

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Perencanaan struktur pondasi pada tanah lunak menuntut ketelitian yang tinggi dalam perhitungannya. Hal ini disebabkan karena tanah lunak mempunyai kompresibilitas tinggi yang dapat menimbulkan penurunan dan keruntuhan struktur. Oleh karena itu dalam pemberian beban diperhitungkan secara cermat. Beban tersebut tidak boleh melebihi daya dukung yang diijinkan agar tidak menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan.

Besar daya dukung pondasi tiang kelompok pada tanah lempung tergantung pada daya kelekatan antara struktur pondasi dengan lapisan tanah. Kemampuan kelekatan tanah semakin meningkat dengan semakin dalamnya lapisan tanah. Daya dukung kelompok tiang selain dipengaruhi kelekatan juga dipengaruhi oleh tata letak tiang, yang dalam hal ini adalah mengenai pengaturan jaraknya. Bila jarak antara tiang kecil maka daya dukung kelompok akan lebih berpengaruh sehingga daya dukung tiang secara individu tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Sebaliknya bila jarak antara tiang diperbesar, daya dukung tiang secara individu dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin.

Penurunan yang terjadi pada pondasi kelompok tiang sangat dipengaruhi oleh tekanan yang diterima pondasi yang disebut tekanan netto. Formasi tiang mempengaruhi luas kelompok tiang. Semakin luas kelompok tiang ( $A = m^2$ ) maka tekanan yang diterima pondasi akan kecil daripada kekuatan tiang dalam menahan tekanan. Selain formasi, *poer* juga mempengaruhi penurunan, meskipun pengaruhnya kecil namun dalam perencanaan pondasi harus diperhitungkan dengan cermat agar tidak memberikan penambahan beban yang besar pada kelompok tiang.

#### **V.1. Daya dukung kelompok tiang**

Kemampuan daya dukung kelompok tiang merupakan parameter besarnya beban yang dapat dipikul oleh pondasi. Analisis daya dukung kelompok tiang dilakukan dengan terlebih dulu mengetahui data-data tanah, dimensi tiang dan *poer*, jarak antara tiang, kedalaman pondasi dan data pendukung seperti mutu beton. Analisis daya dukung kelompok tiang diperhitungkan dengan perubahan formasi tiang dan bentuk *poer*, variasi jumlah dan diameter tiang.

Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin besar diameter tiang yang digunakan ternyata daya dukung dan beban maksimalnya ( $P_i$ ) semakin besar. Daya dukung tersebut antara lain untuk kelompok tiang dengan jumlah tiang 2 (dari formasi A, beban  $V=150$  kN), dengan memakai diameter 20 cm diperoleh daya dukung sebesar 106,295 kN dan  $P_i$  sebesar 98,785 kN. Dari tiang berdiameter 30 cm mempunyai daya dukung sebesar 160,023 kN dan beban maksimal  $P_i$  sebesar 120,746 kN.

Formasi tiang juga sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya daya dukung kelompok tiang. Formasi tiang mempengaruhi bentuk dan luas *Poer*, semakin luas

kelompok tiang maka semakin luas pula *Poer*-nya. Dari analisis ini diperoleh nilai daya dukung yang beragam. Untuk jumlah tiang 2 ( $n=2$ ) dengan formasi A dan B dengan variasi diameter ( $\varnothing$  20 cm sampai  $\varnothing$  60 cm) diperoleh daya dukung yang sama dengan beban maksimal ( $P_i$ ) formasi A lebih besar dari formasi B. Formasi tiang dengan jumlah tiang 3, daya dukung tiang yang terjadi dari formasi A rata-rata lebih besar daripada formasi B akan tetapi beban maksimum yang dapat dipikul oleh kelompok tiang dengan formasi B lebih besar, sehingga formasi B lebih menguntungkan. Dari formasi A ( $V = 150$  kN) dengan jumlah tiang 3 berdiameter 20 cm diperoleh  $Q_s$  sebesar 118, 177 kN dan  $P_i$  sebesar 71,313 kN sedangkan formasi B dengan jumlah tiang dan diameter sama diperoleh daya dukung sebesar 113,466 kN dan  $P_i$  sebesar 76,831 kN.

