

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Umum

Indonesia pada saat ini telah memasuki era Pembangunan Jangka Panjang Tahap kedua (PJPT II), dimana Pemerintah bertekad mengejar ketinggalan dengan negara lain yang telah lebih dahulu maju, dengan memacu derap pembangunan di segala bidang dan sektor kehidupan masyarakat Indonesia, baik itu di sektor pertanian, pendidikan, perekonomian, industri, sosial budaya dan politik yang cukup mantap serta stabil yang pada akhirnya dapat menciptakan iklim investasi yang sehat.

Tingkat pertumbuhan penduduk di Indonesia yang cukup pesat dewasa ini menuntutantisipasi penyediaan sarana dan prasarana berupa perumahan dalam skala besar, perkantoran, pertokoan dan pelayanan umum yang sangat kompleks. Oleh karena keterbatasan lahan maka Pemerintah dalam mengantisipasi masalah yang ada dengan jalan membuka lahan-lahan baru, sehingga tanah-tanah yang bermasalah juga turut dibuka baik itu tanah yang mengandung gambut ataupun tanah-tanah yang lunak (*soft soil*). Indonesia memiliki lahan berupa tanah lunak, dimana bila di atasnya akan didirikan suatu struktur bangunan memerlukan

penanganan yang serius dikarenakan kondisi tanahnya.

Semua struktur bangunan yang ada di atas tanah didukung oleh sistem pondasi pada permukaan atau di bawah permukaan tanah. Pondasi adalah bagian dari struktur bangunan yang meneruskan beban yang akan ditopang oleh pondasi dan berat sendiri pada lapisan tanah. Perilaku setiap pondasi sangat tergantung pada karakteristik tanah. Untuk itu dalam penentuan sifat-sifat tanah bawah permukaan harus dilakukan dengan hati-hati sehingga dapat ditentukan jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah.

Pondasi secara garis besar dapat digolongkan sebagai pondasi dangkal dan pondasi dalam (*J.E. Bowles, 1971*). Jenis pondasi dangkal yang sangat umum adalah pondasi telapak dan pondasi menerus. Pondasi-pondasi ini digunakan untuk menyebarkan beban kolom atau dinding pada lapisan tanah dekat permukaan. Pondasi dalam, meliputi pondasi tiang dan pondasi sumuran dimana tiang dan sumuran tersebut mentransfer beban struktural ke lapisan pendukung yang dalam. (*L.S. Dunn, L.R. Anderson, F.W. Kiefer, 1992*)

Perencanaan pondasi untuk suatu struktur bangunan harus mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

1. memperoleh informasi yang paling mendekati berkenaan dengan keadaan bangunan dan beban yang ditransfer ke pondasi,
2. menentukan kondisi bawah tanah secara umum,
3. mempertimbangkan dengan segera bentuk pondasi, untuk menentukan apakah pondasi tersebut dapat dibuat dengan pondasi yang ada, apakah pondasi tersebut

mampu mendukung beban yang dibutuhkan dan apakah akan timbul penurunan yang merugikan ,

4. memperkirakan biaya dari masing-masing bentuk pondasi dan memilih bentuk yang paling dapat diterima sesuai dengan kondisi pelaksanaan serta biaya yang lebih ekonomis.

Pengetahuan akan karakteristik tanah merupakan hal yang harus dimiliki teknisi Sipil, karena sangat berpengaruh dalam pemilihan pondasi yang akan digunakan. Mengklasifikasikan dengan tepat material bawah permukaan tanah merupakan langkah penting dikaitkan dengan pekerjaan pondasi, sebab klasifikasi memberikan petunjuk-petunjuk awal terhadap berbagai hal yang akan dapat diantisipasi selama dan setelah pelaksanaan struktur bangunan. (*Ralph.B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornburn, 1996*).

Pemilihan jenis pondasi yang akan digunakan harus mempertimbangkan kondisi tanah pondasi. Kegagalan suatu pekerjaan pondasi dapat terjadi karena perilaku tanah yaitu kekuatan tanah pendukung serta karakteristik deformasi tanah dan batuan. Kegagalan daya dukung tanah (*Bearing Capacity Failure*) dapat menyebabkan seluruh pondasi atau sebagian elemennya akan masuk ke dalam tanah, karena tanah tidak mampu menahan beban. Penurunan yang berlebihan (*Detrimental Settlement*) menyebabkan penurunan bangunan yang besar atau tidak sama sehingga struktur atas akan retak dan rusak. Beban yang dipilih sebagai dasar dalam perencanaan pondasi berpengaruh terhadap jenis pondasinya. Setiap pondasi dituntut mampu mendukung beban sampai batas keamanan tertentu, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi.

