

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Galodo atau debris flow merupakan salah satu bentuk bencana alam yang sangat berbahaya karena memiliki karakteristik aliran material campuran antara air, tanah, batuan, kayu, dan material lepas lainnya yang bergerak dengan kecepatan tinggi di sepanjang lereng atau alur sungai. Fenomena ini berbeda dengan banjir biasa, karena membawa massa material padat dalam jumlah besar sehingga memiliki daya rusak yang lebih besar terhadap lingkungan, infrastruktur, maupun pemukiman penduduk.



Gambar 1. Peristiwa Galodo Pada Kabupaten Tanah Datar

Salah satu peristiwa besar yang pernah terjadi adalah galodo Gunung Marapi yang melanda wilayah Kabupaten Tanah Datar pada Senin, 30 Maret 2009.

Bencana tersebut menyebabkan kerusakan parah dengan ratusan masyarakat terpaksa mengungsi, serta menimbulkan kerugian material yang sangat besar, yaitu sekitar Rp75 miliar di Kabupaten Tanah Datar dan sekitar Rp15 miliar di Kabupaten Agam. Dokumentasi dari peristiwa ini yang ditampilkan pada Gambar 1 memperlihatkan dengan jelas bagaimana aliran galodo menghancurkan pemukiman, lahan, dan infrastruktur secara fatal, sehingga meninggalkan dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan yang signifikan.



Gambar 2. Peristiwa Bencana Galodo di Jepang

Fenomena galodo juga bukan hanya menjadi ancaman di Indonesia, tetapi juga di berbagai belahan dunia. Misalnya, kasus galodo di Jepang pada Gambar 2 menunjukkan bagaimana aliran material menutupi badan sungai, memicu longsor, dan berpotensi menimbulkan banjir bandang sekunder. Ancaman serius yang dihasilkan galodo antara lain:

1. Kerusakan fisik berupa hancurnya pemukiman, jalan, jembatan, dan fasilitas umum.
2. Kerugian ekonomi akibat rusaknya lahan pertanian, perkebunan, dan infrastruktur vital.
3. Ancaman jiwa dan keselamatan masyarakat karena pergerakan massa material yang cepat dan sulit diprediksi.
4. Degradasi lingkungan melalui sedimentasi berlebihan pada alur sungai

yang dapat mengubah morfologi sungai dan menurunkan kualitas ekosistem.

Secara geologis, penyebab utama galodo adalah proses alamiah berupa pelapukan batuan di daerah hulu atau lereng yang kemudian runtuh terbawa aliran air. Proses ini bersifat tidak pasti dan sulit diprediksi, karena runtuhnya material bisa terjadi dalam hitungan hari maupun ratusan tahun kemudian. Ketidakpastian inilah yang menjadikan galodo sebagai ancaman laten yang perlu diantisipasi dengan langkah teknis yang tepat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, serta melihat besarnya risiko dan dampak yang ditimbulkan oleh galodo, maka dilakukan suatu upaya mitigasi berupa pembangunan Check Dam Batang Tampo di Kabupaten Tanah Datar. Pembangunan check dam ini ditujukan sebagai salah satu solusi teknis dalam pengendalian sedimen dan pencegahan galodo di wilayah yang rawan bencana. Check dam berfungsi untuk menahan serta mengendapkan material sedimen dari bagian hulu sungai sehingga tidak langsung terbawa ke hilir. Dengan demikian, keberadaan check dam memberikan beberapa manfaat utama:

1. Mengurangi potensi aliran galodo dengan menahan material besar di hulu agar tidak terbawa bersama aliran banjir.
2. Mengendalikan sedimentasi sehingga kapasitas sungai tetap terjaga dan aliran air dapat lebih terkendali.
3. Melindungi pemukiman dan infrastruktur di hilir dari kerusakan akibat aliran material berbahaya.
4. Mendukung konservasi lingkungan dengan menjaga kestabilan aliran sungai dan mengurangi degradasi lahan.

