

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan tol di Indonesia terus mengalami peningkatan sebagai bagian dari upaya meningkatkan konektivitas nasional. Salah satu proyek strategis adalah Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) yang menghubungkan berbagai wilayah di Pulau Sumatera. Salah satu bagian penting dari jaringan ini adalah ruas Jalan Tol Rengat–Pekanbaru Seksi Lingkar Pekanbaru sepanjang 30,57 km yang merupakan bagian dari Proyek Strategis Nasional dan diharapkan dapat meningkatkan konektivitas wilayah serta mendukung pertumbuhan ekonomi di Provinsi Riau. Namun keberhasilan konstruksi jalan tol sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dasar yang seringkali tidak mendukung.

Wilayah Riau didominasi oleh tanah lunak berupa lempung, lanau, dan gambut yang umumnya memiliki daya dukung rendah dan kompresibilitas tinggi, sehingga berpotensi menimbulkan penurunan besar dan kelongsoran pada konstruksi di atasnya. Pada lokasi Proyek Jalan Tol Ruas Rengat–Pekanbaru Seksi Lingkar Pekanbaru STA 179+850, lapisan tanah lunak umumnya memiliki ketebalan sekitar 8 meter dengan nilai N-SPT sebesar 4, yang menunjukkan kondisi tanah sangat lunak hingga lunak. Kondisi ini menyebabkan potensi penurunan yang besar dan berlangsung lama akibat rendahnya kemampuan drainase alami. Tanpa penanganan yang tepat, kondisi ini dapat menyebabkan penurunan berlebih hingga kegagalan konstruksi, sebagaimana pernah terjadi pada ruas Tol Betung–Tempino–Jambi STA 156+500 (Hardono dkk., 2026), Tol Indrapura–Kisaran STA 112+850 (Haririi, 2025), dan Tol Pekanbaru–Dumai STA 79+615 (Setiawati, 2022).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) yang dikombinasikan dengan *preloading*, untuk mempercepat disipasi tekanan air pori dan mencapai derajat konsolidasi (U) sebesar 90% sesuai ketentuan SNI 8460:2017 (Badan Standardisasi Nasional, 2017). Secara teoritis, analisis konsolidasi dengan PVD dapat dilakukan

menggunakan metode analitik seperti teori Barron (1948) yang dikembangkan Hansbo (1981), namun metode ini memiliki keterbatasan karena menggunakan asumsi penyederhanaan yang tidak selalu sesuai kondisi lapangan yang berlapis dan heterogen. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan lain seperti pemodelan numerik PLAXIS yang mampu merepresentasikan perilaku tanah lunak lebih realistis, meskipun akurasi tetap perlu divalidasi terhadap data lapangan.

Penelitian terkait efektivitas PVD telah banyak dilakukan pada berbagai ruas jalan tol di Indonesia, di antaranya di Tol Balikpapan–Samarinda (Satindra dkk., 2018), Tol Indralaya–Prabumulih (Utami dkk., 2022), dan Tol Semarang–Demak (Hardani & Novianti, 2022). Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih menghitung penurunan dan waktu konsolidasi dengan asumsi beban timbunan diterapkan sekaligus dalam satu tahap, bukan mengikuti sekuens konstruksi bertahap yang merepresentasikan kondisi aktual di lapangan, dan belum banyak yang memvalidasi hasil analitik maupun numeriknya terhadap data pemantauan lapangan melalui metode *back-analysis* Asaoka. Studi yang secara spesifik membandingkan kondisi dengan dan tanpa PVD pada proyek Jalan Tol Ruas Rengat–Pekanbaru STA 179+850, dengan memadukan perhitungan analitik superposisi timbunan bertahap, pemodelan numerik PLAXIS 2D, dan validasi terhadap data lapangan, hingga saat ini masih belum ditemukan.