Jenis-jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah disesuaikan oleh Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan *Kazuto Nakazawa*, 1994 sebagai berikut ;

1. bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah maka pondasi yang dipakai adalah pondasi telapak,
2. bila tanah pendukung terletak pada kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah dipakai pondasi tiang atau pondasi tiang apung (*Floating Pile Foundation*),
3. bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 20 meter di bawah permukaan tanah, maka digunakan pondasi *friction piles* dalam hal ini tergantung dari penurunan yang diizinkan,
4. bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah biasanya dipakai kaisan terbuka, tiang baja atau tiang beton yang dicor ditempat,
5. bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman lebih dari 40 meter di bawah permukaan tanah, bahan yang digunakan adalah tiang baja dan tiang beton di cor setempat.

Studi literatur ini membahas mengenai pondasi dalam yaitu pondasi tiang pancang beton cor di tempat (*cast in place*) pada tanah lunak (*soft soil*). Pembahasan akan lebih ditekankan pada daya dukung pondasi dan penurunan, yang dalam hal ini dihubungkan dengan formasi tiang pancang kelompok.

I. 2 . Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi modern khususnya mengenai struktur

bawah dewasa ini yang semakin pesat menuntut seorang teknisi Sipil harus ikut menyesuaikan diri dengan segala kemajuan yang ada. Untuk menjawab kecenderungan tersebut diperlukan pengetahuan mengenai struktur bawah yang cukup baik dan memadai guna mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan yang akan timbul.

Pengetahuan mengenai struktur bawah atau pondasi untuk berbagai macam kondisi tanah telah banyak mengalami kemajuan. Persoalan-persoalan yang timbul pada perencanaan pondasi khususnya persoalan yang diakibatkan oleh kondisi tanah telah dapat diantisipasi. Dalam perencanaan pondasi dimana kondisi tanah di bawah kedalaman terlalu lemah atau terlalu kompresibel untuk menyediakan daya dukung yang cukup akan memerlukan penanganan yang lebih mendalam, sebagai contohnya adalah pondasi pada tanah lunak (*soft soil*). Untuk kasus seperti ini maka pemakaian pondasi tiang pancang merupakan salah satu alternatif yang tepat, karena tiang pancang ini berfungsi meneruskan beban-beban di atas pondasi ke lapisan tanah pendukung yang lebih kuat.

Konstruksi pondasi tiang pancang sangat jarang terdiri dari sebuah tiang pancang tunggal, pada umumnya akan ada paling sedikit dua atau tiga buah tiang pancang. Beban struktural tersendiri akan didukung oleh beberapa tiang pancang yang bekerja sebagai kelompok tiang. Beban struktural tersebut bekerja pada penutup tiang (*Poer*) yang akan mendistribusikan beban tiang-tiang.

Perencanaan pondasi tiang pancang ini pada umumnya dipusatkan pada penyusunan tata letak tiang (formasi tiang) agar diperoleh formasi tiang yang menghasilkan daya dukung yang cukup kuat dan dapat menahan beban yang besar.

Selain itu, dari penyusunan tiang ini diharapkan tidak menimbulkan penurunan yang terlalu besar.

Perencanaan pondasi pada tanah lunak ini juga harus memperhitungkan adanya penurunan kelompok tiang yang diakibatkan oleh beban. Dalam kelompok tiang pancang yang dihubungkan oleh *poer* ini, diharapkan bila kelompok tiang tersebut dibebani akan terjadi penurunan yang merata.

I. 3 . Tujuan

Tujuan utama studi literatur ini adalah untuk menganalisis pengaruh formasi tiang pancang kelompok beton cetak di tempat (*Cast In Place*) terhadap daya dukung pada kondisi tanah lunak (*Soft Soil*) dan penurunan yang terjadi pada tiap-tiap formasi.

Seperti kita ketahui bahwa selama ini dalam pemakaian tiang pancang, khususnya tiang pancang kelompok kebanyakan dipakai formasi tiang pancang dengan *poer* berbentuk segiempat. Oleh karena itu di sini kami mencoba menganalisis formasi tiang pancang dengan jumlah dan bentuk formasi yang berbeda, sehingga dengan analisis ini diharapkan dapat dipelajari pengaruh formasi tiang pancang terhadap daya dukungnya dan penurunan yang terjadi..

Diharapkan tugas akhir ini dapat digunakan sebagai bahan pemikiran dan pertimbangan dalam perencanaan struktur bangunan khususnya pada perencanaan struktur bawah.