Formasi kelompok tiang A dan B dengan jumlah tiang 4,5 dan 6, daya dukung yang diperoleh dengan formasi B rata-rata lebih besar, begitu juga dengan beban maksimum yang dapat diterima tiang. Ini disebabkan karena luas kelompok tiang untuk formasi B lebih besar sehingga daya dukung yang dihasilkan cukup besar.

Uraian di atas menunjukkan bahwa formasi tiang mempengaruhi luas dan keliling kelompok tiang. Semakin besar luas dan keliling dari suatu formasi kelompok tiang, makin besar pula daya dukungnya. Hal ini terlihat jelas pada kelompok tiang dengan jumlah tiang 6. Dengan memakai formasi A daya dukung kelompok tiang 6 dengan diameter 60 cm hanya sebesar 236,426 kN lebih kecil dari daya dukung kelompok tiang dengan jumlah tiang 2 berdiameter 60 cm yang besarnya 296, 425 kN. Tetapi setelah formasi tiang diubah menjadi formasi B dengan jarak antar tiang sama ( $3,5 D$ ), nilai daya dukungnya menjadi 462,058 kN

jauh lebih besar daripada sebelum formasi diubah. Dengan demikian terlihat bahwa formasi tiang sangat mempengaruhi besar kecilnya daya dukung kelompok tiang.

Penambahan jumlah tiang juga mempengaruhi daya dukung kelompok tiang, semakin banyak tiang yang dipakai maka daya dukungnya akan semakin besar. Tetapi sebaliknya dengan penambahan jumlah tiang ini maka beban maksimalnya ( $P_i$ ) akan semakin kecil. Sebagai contohnya adalah untuk kelompok tiang dengan jumlah tiang 6 (dari formasi B) berdiameter 20 cm beban maksimal yang ditahan tiap tiang sebesar 55,995 kN lebih kecil daripada beban yang harus ditahan oleh tiap tiang dari kelompok tiang dengan jumlah tiang 5 yang besarnya 60,123 kN.

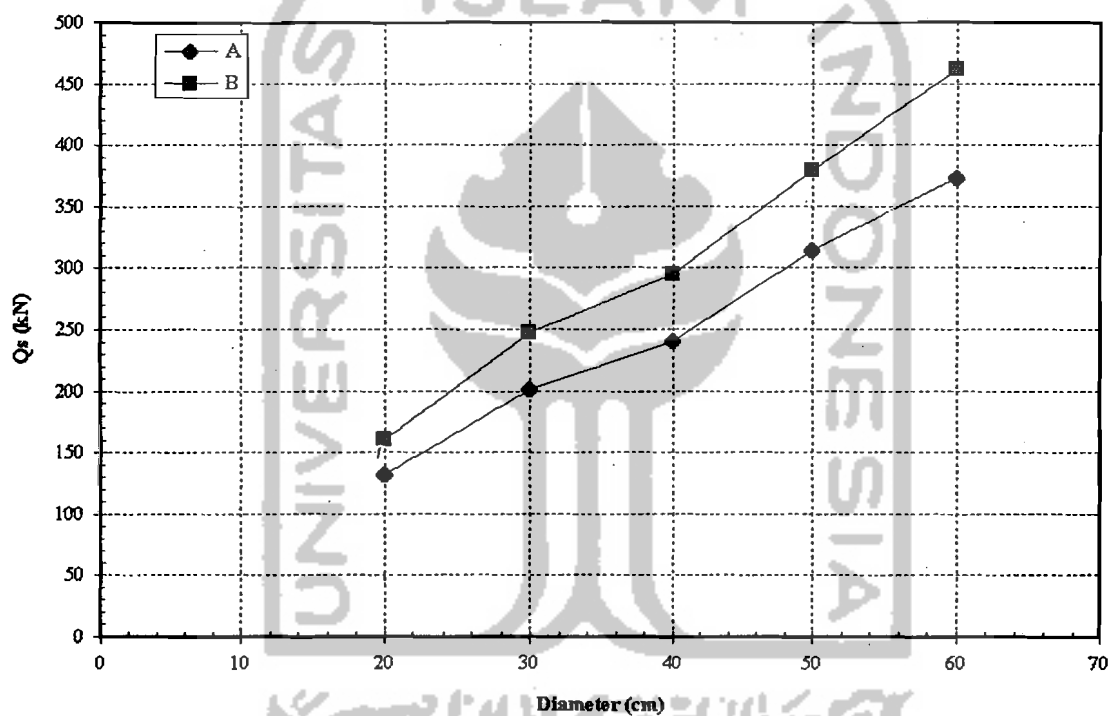
Daya dukung maksimal dari formasi A dan B untuk tiap pemakaian diameter tiang ( $\varnothing$  20 cm sampai  $\varnothing$  60 cm) dapat dilihat pada grafik 5.1.

