

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan tol merupakan salah satu strategi utama pemerintah dalam meningkatkan konektivitas antardaerah, mempercepat arus logistik, dan mendukung pertumbuhan ekonomi kawasan. (Kuncoro, 2014) menyatakan bahwa pembangunan infrastruktur jalan tol merupakan kunci dalam mewujudkan konektivitas wilayah dan pertumbuhan ekonomi yang merata. Hal ini sejalan dengan pendapat (Lima dkk., 2019) yang menekankan bahwa jalan tol atau *expressways* memainkan peran penting dalam pengembangan ekonomi nasional melalui peningkatan efisiensi logistik dan konektivitas regional. Salah satu ruas vital dalam jaringan Jalan Tol Trans Sumatera adalah ruas Pekanbaru – Padang, khususnya Seksi Bangkinang – Pangkalan yang berlokasi di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Ruas tol ini telah beroperasi selama lebih dari dua tahun dan menjadi penghubung utama antara Provinsi Riau dan Sumatera Barat. Dalam sistem prasarana jalan tol, aspek perencanaan tidak hanya mencakup struktur utama seperti perkerasan dan jembatan, tetapi juga elemen pendukung seperti sistem drainase yang berperan penting dalam memperpanjang umur layanan infrastruktur (American Association Of State Highway And Transportation Officials, 2018; Haryanto dkk., 2018).

Salah satu komponen utama dalam sistem drainase jalan tol adalah saluran pracetak berbentuk U, yang dikenal sebagai *U-Ditch*. Komponen ini banyak digunakan karena keunggulannya dalam efisiensi waktu pemasangan, mutu beton yang lebih terkontrol akibat produksi di pabrik, serta kemudahan perawatan. (Sutanto & Wibowo, 2017) menjelaskan bahwa saluran pracetak *U-Ditch* mempercepat proses konstruksi dan memastikan konsistensi mutu beton. Hal ini didukung oleh (Nguyen dkk., 2020) yang menyebutkan bahwa *U-Ditch* pracetak banyak dipilih karena keunggulannya dalam mutu beton yang terkontrol, instalasi

cepat, dan kemudahan pemeliharaan dibanding metode cor di tempat. Namun demikian, dimensi dan penulangan standar pada *U-Ditch* sering kali tidak memperhitungkan kondisi lapangan secara menyeluruh, seperti jenis tanah, kedalaman pemasangan, serta beban lalu lintas berat yang dapat menghasilkan tekanan lateral signifikan pada struktur. (Zhang & Chen, 2016) menyatakan bahwa kinerja saluran pracetak sangat bergantung pada interaksi tanah-struktur, yang dipengaruhi oleh jenis tanah, kedalaman instalasi, dan beban lalu lintas.

Jenis tanah di lokasi penelitian pada umumnya merupakan lempung keras (*stiff clay*), yang memiliki daya dukung baik namun bersifat plastis dan rentan terhadap perubahan kadar air. Karakteristik ini dapat menyebabkan tanah mengalami pembengkakan (*swelling*) atau penyusutan (*shrinkage*), serta menimbulkan tekanan lateral tambahan terhadap struktur saluran. (Siregar, 2015) menjelaskan bahwa lempung keras dapat mengalami perubahan volume akibat fluktuasi kadar air, yang berdampak pada tekanan terhadap dinding struktur drainase. Di sisi lain, beban kendaraan berat seperti truk yang melintas di bahu jalan menghasilkan beban dinamis berulang terhadap tanah di sekitar saluran. (Darmono, 2019) mencatat bahwa pembebanan dinamis dari kendaraan berat dapat menambah tekanan lateral pada struktur bawah tanah. Temuan tersebut diperkuat oleh (Smith & Jones, 2017) yang menyatakan bahwa beban berulang dari kendaraan berat berkontribusi pada tekanan lateral yang dapat menyebabkan ketidakstabilan struktur jika tidak diperhitungkan dengan baik dalam desain.

