BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang memiliki peran penting dalam menjaga konektivitas antarwilayah, terutama pada jalur yang mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi barang. Kerusakan jembatan dapat menyebabkan terganggunya akses transportasi sehingga diperlukan solusi yang dapat mengembalikan fungsi konektivitas dalam waktu relatif singkat. Salah satu solusi yang banyak digunakan dalam kondisi tersebut adalah jembatan modular tipe *Bailey* karena komponennya dapat dirakit dengan cepat dan disesuaikan terhadap kebutuhan bentang.

Kondisi tersebut terlihat pada Jembatan *Bailey* Krueng Tingkeum di Kecamatan Kutablang, Kabupaten Bireuen, Aceh. Jembatan permanen sebelumnya mengalami kerusakan akibat banjir bandang dan longsor pada akhir November 2025 sehingga akses pada jalur nasional Medan-Banda Aceh terganggu. Sebagai penanganan sementara, Jembatan *Bailey* kemudian dibangun dan mulai difungsikan pada 27 Desember 2025. Jembatan tersebut digunakan untuk mengembalikan akses transportasi dan distribusi logistik pada jalur nasional yang memiliki fungsi strategis bagi masyarakat.

Secara empiris, penggunaan Jembatan *Bailey* di Kutablang tidak hanya berlangsung dalam waktu yang sangat singkat. Hingga September 2026, jembatan Bailey masih digunakan sementara pembangunan jembatan permanen berlangsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jembatan yang pada awalnya berfungsi sebagai struktur darurat harus mampu mempertahankan fungsi pelayanan selama periode penggunaan yang mendekati satu tahun. Pada April 2026, Pemerintah Kabupaten Bireuen juga menyampaikan bahwa jembatan *Bailey* masih perlu dipertahankan sampai jembatan permanen selesai dan pengguna kendaraan diimbau untuk mematuhi batas kapasitas muatan yang ditetapkan.

Kondisi tersebut menimbulkan kebutuhan untuk memperhatikan tidak hanya beban gravitasi yang bekerja selama masa pelayanan, tetapi juga beban

lingkungan berupa gempa. Aceh merupakan wilayah yang memiliki aktivitas seismik dan berada pada lingkungan tektonik yang dipengaruhi oleh sistem subduksi dan Sesar Sumatra. Studi terbaru mengenai bahaya seismik di Aceh menunjukkan bahwa aktivitas gempa merupakan salah satu faktor yang perlu diperhitungkan dalam upaya pengurangan risiko bencana di wilayah tersebut. Dengan demikian, meskipun jembatan *Bailey* dirancang sebagai struktur modular dan sementara, keberadaannya dalam masa pelayanan yang cukup panjang tetap menuntut adanya evaluasi terhadap respons struktur akibat pembebanan gempa.

Beban gempa berbeda dengan beban gravitas karena menghasilkan gaya inersia yang dipengaruhi oleh massa dan karakteristik dinamik struktur. Respons struktur terhadap gempa dapat berupa perpindahan, gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser yang bekerja pada elemen struktur. Oleh karena itu, evaluasi terhadap jembatan dengan bentang relatif panjang tidak cukup hanya dilakukan berdasarkan pemeriksaan beban vertikal, tetapi juga perlu mempertimbangkan periode getar dan bentuk mode struktur. Penelitian mengenai respons dinamik struktur jembatan menunjukkan bahwa karakteristik dinamik dan metode analisis respons spektrum menjadi aspek penting dalam mengevaluasi perilaku struktur terhadap eksitasi gempa.

Jembatan *Bailey* Kutablang yang menjadi objek penelitian memiliki konfigurasi *double truss single story* dengan panjang bentang 69 m dan panjang setiap panel 3 m. konfigurasi tersebut tersusun dari rangka baja modular yang bekerja secara bersama-sama dalam menerima dan mendistribusikan beban. Berdasarkan data penelitian, elemen struktur terdiri atas rangka utama, *cross frame*, *cross girder*, *deck frame*, dan elemen pengaku dengan karakteristik material serta dimensi penampang tertentu. Kondisi tersebut menyebabkan massa, kekakuan, konfigurasi rangka, dan pembebanan menjadi faktor yang berpengaruh terhadap respons dinamik jembatan.

