

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan tol merupakan salah satu strategi pemerintah dalam meningkatkan konektivitas wilayah, memperlancar distribusi logistik, serta mendukung pertumbuhan ekonomi nasional (Ahmad, 2022). Salah satu proyek strategis yang sedang dilaksanakan adalah Jalan Tol *Harbour Road II Elevated* yang menghubungkan kawasan Ancol Timur hingga Pluit, Jakarta Utara (Herlambang et al., 2025). Proyek ini dibangun pada kawasan pesisir dengan karakteristik tanah lunak yang memiliki daya dukung rendah, sehingga memerlukan sistem fondasi dalam yang mampu menyalurkan beban struktur menuju lapisan tanah yang lebih kuat. Oleh karena itu, fondasi *bored pile* dipilih karena memiliki kapasitas daya dukung yang tinggi, mampu meminimalkan getaran selama pelaksanaan, serta sesuai diterapkan pada kawasan padat penduduk dan lingkungan perkotaan (Syauqii et al., 2025).

Fondasi *bored pile* merupakan elemen struktur yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah pendukung melalui kombinasi tahanan ujung (*end bearing*) dan tahanan selimut (*skin friction*) (Hamdani et al., 2025). Keberhasilan suatu fondasi tidak hanya ditentukan oleh proses pelaksanaannya, tetapi juga oleh ketepatan dalam memperkirakan kapasitas daya dukungnya. Kesalahan estimasi dapat menyebabkan desain menjadi terlalu konservatif sehingga meningkatkan biaya konstruksi, atau sebaliknya menghasilkan desain yang kurang aman apabila kapasitas aktual lebih rendah dari yang direncanakan (Putri et al., 2025).

Dalam praktik rekayasa geoteknik, daya dukung aksial tiang *bored pile* secara konvensional dihitung menggunakan metode analitis berbasis data *Standard Penetration Test* (SPT), di mana beberapa metode empiris yang umum digunakan antara lain Meyerhof (1976), Briaud (1985), dan Luciano Decourt (1987). Ketiga metode tersebut dipilih karena sama-sama dapat

digunakan untuk mengestimasi kapasitas daya dukung tiang berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT), tetapi memiliki pendekatan empiris dan formulasi yang berbeda dalam memperhitungkan tahanan ujung serta tahanan selimut. Metode Meyerhof (1976) digunakan sebagai salah satu pendekatan empiris berbasis nilai N-SPT, sedangkan metode Briaud et al. (1985) menggunakan nilai N-SPT yang dikoreksi terhadap kondisi pengujian dan tekanan overburden. Sementara itu, metode Luciano Decourt (1987) mempertimbangkan koefisien yang dipengaruhi oleh jenis tanah dan tipe pelaksanaan tiang, sehingga dapat memberikan pendekatan yang berbeda terhadap kondisi bored pile. Perbedaan karakteristik dan parameter yang digunakan oleh ketiga metode tersebut menjadi dasar untuk membandingkan hasil estimasi daya dukung terhadap hasil uji PDA pada kondisi tanah proyek yang sama.

Penelitian Putri et al. 2025 terhadap fondasi *bored pile* Jembatan Sei Alalak di Banjarmasin, Indonesia menunjukkan bahwa metode empiris cenderung tidak memperhitungkan kapasitas ultimit tiang sebesar 30–60% dibandingkan hasil uji lapangan, yang mengindikasikan adanya kesenjangan sistematis antara prediksi analitis dengan perilaku tiang aktual. Salah satu metode pengujian lapangan yang banyak digunakan untuk mengevaluasi kapasitas fondasi *bored pile* adalah *Pile Driving Analyzer* (PDA). Pengujian ini mampu memberikan informasi mengenai kapasitas daya dukung aksial, distribusi tahanan ujung dan tahanan selimut, integritas tiang, serta respons dinamis fondasi dalam waktu yang relatif singkat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa hasil PDA sering dijadikan acuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi metode analitis maupun hasil analisis perangkat lunak, karena dianggap lebih merepresentasikan kondisi aktual fondasi di lapangan (Ariansyah et al., 2026).

Meskipun penelitian mengenai perbandingan metode analitis dalam menentukan daya dukung tiang *bored pile* terhadap hasil uji *Pile Driving Analyzer* (PDA) telah banyak dilakukan, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji lebih lanjut. Pertama, sebagian besar penelitian terdahulu hanya membandingkan satu atau dua

metode analitis, sehingga evaluasi beberapa metode empiris secara bersamaan masih relatif terbatas. Kedua, penelitian yang secara khusus mengkaji daya dukung *bored pile* pada proyek jalan tol layang (*elevated*) di kawasan pesisir Jakarta banyak dilakukan, sehingga penerapan hasil penelitian terdahulu pada kondisi geoteknik tersebut memerlukan verifikasi lebih lanjut. Ketiga, hasil penelitian terdahulu menunjukkan adanya perbedaan tingkat akurasi antar metode analitis ketika dibandingkan dengan hasil uji PDA. Sebagai contoh, Putri et al. 2025 melaporkan bahwa metode tertentu menghasilkan nilai daya dukung yang lebih rendah (*underestimation*) dibandingkan hasil uji PDA, sedangkan penelitian lain menunjukkan kecenderungan hasil yang berbeda (Fitriyah et al., 2026). Hal tersebut mengindikasikan bahwa tingkat akurasi metode analitis sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah dan kondisi lokasi penelitian. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang membandingkan beberapa metode analitis, yaitu Meyerhof (1976), Briaud et al (1985), dan Luciano Decourt (1987), terhadap hasil uji PDA pada Proyek Tol *Harbour Road II* untuk mengidentifikasi metode yang memberikan estimasi daya dukung paling mendekati kondisi aktual di lapangan.

