

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan zaman yang pesat dan pertumbuhan populasi yang tidak terhindarkan telah mendorong revolusi dalam industri konstruksi, terutama di kawasan perkotaan. Salah satu proyek yang tengah dibangun adalah The Core Nafiri Discipleship Church yang berada di kawasan Pantai Indah Kapuk 2 (PIK-2). Proyek ini utamanya berfokus pada pembangunan The Core Nafiri Discipleship Church (NDC), sebuah gereja yang dirancang tidak hanya terbatas sebagai tempat ibadah yang berlokasi di lantai 5 hingga lantai 7, namun juga mencakup area komersial berupa *lifestyle center* yang berada di lantai 3 dan lantai 4. Sedangkan lantai dasar hingga lantai 2 difungsikan sebagai area parkir kendaraan untuk menunjang kebutuhan pengunjung.

Wilayah Pantai Indah Kapuk 2 (PIK-2) merupakan kawasan reklamasi yang sebagian besar tersusun oleh tanah lunak dengan kemampuan menahan beban yang relatif rendah serta sifat kemampatan yang cukup besar. Kondisi ini menyebabkan tanah di kawasan tersebut berpotensi mengalami penurunan dan proses konsolidasi dalam jangka waktu yang panjang, khususnya sebagai respons terhadap pembebanan akibat aktivitas pembangunan di atasnya. Kondisi geologi yang tidak ideal ini menuntut penggunaan fondasi yang mampu mentransfer beban dari struktur atas ke lapisan tanah yang lebih dalam dan kuat secara aman dan stabil. Karena alasan tersebut, pondasi tiang pancang (*pile foundation*) digunakan dalam proyek ini. Pondasi ini bertugas menerima dan mentransfer beban dari struktur atas ke tanah pendukung yang terletak di kedalaman yang dibutuhkan.

Pondasi tiang pancang diaplikasikan pada struktur bangunan yang didirikan di atas tanah dengan kapasitas dukung (*bearing capacity*) yang tidak mencukupi untuk memikul beban rencana secara efektif (Novita Br Ginting et al., 2019). Penggunaan pondasi tiang pancang diperlukan ketika lapisan tanah yang memiliki kapasitas dukung yang cukup untuk memikul berat struktur dan seluruh beban yang bekerja, terletak pada kedalaman yang signifikan (lebih dari 8 meter) dari

permukaan tanah (Bowles, 1997). Namun, efektivitas tiang pancang tidak hanya bergantung pada kapasitas dukungnya, tetapi juga pada interaksi dinamisnya dengan kondisi tanah di sekitarnya.

Salah satu fenomena interaksi yang paling kritis adalah gaya negatif atau yang biasa disebut *Negative Skin Friction* (NSF). Gaya gesek negatif pada tiang pancang muncul ketika tiang tersebut dipasang pada tanah lunak yang mengalami konsolidasi. Fenomena ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu adanya beban tambahan di permukaan tanah (*surcharge*), penurunan muka air tanah, atau konsolidasi ulang alami pada tanah setelah proses pemancangan tiang.

Pada kondisi tanah lunak, ketebalan lapisan tanah yang mengalami konsolidasi umumnya tidak bersifat seragam, baik secara vertikal maupun lateral. Perbedaan ketebalan lapisan ini menyebabkan variasi besarnya penurunan tanah, yang selanjutnya memengaruhi distribusi gaya geser pada selimut tiang pancang. Kondisi tersebut berimplikasi pada perubahan besarnya *negative skin friction* serta pergeseran posisi titik netral (*neutral plane*) sepanjang tiang. Posisi titik netral menjadi faktor penting karena menentukan panjang efektif tiang yang bekerja menahan beban melalui gesekan selimut positif, sehingga berdampak langsung terhadap daya dukung aksial fondasi. Penelitian ini dilakukan dengan mengombinasikan analisis analitik dan analisis numerik berbasis metode elemen hingga menggunakan perangkat lunak (*software*) untuk mengevaluasi pengaruh variasi ketebalan tanah lunak terhadap besarnya *negative skin friction*, posisi titik netral, serta daya dukung aksial fondasi tiang pancang secara lebih komprehensif.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari “Analisis Variasi Tebal Tanah Lunak Terhadap Negative Skin Friction Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Analitik Dan Metode Elemen Hingga” yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik lapisan tanah lunak dan variasi ketebalannya pada lokasi penelitian berdasarkan data investigasi tanah?

2. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan lapisan tanah lunak terhadap daya dukung aksial fondasi dan besarnya NSF pada tiang pancang berdasarkan analisis analitik?
3. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan tanah lunak terhadap daya dukung aksial, NSF dan posisi titik netral (*neutral plane*) pada fondasi tiang pancang berdasarkan analisis numerik menggunakan metode elemen hingga?
4. Bagaimana perbandingan hasil analisis menggunakan metode analitik dan metode elemen hingga?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari “Analisis Variasi Tebal Tanah Lunak Terhadap Negative Skin Friction Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Analitik Dan Metode Elemen Hingga” yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi karakteristik lapisan tanah lunak dan variasi ketebalannya pada lokasi penelitian berdasarkan data investigasi tanah.
2. Menganalisis pengaruh variasi ketebalan lapisan tanah lunak terhadap daya dukung aksial dan NSF pada fondasi tiang pancang berdasarkan metode analitik.
3. Menentukan posisi titik netral (*neutral plane*) pada fondasi tiang pancang akibat variasi ketebalan tanah lunak melalui analisis numerik menggunakan metode elemen hingga.
4. Mengevaluasi hasil analisis metode analitik dan metode elemen hingga.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademis maupun praktis, yaitu menambah pemahaman mengenai pengaruh variasi ketebalan tanah lunak terhadap terjadinya *negative skin friction* pada fondasi tiang pancang, khususnya terhadap posisi titik netral dan daya dukung aksial fondasi. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam kajian interaksi tanah–tiang melalui pendekatan analitik dan numerik menggunakan perangkat lunak geoteknik berbasis dua dimensi, serta menjadi bahan pertimbangan bagi

perencana dalam mengevaluasi dan merancang fondasi tiang pancang pada kondisi tanah lunak agar lebih aman dan efisien.

### **1.5 Batasan Masalah**

1. Model tiang yang digunakan berupa tiang pancang tunggal (*single pile*), sehingga efek grup tiang (*group effect*) tidak dianalisis.
2. Analisis hanya mempertimbangkan gaya gesek negatif akibat konsolidasi tanah lunak, tidak termasuk efek beban lateral atau beban gempa.
3. Penelitian ini tidak membahas perencanaan detail struktur tiang, biaya pembangunan, maupun metode pelaksanaan pemancangan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan pada “Analisis Variasi Tebal Tanah Lunak Terhadap Negative Skin Friction Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Analitik Dan Metode Elemen Hingga” yaitu sebagai berikut:

#### **1. PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah pada penelitian serta sistematika penulisan pada hasil penelitian.

#### **2. LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang mendukung dan digunakan sebagai acuan dalam proses analisis penelitian yang dilakukan,

#### **3. METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai teknik pengumpulan data, lokasi penelitian dan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian.

#### **4. ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN**

Bab ini berisi mengenai penjelasan terkait proses analisis yang digunakan beserta hasil penelitiannya.

#### **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan dan saran mengenai analisis selanjutnya yang perlu dilakukan di masa yang akan datang