Untuk mengevaluasi respons struktur dan tanah secara akurat terhadap berbagai kondisi beban tersebut, diperlukan analisis berbasis elemen hingga menggunakan perangkat lunak seperti Plaxis 2D. Perangkat lunak ini memungkinkan pemodelan interaksi tanah-struktur yang realistis dengan mempertimbangkan beban tanah, beban lalu lintas, serta parameter fisik tanah. (Indrawan, 2020) menyebutkan bahwa Plaxis 2D efektif untuk menganalisis respons struktur terhadap beban eksternal secara realistis. (Hou dkk., 2018) juga menjelaskan bahwa analisis elemen hingga menggunakan Plaxis 2D memfasilitasi pemodelan rinci interaksi tanah–struktur, termasuk efek beban lalu lintas dan karakteristik tanah terhadap struktur bawah tanah. Dengan pendekatan ini, dapat

dilakukan simulasi terhadap pergerakan lateral tanah, distribusi tegangan, dan potensi ketidakstabilan yang mungkin terjadi di sekitar *U-Ditch*.

Berdasarkan seluruh pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh beban truk dan tekanan tanah terhadap kekuatan serta kestabilan *U-Ditch*, serta menilai apakah dimensi dan penulangan struktur telah sesuai dengan persyaratan teknis berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Penelitian ini juga menelaah perilaku tanah di sekitar saluran melalui simulasi Plaxis 2D. Seperti yang dikemukakan oleh (Putra & Susanti, 2021), evaluasi menyeluruh terhadap *U-Ditch* pracetak di kondisi nyata sangat penting untuk menjamin daya tahan dan fungsi sistem drainase jalan tol di Indonesia. (Grimme dkk., 2018) menambahkan bahwa desain adaptif struktur drainase pracetak yang disesuaikan dengan kondisi tanah dan beban spesifik sangat penting dalam mendukung keberlanjutan infrastruktur transportasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh beban truk pada jalan tol serta tekanan tanah terhadap kekuatan dan kestabilan struktur *U-Ditch*?
2. Apakah dimensi dan penulangan *U-Ditch* yang digunakan telah memenuhi persyaratan teknis dan standar perencanaan struktur?
3. Bagaimana respons dan perilaku tanah di sekitar struktur *U-Ditch* berdasarkan hasil pemodelan menggunakan perangkat lunak Plaxis 2D?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis pengaruh beban truk pada jalan tol serta tekanan tanah terhadap kekuatan dan kestabilan struktur *U-Ditch*.
2. Untuk mengevaluasi dimensi dan penulangan *U-Ditch* yang digunakan apakah telah sesuai dengan persyaratan teknis dan standar perencanaan struktur.

3. Untuk mengetahui respons dan perilaku tanah di sekitar struktur *U-Ditch* berdasarkan hasil pemodelan menggunakan perangkat lunak Plaxis 2D.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan teknik sipil, khususnya perencanaan *U-Ditch* dan pemodelan numerik dengan Plaxis 2D.
2. Hasil penelitian dapat dijadikan acuan dalam merancang *U-Ditch* yang sesuai standar teknis dan aman terhadap beban lalu lintas dan tekanan tanah.
3. Penelitian ini mendukung pembangunan infrastruktur yang aman dan berkelanjutan, serta berdampak positif pada kenyamanan dan keselamatan masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya menggunakan satu studi kasus, yaitu pada Jalan Tol Trans Sumatera, tepatnya Ruas Pekanbaru – Padang, Seksi Bangkinang – Pangkalan di STA 59+570.
2. Jenis saluran beton pracetak yang dianalisis terbatas pada satu tipe struktur *U-Ditch*, yaitu tipe DS-6A sesuai dengan data lapangan yang tersedia.
3. Analisis yang dilakukan tidak mencakup aspek ekonomi, biaya konstruksi, ataupun investasi proyek, sehingga fokus sepenuhnya pada aspek teknis struktural dan geoteknik.
4. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan numerik dalam penelitian ini adalah Plaxis 2D versi 2023.2, dan analisis dibatasi pada pendekatan dua dimensi (2D).
5. Beban kendaraan yang dianalisis hanya difokuskan pada kendaraan terberat yaitu truk, sebagai representasi beban maksimum yang paling kritis terhadap struktur *U-Ditch*.

6. Penelitian ini tidak mempertimbangkan kemungkinan longsor atau tekanan tanah akibat keruntuhan lereng di area sekitar solid sodding atau perkuatan tebing lainnya.
7. Penelitian ini tidak membahas efek jangka panjang seperti *fatigue* (kelelahan material), retak akibat perubahan suhu, atau pengaruh air tanah terhadap daya dukung struktur, sehingga hasil penelitian bersifat statis dan linier elastik sesuai asumsi perangkat lunak.
8. Material tanah dan struktur memiliki parameter teknis konstan sesuai hasil pengujian laboratorium.