Berdasarkan fenomena tersebut, diperlukan analisis untuk mengetahui bagaimana struktur Jembatan *Bailey* Kutablang dengan konfigurasi *double truss single story* merespons pembebanan gempa. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan metode Response

Spectrum berdasarkan SNI 2833:2016. Parameter yang ditinjau meliputi periode getar, *mode shape*, perpindahan (*displacement*), gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser. Selanjutnya, kapasitas elemen struktur diperiksa berdasarkan SNI 1729:2020 melalui parameter *Demand Capacity Ratio* (DCR) dan *Safety Factor* (SF). Pendekatan tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai hubungan antara tuntutan pembebanan gempa dan kapasitas elemen struktur.

Dengan demikian, penelitian mengenai keandalan dan ketahanan Jembatan *Bailey* Kutablang terhadap beban gempa menjadi relevan karena jembatan yang pada awalnya dibangun sebagai solusi darurat ternyata digunakan untuk menjaga konektivitas transportasi selama periode yang mendekati satu tahun. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran teknis mengenai respons dinamik dan kapasitas struktur Jembatan *Bailey* konfigurasi *double truss single story* selama menerima pembebanan gempa, sekaligus menjadi bahan evaluasi terhadap penggunaan jembatan modular pada kondisi pelayanan di wilayah yang memiliki potensi bahaya gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang tepat dapat dibuat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat keandalan struktur jembatan darurat modular dengan sistem *double truss single story* terhadap pembebanan beban gempa?
2. Bagaimana perilaku dan ketahanan struktur jembatan darurat modular *double truss single story* berdasarkan respon deformasi, tegangan, dan *displacement* akibat beban gempa?

1.3 Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis tingkat keandalan struktur jembatan darurat modular dengan sistem *double truss single story* terhadap beban gempa di SAP2000.

2. Menganalisis perilaku dan ketahanan struktur jembatan darurat modular *double truss single story* berdasarkan respon deformasi, tegangan, dan *displacement* akibat beban gempa di SAP2000.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya pada kajian struktur jembatan modular baja terhadap pembebanan beban gempa.

2. Manfaat Praktis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis bagi berbagai pihak. Bagi pemerintah dan instansi kebencanaan, hasil penelitian dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih desain jembatan darurat modular yang lebih aman, stabil, dan tahan terhadap pembebanan berulang.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada jembatan darurat modular tipe *Bailey* dengan konfigurasi *double truss single story*.
2. Analisis struktur dilakukan menggunakan software SAP2000 sebagai alat pemodelan dan perhitungan struktur.
3. Analisis yang dilakukan terbatas pada analisis statis linier terhadap respon struktur jembatan.
4. Model jembatan yang digunakan mengacu pada konfigurasi jembatan *Bailey* yang diterapkan pada kasus Jembatan *Bailey* Kuta Blang sebagai studi referensi.
5. Hasil penelitian difokuskan pada evaluasi keandalan dan ketahanan struktur terhadap beban gempa.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis numerik untuk mengevaluasi keandalan dan ketahanan jembatan darurat modular tipe *Double Truss Single Story* terhadap beban gempa. Analisis dilakukan berdasarkan data geometri, material, pembebanan, respons struktur, dan kapasitas elemen melalui pemodelan menggunakan SAP2000.

Tahap penelitian meliputi studi pendahuluan, studi literatur, pengumpulan data, pemodelan struktur, serta pemberian pembebanan. Model Jembatan *Bailey* yang ditinjau memiliki panjang bentang 69 m, panjang panel 1,5 m, dan lebar 5,32 m. Pembebanan yang digunakan meliputi beban mati sendiri (MS), beban mati tambahan (MA), beban lalu lintas (TT), dan beban gempa.

Selanjutnya dilakukan analisis struktur menggunakan metode *Response Spectrum* berdasarkan SNI 2833:2016. Hasil analisis SAP2000 digunakan untuk memperoleh periode getar, *mode shape*, *displacement*, gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser sebagai dasar dalam mengevaluasi perilaku struktur terhadap beban gempa..

1.7 Hasil Penelitian

Hasil penelitian harap dapat digunakan untuk melakukan evaluasi keandalan dan ketahanan struktur. Keandalan struktur ditinjau berdasarkan perbandingan antara tuntutan gaya (*demand*) dan kapasitas elemen melalui parameter *Demand Capacity Ratio* (DCR) serta *Safety Factor* (SF). Sementara itu, ketahanan struktur ditinjau berdasarkan respons dinamik, perpindahan, stabillitas gaya dalam, serta kemampuan elemen struktur dalam mempertahankan kapasitas terhadap pembebanan yang ditinjau. Pemeriksaan kapasitas elemen struktur meliputi kapasitas tarik, tekan, lentur, dan geser berdasarkan ketentuan SNI 1729:2020.