## **V.2. Efisiensi tiang pancang kelompok**

Efisiensi tiang pancang adalah perbandingan antara kapasitas kelompok terhadap kapasitas masing-masing tiang. Efisiensi merupakan nilai yang menunjukkan seberapa besar sebuah tiang pancang dapat dimanfaatkan secara optimal. Nilai efisiensi tergantung pada diameter tiang, formasi dan jumlah tiang. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa semakin besar diameter tiang dan jumlah tiang maka efisiensinya akan semakin kecil. Efisiensi kelompok tiang dengan jumlah tiang 2 diameter 20 cm sebesar 0,991 lebih besar daripada kelompok tiang dengan diameter 60 cm yang besarnya 0,911. Sedangkan dari masing-masing formasi (A dan B) nilai efisiensi untuk tiap kelompok tiang mempunyai kecenderungan nilai yang sama.

Tabel 5.1. nilai daya dukung tiang kelompok ( $Q_s$ (kN))  
untuk formasi A dan B diameter 20 sampai 60 cm

Dia. (cm)	Formasi	
	A	B
20	131.608	160.612
30	201.142	247.002
40	240.845	295.217
50	314.244	379.207
60	373.051	462.058



Gambar 5.1. grafik hubungan diameter dengan daya dukung

### V.3. Penurunan kelompok tiang

Penurunan elastik kelompok tiang merupakan penurunan yang terjadi 1 sampai 10 hari setelah pembebanan. Besar penurunan dipengaruhi oleh parameter tanah, beban-beban yang bekerja pada pondasi juga berat sendiri. Penurunan ini juga dipengaruhi oleh bentuk formasi, diameter tiang dan jumlah tiang.

Pemakaian diameter tiang yang besar akan menyebabkan penurunan yang besar pula. Diameter yang besar menyebabkan penambahan beban yang cukup besar karena berat pondasinya akan bertambah besar. Dari formasi B dengan jumlah tiang 2 berdiameter 40 cm dan beban  $V=150$  kN terjadi penurunan sebesar 1,764 cm, lebih besar daripada penurunan kelompok tiang berdiameter 20 cm yang besarnya 0,996 cm.

Analisis penurunan dengan perubahan formasi menghasilkan nilai penurunan yang beragam. Untuk kelompok tiang dengan jumlah tiang 4 dan 5, penurunan yang terjadi dari formasi B lebih besar daripada penurunan kelompok tiang dengan formasi A. Penurunan terbesar untuk kelompok tiang 4 dengan formasi A ( $V=150$  kN) adalah 0,879 cm dan terkecil sebesar 0,623 cm. Dari formasi B, nilai penurunan terbesar adalah 0,952 cm dan terkecil 0,796 cm. Sedangkan untuk jumlah tiang 5, penurunan terbesar dari formasi A adalah 0,642 cm dan terkecil 0,492 cm. Penurunan terbesar dari formasi B adalah 0,809 cm dan terkecil 0,738 cm.

Penurunan untuk kelompok tiang dengan jumlah tiang 2,3 dan 6 menunjukkan hasil yang berbeda, karena untuk kelompok tiang tersebut penurunan dengan formasi B ternyata lebih kecil daripada formasi A. Dengan  $V=150$  kN

untuk tiap kelompok tiang, penurunan terbesar dari formasi A adalah 2,835 cm terjadi pada kelompok tiang dengan jumlah tiang 3 berdiameter 20 cm dan terkecil sebesar 0,764 cm pada kelompok tiang dengan jumlah tiang 6 diameter 30 cm. Untuk formasi B penurunan terbesar terjadi pada kelompok tiang dengan jumlah tiang 2 diameter 60 cm sebesar 1,833 cm dan penurunan terkecil sebesar 0,493 cm pada kelompok tiang dengan jumlah tiang 6 diameter 20 cm.

