

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pondasi memegang peranan penting dalam suatu konstruksi karena berfungsi meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah pendukung agar struktur tetap aman dan stabil. Oleh karena itu, penentuan jenis pondasi, baik pondasi dangkal maupun pondasi dalam, harus disesuaikan dengan kondisi tanah setempat serta kebutuhan struktur bangunan. Pada pekerjaan jalan dan jembatan yang berdiri di atas tanah lunak atau jenuh air, pemilihan sistem pondasi yang tepat menjadi faktor utama untuk meminimalkan risiko penurunan berlebih dan menjaga kestabilan konstruksi.

Wilayah Bengkalis yang terletak di Provinsi Riau memiliki karakteristik geografis berupa kawasan pesisir dengan dominasi tanah gambut yang cukup luas. Pemberitaan dari Kompas pada Juli 2025 juga menyebutkan bahwa di pesisir timur Pulau Sumatera, khususnya di daerah seperti Bengkalis dan Rangsang, sekitar 90% daratannya berupa lahan gambut, yang rentan terhadap abrasi pantai dan perubahan bentang alam. Dalam praktik konstruksi selama ini, tiang pancang alami dari kayu bakau banyak digunakan sebagai elemen pondasi, terutama karena ketersediaannya yang melimpah di daerah tersebut serta biaya pengadaan yang relatif ekonomis.

Namun demikian, pemanfaatan kayu bakau sebagai material pondasi berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Aktivitas penebangan mangrove secara terus-menerus dapat menyebabkan degradasi ekosistem pesisir serta mengurangi fungsi hutan mangrove sebagai pelindung alami terhadap abrasi dan intrusi air laut, khususnya di wilayah Kepulauan Bengkalis.

Hal ini diperkuat oleh pemberitaan nasional dari Kompas (2024) yang melaporkan bahwa kawasan mangrove di Provinsi Riau, termasuk di wilayah pesisir Kabupaten Bengkalis seperti Desa Teluk Pambang, Kecamatan Bantan, menghadapi ancaman akibat penebangan liar dan alih fungsi lahan. Kondisi tersebut menyebabkan berkurangnya tutupan mangrove dan meningkatkan kerentanan wilayah pesisir terhadap abrasi serta perubahan bentang alam.

Dengan demikian, penggunaan kayu bakau sebagai material konstruksi perlu dipertimbangkan secara bijak agar tidak memperparah kerusakan lingkungan pesisir yang secara ekologis memiliki fungsi perlindungan yang sangat vital.

Atas dasar permasalahan tersebut, diperlukan alternatif pengganti tiang pancang alami yang lebih ramah lingkungan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan tiang pancang buatan berupa tiang pancang beton pracetak tipe *mini pile*. Kondisi tanah lunak yang banyak dijumpai di wilayah pesisir, khususnya pada daerah yang didominasi tanah gambut, menimbulkan tantangan tersendiri dalam perencanaan pondasi bangunan. Tanah lunak umumnya memiliki daya dukung rendah serta tingkat kompresibilitas yang tinggi, sehingga kurang mampu menahan beban struktur secara langsung melalui daya dukung ujung tiang. Pada kondisi tersebut, mekanisme penyaluran beban lebih banyak mengandalkan gesekan selimut antara permukaan tiang dan tanah di sekelilingnya. Oleh karena itu, karakteristik dan bentuk permukaan tiang pancang menjadi faktor penting dalam menentukan kapasitas dukungnya. Tiang pancang polos yang dipancang diharapkan dapat bekerja dengan memanfaatkan gesekan alami antara beton dan tanah. Perbedaan karakteristik ini perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas masing-masing tipe tiang dalam meningkatkan kapasitas dukung pada tanah lunak, sehingga dapat diperoleh alternatif pondasi yang lebih efisien dan sesuai dengan kondisi lapangan.

