

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas ekonomi dan perkembangan kawasan perkotaan meningkatkan kebutuhan mobilitas dan sistem transportasi. Dalam hal ini, Kota Lhokseumawe berperan sebagai pusat industri, perdagangan, dan jasa di pesisir utara Aceh yang mendukung pergerakan antarwilayah. Pertumbuhan ekonomi berkaitan langsung dengan kebutuhan transportasi yang memadai ([Abdullah, 2014](#); [Gita Silvia Manalu et al., 2025](#)). Kondisi ini mendorong peningkatan volume lalu lintas pada ruas Jalan Medan–Banda Aceh yang berfungsi sebagai jalan arteri nasional. Ruas tersebut memiliki peran penting dalam mobilitas antarwilayah dan distribusi logistik ([Kumita et al., 2023](#)). Infrastruktur jalan yang memadai menjadi faktor utama dalam mendukung kelancaran pergerakan manusia dan barang ([Efendi Lukman et al., 2025](#); [Liza et al., 2026](#)).

Ruas Jalan Medan–Banda Aceh berfungsi sebagai jalur utama yang melayani mobilitas kendaraan, baik untuk pergerakan dalam kota, antarwilayah, maupun distribusi logistik regional. Pada kondisi padat, volume lalu lintas harian di jalan arteri perkotaan dapat melampaui 20.000 kendaraan per hari ([Ayu Widari et al., 2015](#)). Peningkatan volume yang tidak seimbang dengan kapasitas jalan menyebabkan V/C ratio melebihi 0,85 pada jam puncak sehingga tingkat pelayanan berada pada kategori D hingga E. Nilai V/C ratio di atas 0,80 juga menurunkan kecepatan kendaraan hingga sekitar 30% dari kondisi normal ([Yevizal & Mulyadi, 2018](#)). Kondisi ini menyebabkan terjadinya kepadatan lalu lintas yang berdampak pada perlambatan arus kendaraan, kemacetan, penurunan tingkat pelayanan jalan, serta meningkatnya risiko kecelakaan. Permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks pada jam-jam sibuk, seperti saat anak-anak berangkat dan pulang sekolah, serta ketika masyarakat memulai dan mengakhiri aktivitas kerja, di mana volume kendaraan meningkat secara bersamaan dalam waktu yang relatif singkat.

Salah satu solusi strategis yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pembangunan *flyover*. *Flyover* mampu memisahkan arus lalu lintas pada persimpangan sebidang sehingga meningkatkan kapasitas jalan dan efisiensi waktu tempuh (Hasan Faisal, 2025). Namun, keberhasilan pembangunan *flyover* tidak hanya ditentukan oleh perencanaan struktur atas (*upper structure*), melainkan juga oleh perencanaan struktur bawah (*substructure*) sebagai sistem yang meneruskan dan mendistribusikan beban struktur ke tanah dasar. Tanah sebagai media pendukung harus memiliki daya dukung yang memadai serta mengalami penurunan (*settlement*) dalam batas yang diizinkan agar keseluruhan sistem struktur bawah dapat bekerja secara aman, stabil, dan memenuhi persyaratan kinerja jangka panjang.

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, analisis mengenai *flyover* umumnya fokus pada aspek kinerja lalu lintas dan perencanaan struktur atas (Radita et al., 2026; Reza Savero et al., 2021). Kajian yang membahas analisis perencanaan struktur bawah masih terbatas. Selain itu, belum terdapat penelitian yang secara spesifik mengkaji struktur bawah *flyover* pada ruas jalan Medan – Banda Aceh di Kota Lhokseumawe dengan mempertimbangkan kondisi lalu lintas di lapangan. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang memerlukan kajian lebih lanjut.

Penelitian ini difokuskan pada analisis dan perancangan struktur bawah *flyover* yang meliputi *abutment*, pilar (*pier*), dan pondasi dengan mengacu pada standar nasional yang berlaku. Perencanaan dilakukan berdasarkan kondisi geoteknik dan beban lalu lintas eksisting sehingga desain yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik lokasi. Analisis *abutment* dilakukan melalui perhitungan pembebanan serta kontrol stabilitas terhadap guling dan geser, sedangkan analisis struktur *pier* dilakukan menggunakan SAP2000 untuk memperoleh gaya dalam dan respons struktur. Selanjutnya, analisis pondasi untuk mengevaluasi daya dukung tanah dan penurunan pondasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif desain struktur bawah yang aman, stabil, dan efisien serta mampu mendukung peningkatan kinerja lalu lintas di Lhokseumawe.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain dimensi dan penulangan *abutment* agar aman terhadap beban lateral dan stabilitas struktur?
2. Bagaimana desain dimensi dan penulangan *pier* agar aman terhadap beban lateral dan stabilitas struktur?
3. Bagaimana desain dimensi, dan penulangan pondasi agar mampu menyalurkan beban struktur secara aman ke tanah sesuai persyaratan stabilitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan dimensi dan penulangan *abutment* yang memenuhi persyaratan kekuatan, aman terhadap beban lateral, serta memenuhi persyaratan stabilitas struktur.
2. Merencanakan dimensi dan penulangan *pier* yang memenuhi persyaratan kekuatan, aman terhadap beban lateral, serta memenuhi persyaratan stabilitas struktur.
3. Merencanakan dimensi dan penulangan pondasi yang mampu menyalurkan beban struktur secara aman ke tanah serta memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan menjadi referensi dalam bidang teknik sipil, khususnya mengenai perencanaan struktur bawah *flyover* yang meliputi *abutment*, pilar (*pier*), dan pondasi.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam perencanaan struktur bawah *flyover* yang aman, efisien, dan sesuai kondisi lapangan.