Berdasarkan kekosongan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penggunaan PVD terhadap percepatan konsolidasi tanah lunak pada proyek Jalan Tol Rengat–Pekanbaru STA 179+850, dengan menerapkan analisis superposisi timbunan bertahap menggunakan formula konsolidasi gabungan Carrillo, membandingkannya dengan pemodelan numerik PLAXIS 2D, serta memvalidasi hasil kedua pendekatan tersebut terhadap data lapangan melalui metode *back-analysis* Asaoka. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menentukan efektivitas penggunaan PVD serta menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan perbaikan tanah pada proyek konstruksi di atas tanah lunak.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam Skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar penurunan konsolidasi (*settlement*) dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi (U-90%) pada kondisi dengan dan tanpa PVD di STA 179+850 Jalan Tol Ruas Rengat-Pekanbaru Seksi Lingkar Pekanbaru berdasarkan metode analitik?
2. Bagaimana hasil pemodelan konsolidasi tanah lunak pada kondisi dengan dan tanpa PVD di STA 179+850 menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D?
3. Bagaimana efektivitas penggunaan PVD dalam mempercepat proses konsolidasi tanah lunak di STA 179+850 ditinjau dari perbandingan waktu konsolidasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya penurunan konsolidasi serta waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi (U-90%) pada kondisi dengan dan tanpa PVD di STA 179+80 menggunakan metode analitik.
2. Memodelkan perilaku konsolidasi tanah pada kondisi dengan dan tanpa PVD di STA 179+850 menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D.
3. Mengevaluasi efektivitas PVD dalam mempercepat konsolidasi tanah lunak di STA 179+850 berdasarkan perbandingan waktu konsolidasi.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan tidak meluas di luar kemampuan analisis yang dapat dipertanggungjawabkan secara akademik, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi hanya pada satu titik tinjauan, yaitu STA 179+850 Jalan Tol Ruas Rengat-Pekanbaru Seksi Lingkar Pekanbaru.
2. Data parameter tanah yang digunakan bersumber dari penyelidikan tanah proyek yang mencakup data *Borrimh Log*, hasil uji *Cone Penetration Test*

(CPT) atau *Standard Penetration Test* (SPT), uji laboratorium, data tanah timbunan, dan data monitoring *settlement plate*. Data yang digunakan adalah data skunder yang diperoleh dari PT. Wahana Mitra Amerta KSO PT. Hi-Way Indotek Konsultan.

3. Perhitungan durasi proses konsolidasi dilakukan hingga mencapai derajat konsolidasi 90%.
4. Pemodelan numerik menggunakan PLAXIS 2D dengan model *Mohr-Coulomb*.
5. Spesifikasi PVD yang dianalisis mengacu pada desain proyek yang sudah ditetapkan, mencakup dimensi, pola pemasangan (segitiga), jarak antar PVD (1,25 m) dan kedalaman pemasangan (8 m).
6. Penelitian ini hanya menganalisis metode perbaikan tanah menggunakan PVD yang dikombinasikan dengan *preloading*.
7. Analisis hanya memperhitungkan beban statis berupa beban timbunan tanah sesuai desain proyek. Pengaruh beban dinamis, beban gempa, dan beban lalu lintas selama masa operasi tidak dimasukkan dalam lingkup perhitungan.
8. Validasi hasil pemodelan PLAXIS 2D dilakukan dengan membandingkan terhadap metode analitik. Data monitoring lapangan (*Settlement Plate*) akan digunakan sebagai pembanding tambahan.
9. Tidak menghitung penurunan akibat konsolidasi skunder.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
Penelitian ini bermanfaat untuk memperluas wawasan dan mengaplikasikan teori geoteknik yang telah diperoleh selama masa perkuliahan ke dalam studi kasus nyata di lapangan. Melalui analisis ini, penulis memperoleh pengalaman praktis dalam mengevaluasi perbaikan tanah menggunakan metode *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) sebagai bekal kompetensi sebelum terjun ke dunia profesional konstruksi.
2. Bagi Akademik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tambahan dan literatur ilmiah bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya dalam pembahasan mengenai stabilitas tanah lunak dan teknologi percepatan konsolidasi menggunakan PVD.

3. Bagi Instansi atau Praktisi

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi berupa data hasil analisis dan perbandingan metode, sehingga dapat dijadikan salah satu bahan pertimbangan teknis bagi pihak pengelola proyek dalam menentukan strategi perbaikan tanah yang paling efektif dan efisien pada proyek konstruksi jalan tol.