Sehingga tulangan yang dipakai 20 D 19 – 160



Gambar 5.11 Tulangan lentur *pile cap*

5.2.5 Penurunan Pondasi Tiang

Perhitungan penurunan (*settlement*) pada pondasi tiang didasarkan pada penurunan tiang tunggal dan kelompok tiang.

A. Penurunan tiang tunggal

Penurunan tiang tunggal pada tanah pasir dihitung berdasarkan metode semi empiris maupun empiris sebagai berikut.

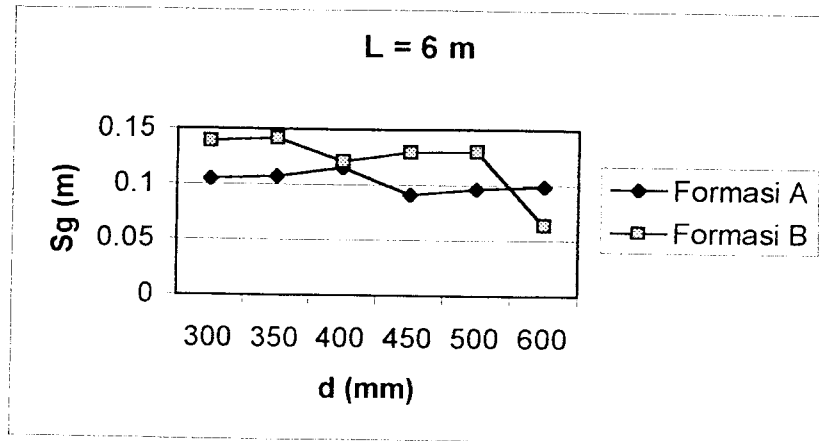
1. Metode semi empiris

Berdasarkan persamaan 3.37 maka penurunan tiang tunggal adalah sebagai berikut.

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

Penurunan akibat deformasi aksial tiang (S_s) dihitung dengan persamaan 3.38 sebagai berikut.

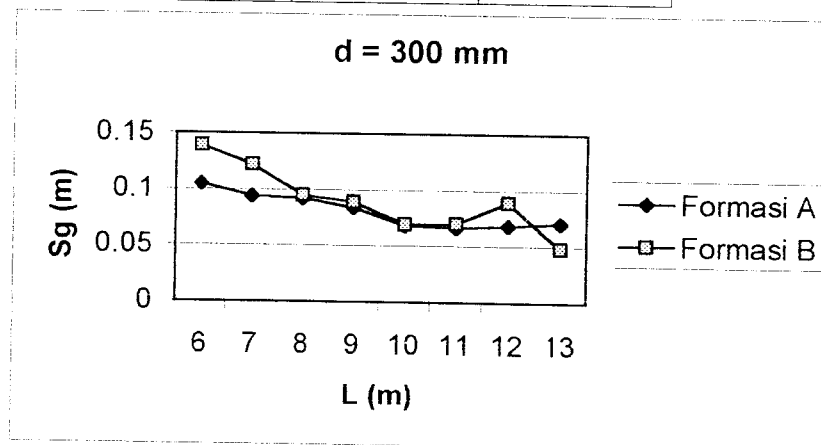
$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$



Gambar 5.16 Grafik hubungan diameter dengan penurunan kelompok tiang

Tabel 5.22 Penurunan kelompok tiang terhadap panjang tiang dengan diameter (d) = 300 mm untuk formasi A dan B.

L	Penurunan Kelompok tiang (S_g)	
	Formasi A	Formasi B
6	0.105066	0.1391
7	0.094148	0.1223
8	0.091686	0.0946
9	0.084100	0.0887
10	0.068550	0.0697
11	0.066008	0.0701
12	0.068547	0.0892
13	0.071000	0.0483



Gambar 5.17 Grafik hubungan panjang tiang dengan penurunan kelompok tiang

formasi. Semakin besar diameter dan panjang tiang maka semakin besar beban maksimum yang diterima oleh tiang.

Penurunan tiang tunggal dipengaruhi oleh penurunan akibat deformasi aksial tiang, penurunan dari ujung tiang, dan penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang. Penurunan akibat deformasi aksial tiang relatif sama untuk semua diameter tiang, dan bertambah besar terhadap penambahan panjang tiang. Penurunan ujung tiang relatif sama untuk semua panjang tiang, dan semakin kecil terhadap penambahan diameter tiang. Penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang semakin kecil untuk diameter dan panjang tiang semakin besar.

Penurunan kelompok tiang selain dipengaruhi oleh penurunan tiang tunggal dan diameter tiang juga dipengaruhi oleh lebar kelompok tiang. Sehingga pengaturan tiang dalam formasi juga menentukan besar penurunan kelompok tiang. Hasil analisis menunjukkan (gambar 5.16 dan 5.17) bahwa formasi dengan jumlah tiang lebih banyak dan lebar formasi yang lebih besar menyebabkan penurunan yang terjadi juga lebih besar.