

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan merupakan salah satu infrastruktur vital dalam pengelolaan sumber daya air di Indonesia, terutama untuk irigasi, penyediaan air baku, pengendalian banjir, dan pembangkit listrik tenaga air. Keberadaan bendungan tidak hanya mendukung aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat, tetapi juga berfungsi sebagai penopang ketahanan air regional. Namun, dibalik perannya yang penting, bendungan urugan memiliki kerentanan terhadap gangguan stabilitas akibat karakteristik tanah dan dinamika air tanah yang terus berubah.

Permasalahan yang paling sering muncul pada bendungan urugan adalah kelongsoran lereng yang dipicu oleh rembesan, tekanan air pori, perubahan geometri, serta fluktuasi muka air Waduk. Kondisi ini dapat menyebabkan menurunnya faktor keamanan dan berdampak pada potensi kegagalan struktur jika tidak dianalisis secara tepat. Di Indonesia, sejumlah kasus rembesan dan ketidakstabilan lereng pada bendungan menunjukkan pentingnya evaluasi teknis yang akurat dan berkelanjutan.

Situasi tersebut menjadi semakin signifikan pada Bendungan Ir. H. Djuanda, yang membendung aliran Sungai Citarum di kawasan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta. Bendungan ini memiliki area genangan sekitar $\pm 83 \text{ km}^2$ dengan keliling waduk mencapai 150 km pada elevasi muka air normal +107 mdpl. Kondisi serupa juga tampak pada Bendungan Pelana Pasir Gombong Timur, yang berfungsi strategis dalam mengendalikan aliran air serta menahan potensi rembesan pada area pelana. Pada hari Minggu, 24 Februari 2021, ketika intensitas hujan tercatat mencapai 97 mm, terjadi fenomena longsor pada lereng hulu yang berjarak sekitar 12 meter dari tepi puncak bendungan. Longsoran tersebut memiliki kedalaman antara 2,4 hingga 4 meter, dengan lebar sekitar 35 meter dan panjang 40 meter, serta mempengaruhi area sepanjang 52 meter dari puncak longsoran. Indikasi kerusakan ini menunjukkan adanya pergerakan tanah di area hulu (*upstream*). Kejadian longsor pada *Upstream* Bendungan Pelana Pasir Gombong Timur tersebut

menimbulkan kekhawatiran terhadap keamanan tanggul pelana serta aset dan infrastruktur lain yang berada di sekitarnya. Oleh karena itu, peneliti memandang perlu dilakukannya analisis stabilitas yang lebih komprehensif.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi stabilitas Bendungan Pelana Pasir Gombang Timur melalui analisis rembesan dan perhitungan faktor keamanan menggunakan perangkat lunak *GeoStudio* (SLOPE/W dan SEEP/W). Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai mekanisme kelongsoran serta kondisi kritis yang dapat memengaruhi keselamatan bendungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dikenali bahwa bendungan urugan memiliki potensi ketidakstabilan lereng yang cukup tinggi karena sifat tanah dan kondisi air tanah yang selalu berubah seiring waktu. Situasi ini memperbesar kemungkinan terjadinya kelongsoran, terutama ketika rembesan, tekanan air pori, perubahan muka air waduk, dan modifikasi geometri tubuh bendungan terjadi secara bersamaan. Permasalahan tersebut terlihat jelas pada Bendungan Pelana Pasir Gombang Timur setelah insiden longsor pada 24 Februari 2021, yang mengindikasikan adanya pergerakan massa tanah serta gejala ketidakstabilan pada lereng hulu. Peristiwa ini menimbulkan kekhawatiran akan menurunnya faktor keamanan dan potensi gangguan terhadap keselamatan bendungan apabila tidak dilakukan analisis teknis yang memadai. Selain itu, belum tersedianya kajian komprehensif mengenai pola rembesan dan kondisi tekanan air pori, serta ketiadaan rekomendasi teknis yang jelas, menunjukkan perlunya penelitian lanjutan untuk menilai stabilitas bendungan secara lebih menyeluruh melalui analisis numerik menggunakan perangkat lunak *SEEP/W* dan *SLOPE/W*.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik geoteknik dan geometri tubuh Bendungan Pelana Pasir Gombang Timur yang berpotensi memengaruhi kestabilan lereng?
2. Bagaimana pengaruh tekanan air pori dan pola rembesan terhadap tingkat kestabilan lereng pada berbagai kondisi muka air waduk?

3. Apakah nilai *factor of safety* (FS) lereng yang diperoleh dari hasil analisis telah memenuhi standar ambang batas keamanan bendungan yang berlaku secara nasional?
4. Rekomendasi teknis apa yang paling efektif dan aplikatif untuk mitigasi risiko kelongsoran serta peningkatan keselamatan Bendungan Pelana berdasarkan hasil analisis geoteknik dan hidraulik?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan kelongsoran pada Bendungan Pelana di Pasirgombong Timur, dengan pendekatan yang menggabungkan data lapangan dan metode analisa numerik berbasis perangkat lunak. Hasil penelitian diharapkan dapat memperjelas mekanisme kelongsoran dan memberikan masukan teknis yang dapat digunakan dalam upaya mitigasi risiko ke depan.