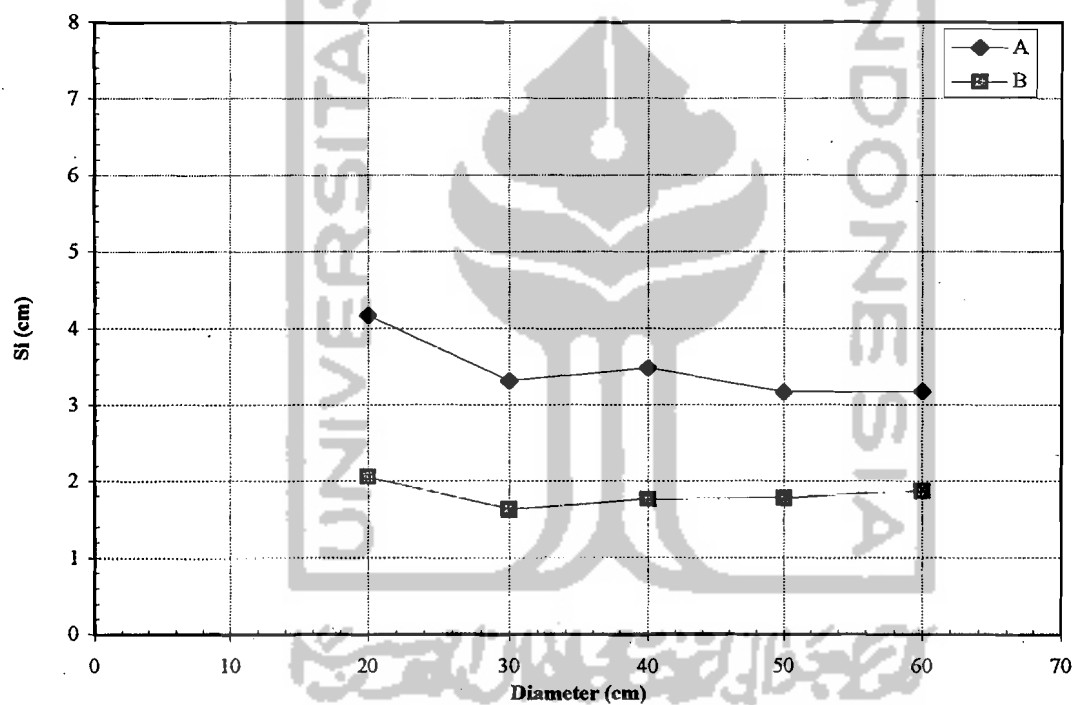
Perbedaan hasil penurunan dari kedua formasi untuk masing-masing kelompok tiang ini dipengaruhi oleh tata letak tiangnya. Yang sangat mempengaruhi besar kecilnya penurunan ini adalah lebar pondasi yang dihasilkan dari tiap formasi kelompok tiang. Lebar pondasi yang besar menyebabkan penurunan yang besar. Untuk kelompok tiang 4 dan 5, meskipun tekanan netto untuk kelompok tiang dengan formasi B lebih kecil ternyata penurunan yang terjadi lebih besar dari formasi A. Ini disebabkan karena lebar pondasi yang dihasilkan dari formasi B lebih besar daripada formasi A. Sebaliknya untuk kelompok tiang dengan jumlah tiang 2,3 dan 6, penurunan yang terjadi untuk formasi B lebih kecil daripada formasi A, ini juga disebabkan karena lebar pondasi formasi A lebih besar dari formasi B.

Penurunan maksimal dari formasi A dan B untuk tiap-tiap diameter ( $\varnothing$  20 cm sampai  $\varnothing$  60 cm) dapat dilihat pada grafik 5.2.

Selain formasi, besar kecilnya penurunan juga dipengaruhi oleh jumlah tiang yang digunakan. Semakin banyak tiang yang dipakai maka penurunan akan semakin besar. Tiang yang banyak menyebabkan penambahan beban yang besar dan akan mempengaruhi besarnya tekanan yang dapat menyebabkan penurunan.

Tabel 5.2. Nilai penurunan tiang kelompok (cm) untuk formasi A dan B diameter 20 sampai 60 cm

Dia. (cm)	Formasi	
	A	B
20	4.169	2.059
30	3.311	1.631
40	3.48	1.764
50	3.17	1.781
60	3.174	1.874



Gambar 5.2. grafik hubungan diameter dengan nilai penurunan