Dengan adanya pembangunan Check Dam Batang Tampo, diharapkan risiko bencana galodo di Kabupaten Tanah Datar dapat ditekan, kerugian ekonomi dan sosial dapat diminimalkan, serta tercipta sistem pengendalian sedimen yang lebih berkelanjutan sebagai upaya mitigasi bencana di kawasan rawan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang mendasari kegiatan dan pelaksanaan pembangunan Check

Dam Batang Tampo di Kabupaten Tanah Datar sebagai berikut:

1. Ancaman Bencana Galodo
 - a. Bagaimana karakteristik bencana galodo (debris flow) yang terjadi di daerah rawan seperti Kabupaten Tanah Datar, baik dari segi penyebab geologis, hidrologis, maupun dampak yang ditimbulkan?
 - b. Sejauh mana galodo berpotensi mengancam keselamatan jiwa, merusak infrastruktur, dan menimbulkan kerugian ekonomi serta degradasi lingkungan?
2. Dampak Sosial dan Ekonomi
 - a. Apa saja kerugian sosial dan ekonomi yang ditimbulkan akibat galodo di Kabupaten Tanah Datar, seperti yang tercatat pada peristiwa 30 Maret 2009?
 - b. Bagaimana tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana galodo, baik dari aspek pemukiman yang berada di sekitar alur sungai maupun dari segi kesiapsiagaan?
3. Aspek Geologis dan Ketidakpastian Bencana
 - a. Bagaimana kondisi geologi di wilayah hulu Batang Tampo yang menyebabkan terjadinya pelapukan batuan serta potensi longsoran yang memicu aliran galodo?
 - b. Mengapa proses runtuhnya material sulit diprediksi, dan bagaimana ketidakpastian ini memengaruhi kebutuhan mitigasi teknis?
4. Upaya Mitigasi dan Pengendalian Sedimen
 - a. Strategi teknis apa yang dapat diterapkan untuk mengendalikan sedimen di hulu agar tidak menimbulkan bencana galodo di hilir?
 - b. Bagaimana peran check dam dalam menahan, mengendapkan, serta mengatur aliran sedimen sehingga dapat mengurangi risiko galodo?
 - c. Sejauh mana pembangunan Check Dam Batang Tampo efektif dalam melindungi pemukiman, infrastruktur, dan lingkungan dari ancaman galodo?
5. Kelayakan dan Keberlanjutan Infrastruktur

- a. Bagaimana evaluasi desain dan fungsi check dam yang dibangun, apakah telah sesuai dengan kondisi geologi dan hidrologi wilayah Batang Tampo?
- b. Bagaimana check dam dapat berkontribusi pada keberlanjutan pengendalian bencana dan konservasi lingkungan di masa depan?

1.3 Tujuan Kegiatan

Pelaksanaan pembangunan Check Dam Batang Tampo di Kabupaten Tanah Datar memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Identifikasi dan Pemahaman Bencana Galodo
 - a. Mengidentifikasi karakteristik bencana galodo (debris flow) di wilayah rawan, khususnya di Kabupaten Tanah Datar.
 - b. Menganalisis faktor penyebab terjadinya galodo dari aspek geologi, hidrologi, dan kondisi lingkungan setempat.
 - c. Menelaah dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan yang ditimbulkan oleh peristiwa galodo, baik berdasarkan kasus 30 Maret 2009 maupun potensi di masa mendatang.
2. Analisis Risiko dan Kerentanan Wilayah
 - a. Menilai tingkat kerentanan masyarakat, pemukiman, dan infrastruktur terhadap potensi galodo.
 - b. Mengkaji potensi kerugian ekonomi dan kerusakan lingkungan yang dapat terjadi jika tidak dilakukan upaya mitigasi bencana.
3. Evaluasi Potensi Pengendalian Sedimen
 - a. Meneliti kondisi sedimentasi di alur Batang Tampo serta peran material longsor dari hulu terhadap terbentuknya galodo.
 - b. Menentukan kebutuhan teknis pengendalian sedimen untuk mengurangi risiko aliran material berbahaya menuju wilayah hilir.
4. Perancangan dan Implementasi Solusi Teknis
 - a. Mengevaluasi peran dan efektivitas pembangunan Check Dam Batang Tampo sebagai infrastruktur pengendalian sedimen.
 - b. Merumuskan strategi teknis melalui check dam untuk menahan, mengendapkan, serta mengatur distribusi sedimen sehingga dapat

mengurangi potensi galodo.

