

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Fondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar bangunan (*sub-structure*) yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur bangunan (*upper-structure*) ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah, dan penurunan (*settlement*) tanah / pondasi yang berlebihan (Kurniawan, 2018).

Fondasi tiang adalah suatu konstruksi fondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Fondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi dengan tumpuan fondasi (Nakazawa, 1983).

Pondasi tiang merupakan tipe pondasi yang sering digunakan pada struktur bangunan yang membutuhkan daya dukung yang sangat besar, seperti gedung bertingkat, jembatan dan lain-lain. Apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang aman untuk memikul berat bangunan serta beban yang bekerja di atasnya, atau apabila lapisan tanah yang mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang aman untuk memikul berat bangunan letaknya sangat dalam.

Fungsi utama dari fondasi tiang adalah untuk mentransfer beban ke lapisan tanah yang lebih dalam yang dapat memikul beban kerja dengan faktor keamanan yang cukup agar tidak terjadi keruntuhan dan tanpa menyebabkan penurunan yang dapat mengurangi fungsi struktur yang dipikulnya (SNI-8460, 2017).

Fondasi tiang digunakan untuk mendukung struktur bangunan jika tanah keras terletak sangat dalam dari permukaan tanah dasar. Beban-beban yang bekerja pada fondasi dalam adalah berupa gaya aksial, gaya lateral, dan momen yang bekerja pada struktur atas yang ditahan oleh fondasi itu sendiri (Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan, 2021).

Terdapat dua jenis fondasi tiang pancang yang umum digunakan dan bekerja dalam sistem yang berbeda. Fondasi tiang pancang ujung mengandalkan daya dukung tanah pada ujung bawah tiang untuk transfer beban struktur. Tipe lainnya adalah fondasi

tiang pancang sisi yang mengandalkan friksi yang bekerja di sepanjang badan fondasi tiang (Colt, 2024)

Kebanyakan desain fondasi tiang pancang masih ditentukan dari kapasitas aksial daya dukung tanah. Padahal pada bangunan dan jembatan, isu yang lebih penting adalah pergerakan saat operasional (Randolph, 2003).

Fondasi tiang cocok digunakan pada tanah tipe lempung dengan konsistensi lunak hingga sedang dan pasir dengan konsistensi lepas hingga sedang. Fondasi tiang sesuai untuk tanah dengan peningkatan kekuatan tanah beraturan berdasarkan kedalaman tanpa ada lensa dengan ketebalan lebih dari 3 meter. (FHWA NHI-05-042, 2006).

Untuk memperoleh kapasitas izin tiang (beban rencana tiang atau beban kerja) maka kapasitas ultimit tiang dibagi dengan faktor keamanan tertentu (Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan, 2021). Nilai faktor keamanan minimum untuk fondasi dalam adalah 2,5 (SNI-8460, 2017). Nilai faktor keamanan ini akan digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan konfigurasi dan kedalaman fondasi yang aman sesuai peraturan yang berlaku.

Penentuan konfigurasi dan dimensi fondasi kritical dalam proses desain suatu bangunan infrastruktur. Konfigurasi dan dimensi fondasi sangat dipengaruhi oleh beban dan kondisi tanah. Dukungan fondasi tiang adalah kombinasi dari dukungan ujung dan dukungan di sepanjang sisinya (Hakam, 2008). Kapasitas daya dukung dipengaruhi oleh kedalaman tanah keras dan kondisi tanah (Fauzi, 2016).

Daya dukung tiang dihasilkan dari kombinasi gesekan yang terjadi di selimut tiang serta tahanan ujungnya di ujung bawah tiang. Tahanan gesek pada selimut umumnya dominan pada tiang yang ditanam pada tanah lempung dan lanau, sementara tahanan ujung umumnya dominan pada lapisan pasir/kerikil yang padat serta tanah lempung keras (SNI-8460, 2017).

Konfigurasi dan dimensi fondasi harus optimal dalam menahan beban yang bekerja sesuai dengan kapasitas tahanan tanah. Optimalisasi desain tiang pancang dapat didefinisikan sebagai biaya minimum fondasi, dengan tetap mempertahankan kinerja memuaskan (Liu dkk, 2012).