3. Manfaat Sosial

Penelitian ini diharapkan dapat mendukung pembangunan infrastruktur transportasi yang lebih aman dan andal sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan kelancaran lalu lintas bagi masyarakat.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus penelitian, maka ruang lingkup dan batasan penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada analisis dan perencanaan struktur bawah *flyover* meliputi *abutment*, pilar (*pier*), dan pondasi.
2. Analisis geoteknik didasarkan pada data hasil penyelidikan tanah berupa uji SPT (*Standard Penetration Test*).
3. Analisis tidak membahas perencanaan struktur atas *flyover* seperti girder, slab lantai kendaraan, dan sistem perkerasan.
4. Perhitungan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku yaitu (SNI 1725:2016) tentang pembebanan jembatan dan (SNI 8460:2017) perhitungan pondasi.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif analitis yang diawali dengan studi literatur dari buku, jurnal, serta Standar Nasional Indonesia (SNI) yang relevan, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data berupa data geometrik *flyover*, data pembebanan struktur, serta data tanah yang meliputi hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dan pengujian laboratorium. Data tersebut dianalisis untuk memperoleh parameter tanah sebagai dasar perencanaan struktur bawah. Penelitian ini mencakup analisis dan perencanaan *abutment*, *pier*, *pier head*, *pier cap*, dan pondasi *bore pile*. Analisis struktur *pier* dan *pier head* dilakukan menggunakan SAP2000 untuk memperoleh respons struktur akibat pembebanan. Selanjutnya, perencanaan pondasi *bore pile* dilakukan berdasarkan hasil analisis

kapasitas dukung tanah yang meliputi penentuan dimensi pondasi, evaluasi daya dukung aksial dan lateral, pemeriksaan stabilitas, serta perencanaan penulangan sesuai ketentuan yang berlaku.

1.7 Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan perencanaan struktur bawah (*substructure*) *flyover* pada ruas Jalan Medan–Banda Aceh, Kota Lhokseumawe, yang meliputi *abutment*, tiga tipe *pier*, serta pondasi *bore pile*. Pada elemen *abutment*, diperoleh dimensi dengan lebar arah X (Bx) 4 m dan arah Y (By) 10 m yang dinyatakan aman berdasarkan kontrol stabilitas terhadap guling ($SF = 12,530 - 13,351$) dan geser ($SF = 159,698 - 371,871$), dengan kebutuhan tulangan pokok terbesar pada *pile cap* arah X sebesar 31 D 32–30 mm. Pada perencanaan *pier*, digunakan tiga tipe kolom sirkular berdiameter seragam 2,00 m dengan variasi tinggi 6 m, 4,5 m, dan 3,5 m, yang masing-masing menghasilkan kebutuhan tulangan longitudinal kolom identik (94 D 32, $\rho = 2,41\%$), namun dengan kebutuhan tulangan *pier head* yang berbeda-beda, yaitu 64 D 32 (Tipe 1), 42 D 32 (Tipe 2), dan 34 D 32 (Tipe 3).

Pada perencanaan pondasi, digunakan dua konfigurasi *bore pile* yang berbeda sesuai lokasi pembebanannya. *Bore pile* pada *abutment* direncanakan dengan konfigurasi 3×2 tiang berjarak 4,50 m × 3,30 m, sedangkan *bore pile* pada *pier* menggunakan konfigurasi 2×2 tiang berdiameter lebih besar ($D = 1,4$ m, $L = 26$ m) dengan jarak 3,6 m pada kedua arah. Hasil kontrol daya dukung aksial dan lateral pada kedua lokasi menunjukkan bahwa beban maksimum yang bekerja masih jauh berada di bawah kapasitas daya dukung izin, sehingga seluruh konfigurasi pondasi dinyatakan aman terhadap kombinasi pembebanan yang ditinjau, termasuk kondisi ekstrem akibat gempa.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur bawah *flyover* yang direncanakan *abutment*, *pier*, dan pondasi *bore pile* telah memenuhi persyaratan kekuatan, stabilitas, dan daya dukung sesuai standar perencanaan yang berlaku di Indonesia, yaitu [SNI 1725:2016](#), [SKSNI T15-1991-03](#), dan [SNI 8460:2017](#). Nilai faktor keamanan yang diperoleh pada hampir seluruh kontrol stabilitas jauh melampaui batas minimum yang dipersyaratkan, yang mengindikasikan bahwa desain struktur bersifat konservatif dengan cadangan

keamanan yang memadai terhadap ketidakpastian beban di lapangan, sehingga hasil perencanaan ini dinyatakan layak untuk dijadikan dasar tahap perencanaan detail (DED) dan pelaksanaan konstruksi.