- c. Mengkaji keberlanjutan fungsi check dam dalam jangka panjang terhadap stabilitas sungai dan perlindungan lingkungan.
5. Kontribusi terhadap Mitigasi Bencana dan Konservasi Lingkungan
 - a. Memberikan solusi praktis dalam mitigasi bencana galodo di Kabupaten Tanah Datar.
 - b. Mendukung upaya perlindungan pemukiman, infrastruktur vital, serta ekosistem sungai dari dampak bencana.
 - c. Menjadi dasar bagi pengembangan strategi pengendalian sedimen dan mitigasi bencana serupa di wilayah rawan lainnya di Indonesia.
6. Kontribusi dan Kompetensi Profesi
 - a. Pengembangan Kompetensi Insinyur Profesional: Mengaplikasikan dan mendemonstrasikan kompetensi Insinyur Profesional, khususnya dalam bidang teknik sipil sumber daya air dan mitigasi bencana, melalui evaluasi desain, implementasi, dan pengendalian mutu kegiatan konstruksi Checkdam Batang Tampo.
 - b. Analisis Teknis dan Pemecahan Masalah: Melakukan analisis kritis terhadap metode konstruksi, spesifikasi teknis material (misalnya penggunaan beton K-225 , pasangan batu 1:4 , cobble stone > 800 kg), dan tantangan teknis lapangan (seperti kisdam dan dewatering), serta merumuskan solusi rekayasa yang tepat.
 - c. Pengendalian Mutu dan Kepatuhan Standar: Mendalami dan menerapkan sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001:2007 dalam seluruh tahapan kegiatan (mulai dari material, metode kerja, hingga hasil akhir), sebagai wujud tanggung jawab profesional Insinyur terhadap kualitas infrastruktur.
 - d. Integrasi Teori dan Praktik Sabo: Menghubungkan landasan teoritis mengenai Sabo (pengendalian sedimen) dan Debris Flow (Galodo) dengan solusi teknis Checkdam di lapangan (Batang Tampo), sehingga dapat memberikan rekomendasi teknis yang komprehensif untuk mitigasi bencana di kawasan rawan.

1.4 Manfaat Kegiatan

Pembangunan Check Dam Batang Tampo di Kabupaten Tanah Datar diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis / Ilmiah
 - a. Memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai fenomena galodo (debris flow), baik dari aspek geologi, hidrologi, maupun karakteristik alirannya.
 - b. Menjadi bahan kajian dan referensi ilmiah dalam bidang teknik sipil, geoteknik, hidrologi, dan mitigasi bencana terkait metode pengendalian sedimen.
 - c. Menghasilkan model penerapan check dam yang dapat digunakan sebagai rujukan dalam kegiatan atau kegiatan sejenis di daerah rawan bencana.
2. Manfaat Teknis / Praktis
 - a. Memberikan solusi teknis melalui pembangunan check dam yang berfungsi menahan dan mengendapkan material sedimen sehingga dapat mengurangi potensi galodo di hilir.
 - b. Mendukung perencanaan pembangunan infrastruktur mitigasi bencana berbasis data geologi dan hidrologi setempat.
 - c. Menjadi dasar teknis untuk perencanaan sistem pengendalian sedimen berkelanjutan di Batang Tampo maupun daerah aliran sungai (DAS) lainnya.
3. Manfaat Sosial dan Ekonomi
 - a. Melindungi masyarakat yang tinggal di daerah rawan galodo dari ancaman kehilangan harta benda, kerusakan pemukiman, maupun korban jiwa.
 - b. Mengurangi potensi kerugian ekonomi yang sangat besar, seperti yang pernah terjadi pada peristiwa galodo 30 Maret 2009 di Tanah Datar dan Agam.
 - c. Memberikan rasa aman dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan adanya infrastruktur pengendali bencana yang dapat

diandalkan.

4. Manfaat Lingkungan

- a. Menjaga keseimbangan ekosistem sungai dengan mengendalikan sedimentasi agar tidak menimbulkan degradasi lingkungan di hilir.
- b. Mencegah perubahan morfologi sungai yang berlebihan akibat akumulasi material longsor.
- c. Mendukung konservasi lahan dan perlindungan sumber daya alam di sekitar wilayah hulu Batang Tampo.

5. Manfaat Kebijakan dan Pengembangan Wilayah

- a. Menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan mitigasi bencana berbasis infrastruktur.
- b. Memberikan dasar ilmiah dan teknis bagi program pembangunan berkelanjutan di wilayah rawan bencana.
- c. Menjadi contoh nyata implementasi solusi rekayasa teknik sipil dalam pengurangan risiko bencana di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Pembangunan Check Dam Batang Tampo dengan mekanisme sabo lebih terarah, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Ruang Lingkup Wilayah

- a. Laporan difokuskan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Tampo, khususnya pada segmen hulu hingga lokasi pembangunan check dam.
- b. Analisis dampak difokuskan pada wilayah hilir yang secara langsung terancam aliran galodo, tanpa membahas wilayah di luar area terdampak langsung.

