

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1. LATAR BELAKANG

Kawasan Lembah Anai dikenal sebagai jalur transportasi vital di Sumatera Barat dengan karakteristik topografi yang curam dan intensitas curah hujan yang sangat tinggi. Di tengah tantangan alam tersebut, terdapat infrastruktur monumental berupa Jembatan Kereta Api BH 171 yang melintasi Sungai Batang Anai. Jembatan ini memiliki nilai strategis yang melampaui fungsinya sebagai sarana transportasi, karena merepresentasikan kejayaan teknologi perkeretaapian pada masanya di wilayah Sumatera.

Status jembatan ini semakin signifikan setelah ditetapkan sebagai bagian dari *Ombilin Coal Mining Heritage of Sawahlunto* yang merupakan Warisan Dunia oleh (UNESCO, 2019). Sebagai bagian dari mining heritage, Jembatan BH 171 memegang nilai historis universal yang luar biasa, sehingga upaya preservasi dan perlindungan struktur menjadi prioritas utama. Mengingat statusnya sebagai cagar budaya, segala bentuk tindakan teknis terhadap jembatan ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati guna mempertahankan nilai autentisitasnya.

Namun, posisi pilar jembatan yang berada pada alur Sungai Batang Anai memunculkan ancaman serius berupa fenomena gerusan lokal (*local scouring*). Berdasarkan standar HEC-18, gerusan pada pilar jembatan terjadi akibat adanya obstruksi aliran yang menciptakan turbulensi dan mengikis material dasar sungai di sekitar fondasi (Sarwono, 2017). Di Lembah Anai, kondisi ini diperparah oleh debit sungai yang sangat fluktuatif, di mana kecepatan aliran dapat meningkat secara ekstrem saat terjadi hujan lebat.

Kondisi gerusan yang terjadi pada pilar BH 171 saat ini memerlukan analisis teknis yang mendalam untuk mengevaluasi stabilitas struktur pilar yang tersisa. Kegagalan pada struktur pilar tidak hanya akan mengakibatkan hilangnya bagian dari warisan dunia yang tak tergantikan, tetapi juga berisiko memicu bencana sekunder bagi lingkungan sekitar. Jika struktur pilar roboh, material jembatan dapat menyumbat penampang sungai dan berpotensi

memicu banjir bandang yang mengancam keselamatan jalur jalan raya nasional di sekitarnya. Kondisi gerusan dapat dilihat pada Gambar 1.1



**Gambar 1.1** Kondisi eksisting pilar jembatan

Oleh karena itu, penelitian mengenai analisis kedalaman gerusan dan penentuan solusi penanggulangan yang tepat sangat mendesak untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis dalam mengamankan pilar jembatan dari gerusan tanpa merubah bentuk asli bangunan. Hal ini merupakan langkah nyata dalam menjaga keberlanjutan aset *world heritage* sekaligus memitigasi risiko bencana di kawasan operasional jalan raya Lembah Anai.

## **1.2. RUMUSAN MASALAH, TUJUAN DAN MANFAAT**

### **1.2.1. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besarnya debit banjir rencana ( $Q_{100}$ ) Sungai Batang Anai pada lokasi Jembatan Kereta Api BH 171?

2. Berapa kedalaman gerusan lokal (*local scour*) yang terjadi di sekitar pilar Jembatan Kereta Api BH 171?
3. Berapa perbandingan kedalaman gerusan yang terjadi terhadap kedalaman tertanamnya pondasi (*embedment depth*) eksisting?
4. Bagaimana bentuk penanggulangan gerusan untuk memproteksi pilar tanpa merusak nilai keaslian Jembatan BH 171.

### 1.2.2. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

5. Menghitung besaran debit banjir rencana pada Sungai Batang Anai di lokasi jembatan BH 171 dengan periode ulang 100 tahun.
6. Menganalisis kedalaman gerusan lokal (*local scour*) yang terjadi pada pilar jembatan BH 171 secara analitis berdasarkan parameter hidraulika sungai.
7. Membandingkan kedalaman gerusan yang terjadi terhadap kedalaman tertanamnya pondasi (*embedment depth*) eksisting.
8. Memberikan rekomendasi metode penanggulangan gerusan untuk memproteksi pilar dengan tetap menjaga nilai autentisitas Jembatan BH 171 sebagai aset cagar budaya.