Berdasarkan uraian di atas, terdapat urgensi ilmiah dan praktis yang kuat untuk melakukan evaluasi komprehensif terhadap berbagai metode estimasi daya dukung tiang *bored pile* pada Proyek Tol Harbour Road II. Penelitian ini dirancang untuk mengisi kesenjangan penelitian yang ada dengan mengintegrasikan tiga metode analitis berbasis SPT dan validasi melalui uji PDA dalam satu kerangka studi yang utuh dan sistematis. Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa data empiris mengenai tingkat akurasi masing-masing metode pada kondisi tanah Jakarta Utara yang bersifat khas, sehingga dapat memperkaya literatur geoteknik nasional yang masih relatif terbatas untuk konteks proyek *elevated toll road*.

Secara praktis, temuan penelitian ini dapat menjadi acuan bagi para perencana dan kontraktor dalam memilih metode perhitungan daya dukung yang paling tepat untuk proyek-proyek infrastruktur *elevated* serupa,

sehingga dapat mengurangi risiko *over-design* yang tidak efisien maupun *under-design* yang membahayakan keselamatan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bermakna bagi pengembangan ilmu geoteknik, tetapi juga memiliki relevansi langsung terhadap upaya perwujudan infrastruktur Indonesia yang berkualitas dan aman.

### 1.2 Perumusan Masalah

1. Berapa kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* menggunakan metode empiris (Meyerhof (1976), Briaud et al (1985), dan Luciano Decourt (1987))?
2. Berapa kapasitas daya dukung aktual berdasarkan hasil uji PDA?
3. Bagaimana selisih atau perbedaan kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* dari masing-masing metode empiris menggunakan teori Meyerhof (1976), Briaud et al (1985), dan Luciano Decourt (1987) terhadap nilai kapasitas daya dukung aktual dari hasil uji PDA?
4. Metode manakah yang memberikan hasil paling mendekati kapasitas aktual lapangan?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menghitung nilai daya dukung tiang menggunakan teori Meyerhof (1976), Briaud et al (1985), dan Luciano Decourt (1987);
2. Menentukan kapasitas daya dukung *bored pile* dari hasil uji PDA;
3. Melakukan evaluasi antara perhitungan analitis dengan hasil uji tes PDA;
4. Menentukan metode mana yang lebih mendekati hasil aktual daya dukung di lapangan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk Peneliti
  - a. Menambah kemampuan pemahaman secara analitis serta pengaplikasian teori yang didapatkan selama perkuliahan, terutama fondasi *bored pile*, secara langsung untuk mengevaluasi data aktual di proyek sesungguhnya;

- b. Menambah kedalaman pemahaman terhadap hal-hal teknis di lapangan yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan fondasi *bored pile* mulai dari perencanaan hingga tahap pelaksanaan;
  - c. Menjadi sebagai salah satu syarat kelulusan dari program studi D3 teknologi konstruksi jalan dan jembatan di politeknik pekerjaan umum guna mendapatkan gelar vokasi ahli madya (A.Md.T).
2. Untuk Institusi Pendidikan
- a. Menjadi tambahan referensi dan literatur kepustakaan di lingkungan Politeknik Pekerjaan Umum mengenai studi kasus perbandingan metode daya dukung fondasi bor dan pengujian PDA;
  - b. Memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan ilmu pengetahuan terapan, khususnya di bidang rekayasa fondasi jalan dan jembatan;
  - c. Menjadi tolak ukur sejauh mana mahasiswa mampu mengintegrasikan materi perkuliahan dengan standar praktik dan pengujian terkini di industri konstruksi.
3. Untuk Masyarakat
- a. Memberikan referensi praktis bagi para insinyur dan konsultan perencanaan mengenai metode analisis Meyerhof (1976), Briaud et al (1985), dan Luciano Decourt (1987) yang akurat dan relevan dengan karakteristik tanah setempat.
  - b. Mendukung terciptanya desain fondasi infrastruktur yang lebih efisien dan presisi tanpa mengabaikan faktor keamanan bangunan.
  - c. Menambah wawasan umum mengenai pentingnya uji kontrol mutu di lapangan dalam menjamin keselamatan publik pada suatu hasil pekerjaan konstruksi.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Objek penelitian yang dianalisis adalah fondasi *bored pile* pada proyek Pembangunan Jalan Tol Ancol Timur – Pluit *Harbour Road II*;
2. Perhitungan kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* menggunakan data bor log dari hasil penyelidikan tanah pada titik P159N, P158N, P145N, P144N, dan P137N, yang seluruhnya berada pada lapisan tanah dengan

karakteristik tanah lunak (*soft soil*) sebagaimana teridentifikasi dari data N-SPT;

3. Metode analisis menggunakan metode teoritis Meyerhof (1976), Briaud et al (1985), dan Luciano Decourt (1987);
4. Data tanah yang digunakan terbatas pada N-SPT dan Data *Borlog*;
5. Hasil metode teoritis dibandingkan dengan hasil uji PDA;
6. Analisis dibatasi pada kondisi *vertical load*, tidak mencakup beban lateral maupun gempa;
7. Tidak dilakukan analisis penurunan (*settlement*) secara detail hanya berfokus pada daya dukung ultimit;
8. Kondisi pelaksanaan di lapangan seperti deviasi pengeboran atau kualitas beton tidak di analisis secara khusus.