Penelitian terdahulu oleh Saputra (2025) yang membandingkan tiang *mini pile* polos *precast* dengan tiang cerucuk bakau sebagai perkuatan pondasi dalam di Politeknik Negeri Bengkalis menunjukkan bahwa tiang *mini pile* polos *precast* memiliki kemampuan menahan beban yang lebih besar dibandingkan tiang cerucuk bakau pada seluruh variasi kedalaman yang diuji (1 m, 1,5 m, dan 2 m) maupun pada konfigurasi kelompok. Selisih beban maksimum antara kedua jenis tiang tersebut mencapai 140 kg pada konfigurasi kelompok. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa perbedaan daya dukung antara kedua material semakin signifikan setelah tiang mengalami masa tunggu 48 jam pasca-pemancangan dibandingkan pada kondisi pemancangan langsung, yang mengindikasikan adanya pengaruh waktu stabilisasi tanah terhadap performa tiang.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini tidak hanya dilakukan pada tanah gambut, tetapi juga pada tanah lempung. Selain itu, penelitian ini membandingkan penggunaan tiang pancang kayu bakau dan tiang pancang beton polos pada konfigurasi tiang tunggal dan kelompok dengan variasi kedalaman pemancangan 1 m, 2 m, dan 3 m serta pengamatan pada kondisi 0 jam dan 48 jam. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh jenis material tiang, konfigurasi tiang, jenis tanah, dan variasi kedalaman terhadap karakteristik penurunan tiang pancang mini pada tanah lunak.

Sebagai upaya untuk mendukung penerapan teknologi pondasi yang lebih berkelanjutan, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai kinerja dan perilaku tiang pancang beton pracetak tipe *mini pile*, khususnya pada kondisi tanah gambut dan tanah lunak yang banyak dijumpai di wilayah pesisir. Kajian ini penting untuk mengetahui daya dukung, efisiensi, serta kelayakan penggunaan mini pile sebagai alternatif pondasi, sehingga dapat menjadi dasar pertimbangan teknis dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi di daerah dengan karakteristik tanah serupa.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Berapa besar perbandingan penurunan yang terjadi pada tiang pancang bakau secara tunggal maupun kelompok dengan proses pemancangan secara langsung pada tanah gambut dan lempung?
2. Berapa besar perbandingan penurunan yang terjadi pada tiang pancang beton polos secara tunggal maupun kelompok dengan kondisi 48 jam pada tanah gambut dan lempung?
3. Berapa besar perbandingan penurunan yang terjadi pada tiang pancang bakau dan tiang pancang beton polos pada tanah gambut dan lempung?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui penurunan yang terjadi pada tiang pancang bakau, baik secara tunggal maupun kelompok, dengan metode pemancangan langsung pada tanah gambut dan lempung.
2. Mengetahui penurunan yang terjadi pada tiang pancang beton polos, baik secara tunggal maupun kelompok setelah 48 jam dipancang ke dalam tanah pada tanah gambut dan lempung.
3. Mengetahui perbandingan penurunan antara tiang pancang bakau dengan tiang pancang beton polos kondisi 48 jam pada tanah gambut dan lempung.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian ini, beberapa batasan masalah ditetapkan sebagai berikut :

1. Analisis dalam penelitian ini dibatasi hanya pada evaluasi penurunan (*settlement*) tiang pancang akibat beban vertikal, tanpa mempertimbangkan beban lateral maupun momen.
2. Penelitian dilakukan pada dua jenis tanah, yaitu tanah lempung di Jalan Bathin Alam (area Kampus Politeknik Negeri Bengkalis) dan tanah gambut di area Kampus STIE Kabupaten Bengkalis.
3. Penelitian ini membatasi penentuan jenis tanah hanya berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah (*index properties*) di laboratorium.
4. Pengambilan sampel tanah dalam penelitian ini dibatasi hanya menggunakan metode *hand boring* (bor tangan) pada titik lokasi yang telah ditentukan. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) yang diperoleh pada kedalaman tertentu sesuai dengan kebutuhan penelitian. Kedalaman pengambilan sampel dibatasi hingga kedalaman 1, 2 dan 3 m yang dapat dijangkau oleh alat *hand boring*. Selain itu, pengamatan kondisi tanah dilakukan secara visual selama proses pengeboran tanpa menggunakan alat uji lapangan tambahan seperti *Standard Penetration Test* (SPT) atau *Cone*

Penetration Test (CPT). Oleh karena itu, data yang diperoleh hanya digunakan sebagai dasar untuk pengujian laboratorium dan analisis dalam penelitian ini.