### 1.2.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kebijakan pembangunan dengan rincian sebagai berikut:

1. Dapat menjadi referensi mengenai penerapan analisis hidraulika dan geoteknik dalam mengevaluasi stabilitas pondasi infrastruktur bersejarah yang berada di jalur aliran sungai dengan arus ekstrem.
2. Memberikan data teknis serta usulan solusi proteksi pilar sebagai langkah nyata preservasi jembatan KA BH 171 sebagai bagian dari aset *Ombilin Coal Mining Heritage of Sawahlunto* agar tetap terjaga integritas strukturnya tanpa merusak nilai sejarah.
3. Sebagai mitigasi risiko banjir bandang di kawasan Lembah Anai dengan memastikan pilar jembatan tidak runtuh yang dapat menyumbat penampang sungai dan mengancam keamanan jalur transportasi jalan raya nasional.

### 1.3. BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini lebih terarah dan mendalam, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Ruang Lingkup Wilayah: Penelitian difokuskan pada pada pilar Jembatan Kereta Api BH 171 yang melintasi Sungai Batang Anai, kawasan Lembah Anai.
2. Analisis Hidrologi: Perhitungan debit banjir rencana menggunakan data curah hujan dari satelit NASA POWER dengan periode ulang ( $T_r$ ) 15 Tahun.
3. Karakteristik Aliran: Aliran diasumsikan sebagai air jernih (clear-water) dan tidak membawa sedimen, baik sedimen dasar (*bed load*) maupun sedimen layang (*suspended load*) dari segmen hulu ke area pilar jembatan.
4. Analisis Hidraulika: Fokus pada perhitungan kedalaman gerusan lokal (*local scour*) di sekitar pilar jembatan, dan tidak meninjau penurunan dasar sungai secara umum (*general degradation*) di sepanjang aliran sungai.
5. Geometri Pilar: Akibat keterbatasan dokumen teknis historis (*as-built drawing*), kedalaman tertanam pondasi diasumsikan sebesar 5 m, sedangkan *poer* bawah yang tertimbun diasumsikan tertanam 0,5 m di bawah permukaan tanah dengan dimensi 1,2 m lebih lebar daripada *poer* atas yang terukur langsung di lapangan.
6. Analisis Geoteknik: Evaluasi dibatasi pada aspek stabilitas pondasi secara geometris, yaitu membandingkan kedalaman gerusan dengan kedalaman tertanamnya pondasi (*embedment depth*) eksisting.
7. Kajian Struktur: Tidak melakukan perhitungan analisis struktur atas (rangka baja), tidak menghitung beban hidup kereta api, serta tidak meninjau kekuatan material (beton/tulangan) pilar secara detail.
8. Solusi Penanganan: Rekomendasi teknis yang diberikan berfokus pada proteksi pilar dari gerusan.

#### 1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai penelitian ini, laporan tugas akhir disusun secara sistematis ke dalam lima bab utama sebagai berikut:

##### 1. **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang mengenai urgensi mitigasi infrastruktur jalan di Lembah Anai akibat interaksi sistem dinamik sungai dan tebing. Selain itu, bab ini mencakup rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian yang ingin dicapai.

##### 2. **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Bab ini menyajikan landasan teori yang relevan meliputi mekanika tanah, analisis stabilitas lereng, hidrodinamika sungai terkait mekanisme gerusan (*scouring*), serta karakteristik pelapukan batuan vulkanik. Di dalamnya juga dipaparkan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kerawanan gerusan di lokasi studi.

##### 3. **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini merincikan langkah-langkah teknis penelitian, mulai dari lokasi penelitian, instrumen penelitian, prosedur pengumpulan data primer dan sekunder, hingga kerangka alur pemikiran (*flowchart*) dalam melakukan analisis hidraulika dan analisis stabilitas geoteknik.

##### 4. **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data dan analisis mengenai besarnya gerusan lateral sungai serta dampaknya terhadap nilai faktor keamanan (*Safety Factor*) tebing jalan. Pada bab ini juga didiskusikan mengenai pemodelan sistem dinamik yang terjadi dan evaluasi terhadap ancaman kerusakan infrastruktur jalan.

##### 5. **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh rangkaian analisis yang telah dilakukan serta pemberian saran teknis berupa rekomendasi mitigasi struktural yang tepat untuk menjaga stabilitas infrastruktur jalan di Kawasan Lembah Anai.