I. 4 . Batasan Masalah

Mengingat permasalahan mengenai pemakaian serta pengembangan formasi

tiang pancang kelompok ini sangat kompleks ditambah keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, maka objek permasalahan akan dibatasi. Pembatasan pembahasan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut ini.

1. Kondisi tanah gambut atau lempung lunak dan data-data lapangan sesuai dengan hasil penyelidikan laboratorium PT. Puser Bumi Konsultan di daerah Telang Saleh, Sumatera Selatan,
2. Jenis pondasi tiang kelompok adalah pondasi tiang beton cor di tempat (*cast in place*), mutu K-350 yang disatukan dengan *poer*,
3. Perencanaan pondasi tiang pancang berdasarkan pada metode statis,
4. Diameter tiang pancang dibatasi yaitu \varnothing 20, 30, 40, 50 dan 60 (cm),
5. Jumlah tiang pancang 2, 3, 4, 5, dan 6,
6. Perhitungan daya dukung, penurunan segera dan efisiensi,
7. Kedalaman rencana tiang pancang dari muka tanah asli adalah 20 meter.
8. Tiang yang digunakan adalah tiang pancang vertikal.

1.5. Hipotesis

Pondasi tiang pancang yang hanya terdiri dari sebuah tiang pancang dalam pelaksanaannya sangat jarang digunakan, tetapi pondasi tiang pancang akan terdiri dari kelompok tiang. Setiap tiang dalam kelompok yang disatukan oleh *poer* dengan beban sentris di atasnya akan mengalami penurunan yang sama sehingga dapat dianggap bahwa setiap tiang akan mendukung beban yang sama pula.

Analisis terhadap formasi tiang pancang kelompok ini diharapkan dapat menemukan formasi tiang pancang kelompok yang disatukan dengan *poer* akan

menghasilkan daya dukung yang besar dan penurunan yang kecil pada tiap-tiap formasi

Perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok ini menggunakan analisis pondasi dalam *friction pile* dengan metode statis. Adapun yang dimaksud dengan metode statis adalah perhitungan daya dukung tiang pancang yang menggunakan *bearing capacity formula* dan *strenght parameter* yang diperoleh dari hasil uji lapangan atau uji laboratorium atau dengan menggunakan rumus-rumus empiris langsung berdasarkan data hasil uji lapangan (CPT, SPT) atau data hasil uji laboratorium. Parameter tanah yang diperlukan untuk analisis kapasitas tiang pancang statik terdiri dari sudut gesek dalam ϕ dan kohesi c . (*J. E. Bowles, 1991*)

Adapun rumus yang digunakan dalam analisis daya dukung pondasi *friction pile* dengan metode statis adalah :

$$Q_t = c \cdot N_c \cdot A + 2 \cdot (B + Y) \cdot L \cdot c \cdot K \quad (1.1)$$

Dimana ;

Q_t = daya dukung keseimbangan pada kelompok tiang (kN)

c = kohesi (kN/m²)

A = luas penampang tiang pancang (m²)

L = kedalaman tiang pancang (m)

K = perbandingan gaya lekatan dengan kekuatan geser tanah

$2 \cdot (B + Y)$ = keliling kelompok tiang (m)

N_c = faktor gaya dukung (berdasarkan uji laboratorium)

atau dengan persamaan (*Terzaghi, R. B. Peck, 1987*)

$$N_c = \cot \phi \{ E^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \phi/2) - 1 \}$$

dimana $E = 2,7182$ (bilangan epsilon)

dengan daya dukung ijin tiang kelompok

$$Q_{pg} = \frac{Q_t}{SF} \quad (1.2)$$

dimana $SF = 5 - 10$ untuk tanah lempung (K. Basah . S, 1994)

Q_{pg} = daya dukung yang diijinkan pada kelompok tiang (kN)

Persamaan untuk penurunan S_i menurut Janbu, Bjerrum dan Kjaersnli (Tomlinson, 1991) adalah ;

1. Penurunan elastis atau penurunan yang terjadi dalam waktu dekat (*Elastic Settlement* atau *Immediate Settlement*).

$$S_i = \frac{\mu_1 \cdot \mu_0 \cdot q_n \cdot B}{E_u} \quad (1.3)$$

dimana $\mu_1 \cdot \mu_0$ = faktor reduksi

q_n = tekanan netto pondasi ($q_n = V/A$) (kN)

A = luas kelompok tiang pondasi (m^2)

E_u = modulus deformasi pada kondisi *undrained* (kN/m^2)

2. Penurunan Plastis dalam jangka waktu panjang (*Long Term Consolidation Settlement*)

$$S_{ci} = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \cdot h_i \quad (1.4)$$

dimana ; h_i = tebal lapisan yang ditinjau (m)

e_0 = angka pori