1. Menggali karakteristik geoteknik dan geometri tubuh Bendungan Pelana yang berpotensi memengaruhi kestabilan lereng.
2. Menelusuri pengaruh tekanan air pori dan pola rembesan terhadap kestabilan lereng dalam berbagai kondisi muka air waduk.
3. Membandingkan hasil analisis *factor of safety* (FS) lereng dengan standar ambang batas yang ditetapkan secara nasional.
4. Menyusun rekomendasi teknis yang aplikatif untuk mitigasi risiko kelongsoran dan peningkatan keselamatan Bendungan Pelana.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Kontribusi terhadap literatur geoteknik bendungan;
2. Pendalaman pemahaman terhadap mekanisme kelongsoran;
3. Penerapan analisis numerik dalam konteks local;
4. Evaluasi terhadap standar nasional;
5. Mitigasi risiko kelongsoran secara nyata dan terarah;
6. Peningkatan kualitas sistem pemantauan geoteknik;
7. Mendukung pengambilan keputusan berbasis data teknis;
8. Mendorong efisiensi dalam pengelolaan bendungan.

1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini tidak membahas aspek sosial-ekonomi, manajemen operasional, atau kerusakan bangunan pelengkap. Fokus hanya pada analisis teknis stabilitas lereng bendungan pelana melalui simulasi numerik, baik dalam kondisi statis maupun dinamis.

1.6.1 Ruang Lingkup Lokasi

Penelitian ini berfokus pada Bendungan Pelana Pasir Gombang Timur, bagian dari sistem Bendungan Ir. H. Djuanda yang dikelola oleh Perum Jasa Tirta II. Kajian dibatasi hanya pada tubuh bendungan, khususnya lereng hulu dan hilir, tanpa mencakup bangunan pelengkap seperti *spillway*, *intake*, atau *outlet*.

1.6.2 Populasi dan Sampel Data

Populasi meliputi seluruh data teknis terkait tubuh bendungan, seperti hasil uji tanah (SPT, kohesi, sudut geser), data *bor log*, dan muka air waduk. Sampel difokuskan pada penampang paling kritis berdasarkan observasi visual dan data instrumen.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

- BAB I — PENDAHULUAN

Bab ini berfungsi sebagai fondasi awal dari penelitian, yang memaparkan konteks ilmiah sekaligus alasan mendasar mengapa topik ini penting untuk dikaji. Sub bab yang disusun dalam bagian ini antara lain:

Latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

- BAB II — TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyusun dasar konseptual dan kerangka literatur yang relevan, sebagai pijakan dalam merumuskan pendekatan analisis. Pembahasan pada Bab ini meliputi konsep utama, kajian teoritis, kerangka berpikir dan penelitian terdahulu yang relevan dengan Tugas Akhir ini untuk kemudian dijadikan dasar argumen mengapa studi ini perlu dilakukan.

- BAB III — METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai lokasi penelitian, pendekatan ilmiah yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah secara terukur dan sistematis.

Populasi mencakup seluruh struktur tubuh Bendungan Pelana, sementara sampel fokus pada penampang kritis yang dinilai memiliki risiko longsor tertinggi berdasarkan data geoteknik. Data yang digunakan terdiri dari data primer (hasil uji tanah, pengukuran muka air dan tekanan pori) serta data sekunder (dokumen desain, dan laporan teknis dari Perum Jasa Tirta II). Analisis dilakukan dengan menghitung *factor of safety* (FS) lereng dalam berbagai kondisi pembebanan, seperti kondisi normal. Hasil dianalisis dengan mengacu pada standar keamanan bendungan yang berlaku.

- **BAB IV — HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil temuan penelitian secara sistematis, dan membahasnya secara kritis berdasarkan pertanyaan penelitian. Menyajikan data teknis dan geologis Bendungan Pelana, termasuk visualisasi berupa gambar penampang bendungan dan karakteristik tanah setempat. Menampilkan hasil simulasi dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan nilai *factor of safety* (FS) pada tiap skenario pembebanan. Menganalisis bagaimana rembesan, tekanan air pori, fluktuasi muka air, serta beban gempa memengaruhi kestabilan lereng bendungan. Hasil yang diperoleh akan dikaji lebih lanjut dengan membandingkannya dengan studi sebelumnya seperti oleh Ekasari (2022), Huda (2019), dan Zain (2023), serta melihat kesesuaian atau perbedaannya terhadap teori yang digunakan.

- **BAB V — KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab terakhir ini menyimpulkan temuan utama, menyampaikan implikasi, serta memberikan saran untuk tindakan lanjutan. Merangkum hasil penelitian secara ringkas, dengan menjawab poin-poin dari rumusan masalah secara langsung dan terfokus. Pada aspek teoretis, penelitian ini memperkuat penerapan analisis numerik dalam studi bendungan urugan. Sementara secara praktis, hasil studi ini memberikan rekomendasi teknis yang bisa diterapkan oleh pihak pengelola bendungan untuk mengurangi risiko kelongsoran.