

Yang dimaksud berkelompok adalah gabungan dari beberapa tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu bagian atasnya dengan menggunakan *pile cap*. Dalam perhitungan *pile cap* (*pier*) dianggap atau dibuat kaku sempurna (Sardjono, 1988), sehingga :

- 1) Bila beban – beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan, maka setelah penurunan bidang poer tetap merupakan bidang datar.
- 2) Gaya yang bekerja pada tiang berbanding lurus dengan penurunan tiang – tiang.

Untuk menghitung besarnya kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, dan efisiensi kelompok tiang :

1. Jumlah Tiang (n)

Untuk menentukan jumlah tiang yang akan dipasang didasarkan beban yang bekerja pada fondasi dan kapasitas dukung ijin tiang, maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut ini.

$$n = \frac{P}{Q_a} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

P = Beban yang bekerja (kN)

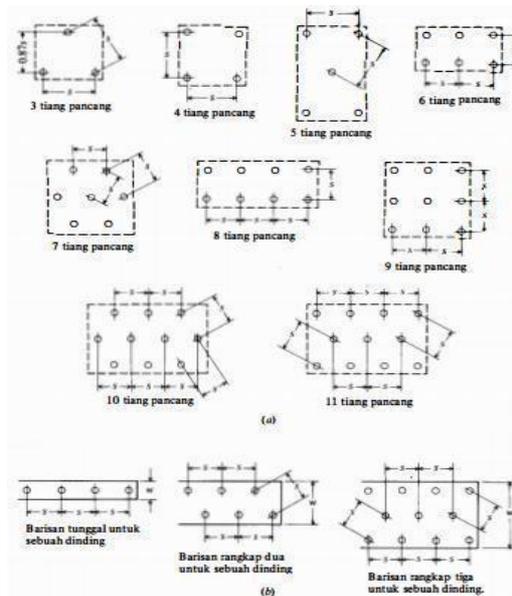
Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal (kN)

2. Jarak Tiang (s)

Jarak antar tiang pancang di dalam kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas dukung dari kelompok tiang tersebut. Untuk bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang yang dipakai adalah menurut peraturan – peraturan bangunan pada daerah masing – masing. Pada prinsipnya jarak tiang (s) makin rapat, ukuran *pilecap* makin kecil dan secara tidak langsung biaya lebih murah. Tetapi bila pondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen (K. Basah Suryolelono 1994).

3. Susunan Tiang

Susunan tiang sangat berpengaruh terhadap luas denah *pilecap*, yang secara tidak langsung tergantung dari jarak tiang. Bila jarak tiang kurang teratur atau terlalu lebar, maka luas denah *pilecap* akan bertambah besar dan berakibat volume beton menjadi bertambah besar sehingga biaya konstruksi membengkak (K. Basah Suryolelono, 1994).



Gambar 2.8 Contoh Susunan Tiang (Bowles, 1991)

4. Efisiensi Kelompok Tiang

Menurut Coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

- Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
- Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
- Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
- Urutan pemasangan tiang.
- Macam tanah.
- Waktu setelah pemasangan.
- Interaksi antara pelat penutup tiang (pile cap) dengan tanah.
- Arah dari beban yang bekerja.

Persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang adalah sebagai berikut :

a) *Converse – Lebarre*

$$E_g = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

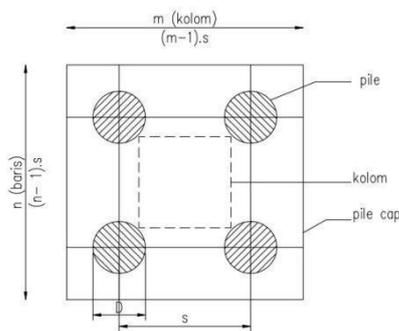
Θ = arc tg d/s, (°)

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

d = Diameter tiang (m)

s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)



Gambar 2.9 Baris Tiang Kelompok

b) *Los Angeles Group – Action Formula*

$$E_g = 1 - \frac{D}{\pi \cdot S \cdot m} [m \cdot (n - 1) + \sqrt{2(m - 1)(n - 1)}] \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

D = Diameter tiang (m)

s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperlihatkan faktor efisiensi tiang yang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a \quad \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

Q_g = Kapasitas ultimit kelompok tiang (KN)

E_g = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang dalam kelompok

Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang (KN)

2.8. Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit tiang dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud :

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas – batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam di antara tiang – tiang masih dalam batas – batas toleransi.

Besarnya beban bekerja (*working load*) atau kapasitas tiang izin dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit (Q_u) dibagi dengan faktor aman (FS) yang sesuai. Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan pondasi tiang, tergantung pada jenis tiang dan tanah berdasarkan data laboratorium sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots \dots \dots (2.24)$$

Klasifikasi Struktur	Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>)			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat Jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,8	2,8	3,4
Sementara	1,4	3	2,3	2,8

Tabel 2.5 Faktor Keamanan (*Safety Factor*) yang Disarankan (Hardiyatmo,2002)