5. Penentuan jenis tanah dibatasi pada pengujian tanah lempung menggunakan parameter batas Atterberg (LL dan PL) serta tanah gambut menggunakan pengujian berat jenis (Gs). Hasil pengujian tersebut digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis tanah pada lokasi penelitian.
6. Klasifikasi tanah mineral, seperti lanau dan lempung, dilakukan menggunakan parameter batas Atterberg, yaitu *Liquid Limit* (LL) dan *Plastic Limit* (PL), yang digunakan untuk menghitung *Plasticity Index* (PI) dan mengacu pada sistem *Unified Soil Classification System* (USCS).
7. Klasifikasi tanah gambut dalam penelitian ini didasarkan pada hasil pengujian berat jenis (Gs) serta didukung oleh karakteristik fisik tanah, seperti kadar air yang tinggi dan kondisi visual tanah.
8. Variasi kedalaman tiang pancang yang ditinjau adalah 1 m, 2 m, dan 3 m, yang diterapkan pada kondisi tiang tunggal dan kelompok. Kenapa mengambil variasi kedalaman tersebut untuk melihat perbedaan dengan variasi penelitian sebelumnya yang mana sebelumnya menggunakan variasi 1 m, 1,5 m, dan 2 m dan dipilih untuk mewakili kondisi lapangan yang punya ketebalan lapisan lunak berbeda-beda, sehingga hasil penelitian bisa menggambarkan tren perilaku tiang pada berbagai kedalaman lapisan lunak..
9. Tiang pancang kelompok yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 (dua) tiang dalam satu kelompok.
10. Diameter tiang pancang, baik tiang beton mini pile polos maupun tiang bakau, berada pada kisaran 7–11 cm ($9 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$) dengan jumlah sampel untuk 2 titik penelitian sebanyak 12 sampel untuk tiang pancang tunggal dan 24 sampel untuk tiang pancang kelompok.
11. Tiang pancang yang digunakan merupakan tiang dengan permukaan polos (*smooth pile*), yaitu tanpa modifikasi permukaan seperti ulir atau tonjolan, sehingga mekanisme interaksi tanah–tiang didominasi oleh tahanan geser selimut (*skin friction*) alami.

12. Mutu beton yang digunakan pada tiang mini pile adalah $f'_c = 15$ MPa, dengan metode pengecoran konvensional, yaitu proses pembuatan beton yang dilakukan secara manual melalui tahapan pencampuran, pengecoran, pemadatan, dan perawatan tanpa menggunakan sistem beton pracetak pabrik atau *ready mix*.
13. Tulangan yang digunakan berupa tulangan utama tunggal dengan diameter Ø8 mm.
14. Material agregat kasar dan halus yang digunakan berasal dari daerah Tanjung Balai Karimun, dengan jenis semen berupa semen *Portland*.
15. Pengujian penurunan tiang pancang dilakukan menggunakan metode *Static Loading Test* (SLT) yang mengacu pada standar ASTM International ASTM D1143/D1143M tentang pengujian beban aksial statik pada fondasi dalam, dengan penyesuaian terhadap skala dan kondisi penelitian.
16. Pembebanan dilakukan secara bertahap menggunakan media air dengan berat ± 20 kg pada setiap tahap pembebanan.
17. Pengujian penurunan dilakukan dalam dua kondisi waktu, yaitu segera setelah pemancangan dan setelah 48 jam, untuk melihat pengaruh waktu tunggu terhadap besarnya penurunan daya dukung tiang.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran perbandingan antara penggunaan tiang pancang *mini pile* dan tiang pancang bakau, baik ditinjau dari kapasitas daya dukung.
2. Menjadi salah satu solusi alternatif dalam mengurangi permasalahan lingkungan di wilayah Bengkalis, khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan tiang pancang.
3. Mendukung pengembangan dan penerapan inovasi teknologi pondasi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat Bengkalis dalam kegiatan konstruksi.