

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Binjai–Langsa merupakan bagian integral dari jaringan Jalan Tol Trans Sumatera yang menghubungkan Kota Binjai di Provinsi Sumatera Utara dengan Kota Langsa di Provinsi Aceh Timur. Jalan tol ini dirancang dalam lima seksi, yaitu Seksi 1 (Binjai–Stabat), Seksi 2 (Stabat–Tanjung Pura), Seksi 3 (Tanjung Pura–Pangkalan Brandan), Seksi 4 (Pangkalan Brandan–Kuala Simpang), dan Seksi 5 (Kuala Simpang–Langsa).

Pada beberapa titik ruas jalan tol tersebut, dibangun struktur jembatan tipe *pile slab* yang berfungsi sebagai jalan penyeberangan serta mengakomodasi kondisi topografi dan karakteristik tanah yang bervariasi. Struktur jembatan ini memerlukan sistem pondasi yang mampu menyalurkan beban vertikal dan horizontal dari struktur atas ke lapisan tanah yang stabil di bawahnya. Salah satu jenis pondasi yang umum digunakan adalah pondasi tiang pancang (Yuliawan dan Rahayu 2018).

Ruas Jalan Tol Binjai–Pangkalan Brandan memiliki beberapa lokasi dengan kondisi tanah berupa lempung lunak, yang ditandai oleh daya dukung rendah, permeabilitas kecil, dan kompresibilitas tinggi. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan pondasi secara signifikan, yang pada akhirnya berpotensi menurunkan kestabilan struktur jembatan (Satria *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan penelitian perilaku pondasi tiang pancang pada tanah lunak, terutama terkait dengan kapasitas daya dukung dan deformasi vertikal yang terjadi. Penelitian ini membandingkan hasil perhitungan manual menggunakan metode empiris *Meyerhof* dan *API*, dengan hasil simulasi numerik berbasis metode elemen hingga yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *Plaxis*. Pendekatan ini bertujuan untuk menggambarkan komprehensif terkait perilaku pondasi tiang pancang pada tanah lunak, serta mengevaluasi tingkat keandalan masing-masing metode dalam memprediksi besarnya penurunan pondasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Seberapa besar kapasitas daya dukung dan penurunan konsolidasi tiang pancang pada jembatan *pile slab* menggunakan metode *Meyerhof* dan *API*.
2. Seberapa besar penurunan pondasi tiang pancang berdasarkan metode elemen hingga pada perangkat lunak *Plaxis* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kapasitas daya dukung dan penurunan konsolidasi tiang pancang pada konstruksi jembatan *pile slab* dengan metode *Meyerhof* dan *API*.
2. Untuk menentukan besarnya penurunan pondasi tiang pancang berdasarkan metode *Plaxis* pada perangkat lunak *Plaxis*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil studi ini dapat dipakai untuk beberapa tujuan, antara lain:

1. Memberikan pemahaman tentang perbedaan hasil analisis penurunan pondasi menggunakan pendekatan manual dan numerik.
2. Menjadi referensi dalam pemilihan metode analisis penurunan pondasi pada proyek infrastruktur yang berada di atas tanah lunak.
3. Mendukung perencanaan pondasi yang lebih tepat berdasarkan kondisi tanah aktual di lapangan.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi lingkup pembahasan pada aspek-aspek berikut sesuai rumusan masalah dan tujuan yang telah ditetapkan:

1. Analisis dilakukan terhadap pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok yang berdiri pada tanah lunak berupa lempung.
2. Metode perhitungan manual yang digunakan meliputi metode *Meyerhof* dan

API.

3. Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak *Plaxis* dengan metode *Mohr-Coulomb*
4. Tidak mempertimbangkan pengaruh gempa, beban lateral dan dinamika fluida tanah.
5. Analisis teknis didasarkan pada data hasil uji *Standard Penetration Test* (N-SPT) dari lokasi studi.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh dasar teori yang relevan, serta pengumpulan data primer berupa hasil uji N-SPT (*Standard Penetration Test*), gambar teknis struktur jembatan, dan peta lokasi proyek. Data yang telah dipeloreh kemudian diolah dan dianalisis perhitungan, yaitu analisis kapasitas *ultimate* pondasi tiang pancang dengan *Meyerhof*, *API*, dan menganalisis kapasitas *ultimate* kelompok tiang. Selain itu, menganalisis total penurunan tiang pancang tunggal dan kelompok tiang dengan menggunakan metode *Vesic*. Selain itu, menganalisis penurunan pondasi tiang tunggal dan kelompok dengan menggunakan perangkat lunak *Plaxis* dengan metode *Mohr-Coulomb*.

1.7 Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan temuan penting mengenai perilaku penurunan pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan jembatan di ruas Jalan Tol Binjai–Langsa yang berdiri di atas tanah lempung lunak. Berdasarkan data uji *N-SPT*, kapasitas daya dukung *ultimate* tiang tunggal dihitung menggunakan metode *Meyerhof* dengan hasil sebesar 614,9 ton pada *Bore log 1*, 567,1 ton pada *Bore log 2*, dan 538,2 ton pada *Bore log 3*. Sementara itu, nilai penurunan elastis yang dihitung menggunakan metode *Meyerhof* sebesar 12,63 mm untuk tiang tunggal dan 30,47 mm untuk kelompok tiang, sedangkan metode *API* memberikan hasil sebesar 12,98 mm untuk tiang tunggal dan 31,02 mm untuk kelompok tiang. Penurunan konsolidasi berdasarkan teori *Terzaghi* menunjukkan nilai terbesar pada *Bore log 1* sebesar 93 mm, kemudian 54 mm pada *Bore log 2*, dan 48 mm

pada *Bore log* 3. Selain itu, simulasi numerik menggunakan perangkat lunak *Plaxis* menghasilkan nilai penurunan yang mendekati hasil manual, yaitu sebesar 13,10 mm (2D) dan 13,35 mm (3D) untuk tiang tunggal, serta 30,92 mm (2D) dan 31,20 mm (3D) untuk kelompok tiang. Seluruh hasil menunjukkan bahwa nilai penurunan pondasi masih berada di bawah ambang batas maksimum penurunan yang diizinkan, yaitu 0,06 meter, sehingga struktur jembatan dinyatakan aman terhadap penurunan. Keseluruhan metode empiris, konsolidasi, maupun numerik menunjukkan hasil yang konsisten dan dapat saling melengkapi dalam perencanaan pondasi pada tanah lunak.