Penentuan konfigurasi dan dimensi fondasi membutuhkan proses iterasi untuk mendapatkan kondisi optimal. Proses ini bisa berlangsung lama karena belum ada

acuan yang dapat digunakan. Kecepatan proses iterasi dipengaruhi pengalaman desainer. Liu dkk pada 2012 lewat Automatic Grouping Genetic Algorithm (AGGA), membuat kode algoritma untuk mendapatkan fondasi optimal. Metoda ini belum praktis untuk digunakan.

Dauda dkk pada 2022 juga melakukan optimalisasi desain tiang pancang dengan menggunakan algoritma gradien tereduksi. Metoda ini merupakan pendekatan matematis yang kurang praktis. Dengan melakukan perhitungan dengan variasi data tanah dapat diketahui pengaruh karakteristik tanah terhadap konfigurasi dan dimensi fondasi. Penelitian ini diharapkan menjadi panduan praktis yang dapat memberikan gambaran awal dan mempercepat proses desain.

Tanah lunak adalah tanah dengan karakteristik: kekuatan geser yang rendah, kemampupatan yang tinggi, dan tingkat permeabilitas yang rendah. Kekuatan geser tanah tidak lebih dari 40 kPa dan secara fisik dapat berubah bentuk dengan tekanan jari yang ringan (Mohamad dkk, 2016). Masalah pada tanah lunak adalah daya dukung tanah yang kecil (Andriani dkk, 2012).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana nilai kohesi pada tanah lempung dan nilai sudut geser pada tanah pasir mempengaruhi konfigurasi fondasi optimal secara teoritis?
2. Bagaimana variasi nilai sudut geser pada tanah pasir mempengaruhi konfigurasi fondasi optimal tiang pancang?
3. Bagaimana variasi nilai kohesi pada tanah lempung mempengaruhi konfigurasi fondasi optimal tiang pancang?

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Penelitian ini secara umum bertujuan akan mendapatkan konfigurasi fondasi tiang yang optimal secara teoritis dan menyajikan data serta grafik yang dijadikan acuan awal dalam penentuan konfigurasi dan dimensi fondasi. Tujuan khusus penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis konfigurasi fondasi pada jenis tanah lempung homogen dengan variasi nilai kohesi dan tanah pasir homogen dengan variasi nilai sudut geser tanah.

2. Mendapatkan grafik hubungan antara nilai sudut geser pada tanah pasir terhadap konfigurasi dan kedalaman fondasi tiang pancang.
3. Mendapatkan grafik hubungan antara nilai kohesi pada tanah lempung terhadap konfigurasi dan kedalaman fondasi tiang pancang.

Data dan grafik dari penelitian ini diharapkan bisa mempermudah dan menjadi akselerasi dalam proses desain bagi kontraktor atau konsultan. Grafik ini juga dapat dijadikan referensi dalam perencanaan fondasi tiang pancang pada tanah lempung dan tanah pasir.

1.4 BATASAN MASALAH

Beban yang bekerja pada fondasi adalah kombinasi pembebanan pilar jembatan pada daerah Kalimantan. Kombinasi beban struktur diambil dari permodelan struktur pilar 7. Kombinasi ini digunakan pada seluruh permodelan fondasi, baik pada tanah non kohesif maupun tanah kohesif.

Permodelan fondasi dilakukan pada tanah yang homogen yang merupakan simplifikasi dari tanah lapangan. Untuk tanah non-kohesif, nilai berat volume tanah yang dipakai berada pada rentang 15,7 hingga 20,4 kN/m³ dan nilai sudut geser tanah pada 25 hingga 43 derajat. Sementara untuk tanah kohesif, nilai berat volume tanah digunakan 18,8 kN/m³ dan nilai kohesi tanah berada pada rentang 20 hingga 200 kN/m².

Permodelan menggunakan software Ensoft Group. Penurunan fondasi tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.

Penelitian difokuskan pada pemakaian tiang pancang beton dengan diameter 100 cm dan 60 cm. Properti fondasi tiang pancang mengacu pada produk salah satu produsen tiang panjang beton di Indonesia, yaitu WIKA Beton.