2. Jenis Bencana yang Dikaji

- a. Laporan hanya membahas bencana galodo (debris flow), pengendalian banjir, dan pengendalian sedimen.
- b. Bencana lain seperti banjir tanpa sedimen, tanah longsor, atau erosi lahan secara umum tidak menjadi fokus utama, kecuali jika berhubungan langsung dengan terbentuknya galodo.

3. Aspek Teknis

- a. Kegiatan difokuskan pada pembangunan check dam dengan mekanisme sabo sebagai struktur utama pengendalian sedimen.
- b. Laporan mencakup fungsi sabo, dalam Menahan dan menangkap sedimen dari hulu, Mengendalikan volume dan kecepatan aliran agar tidak menimbulkan galodo berbahaya, dan Menjaga stabilitas morfologi sungai pada segmen hilir.
- c. Evaluasi efektivitas check dam dibatasi pada fungsi hidrologis dan pengendalian sedimen, tanpa masuk pada aspek biaya operasional jangka panjang secara detail.

4. Data dan Parameter yang Digunakan

- a. Data yang digunakan meliputi kondisi geologi, hidrologi, topografi, serta dokumentasi bencana galodo sebelumnya (khususnya peristiwa 30 Maret 2009).
- b. Faktor eksternal lain seperti perubahan iklim jangka panjang atau aktivitas manusia di hulu (misalnya alih fungsi lahan) tidak menjadi variabel utama, meskipun dapat disebut sebagai faktor pendukung.

5. Batasan Waktu dan Cakupan Implementasi

- a. Laporan membatasi kajian pada tahap pembangunan check dam Batang Tampo.
- b. Evaluasi jangka panjang (misalnya umur teknis struktur hingga puluhan tahun) hanya dibahas secara konseptual, tidak melalui simulasi rinci.
- c. Mekanisme perawatan dan monitoring rutin check dam tidak dibahas mendetail, melainkan hanya disinggung sebagai rekomendasi.

6. Pendekatan Solusi

- a. Fokus kegiatan adalah mekanisme sabo dam sebagai metode rekayasa teknik sipil untuk mitigasi bencana galodo.
- b. Alternatif lain seperti early warning system, relokasi masyarakat, atau pendekatan vegetatif-konservatif tidak menjadi bahasan utama, meskipun dapat disebut sebagai upaya pendukung.

1.6 Sistematika Laporan

Pelaksanaan pembangunan Check Dam Batang Tampo dengan mekanisme sabo dilakukan melalui tahapan pekerjaan yang terstruktur dan sistematis. Adapun sistematika kegiatan yang merangkum alur pekerjaan pembangunan adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Persiapan

Tahap ini merupakan langkah awal untuk memastikan kesiapan lapangan dan kelancaran pekerjaan konstruksi. Ruang lingkup kegiatan meliputi:

- a. Dokumentasi dan pengukuran ulang: melakukan survei ulang terhadap lokasi pembangunan untuk memastikan kesesuaian desain teknis dengan kondisi lapangan.
- b. Mobilisasi dan demobilisasi: mendatangkan serta mengoperasikan peralatan, tenaga kerja, dan material ke lokasi kegiatan, serta mengembalikannya setelah pekerjaan selesai.
- c. Pembuatan access road: membangun jalan akses sementara menuju lokasi check dam guna memperlancar transportasi material, alat berat, dan mobilitas pekerja.

2. Pekerjaan Check Dam I

Merupakan konstruksi check dam pertama yang difokuskan pada pengendalian sedimen di hulu sungai. Rangkaian pekerjaan meliputi:

- a. Kisdam dan pengeringan: pembuatan bendung sementara untuk mengalihkan aliran air sehingga area kerja tetap kering.
- b. Pekerjaan galian: penggalian tanah dan batuan pada lokasi pondasi sesuai desain.
- c. Timbunan tanah bekas galian: penataan kembali tanah hasil galian untuk stabilitas lereng dan area sekitar.
- d. Beton K225: pengecoran struktur utama menggunakan mutu beton K225.
- e. Pekerjaan bekesting: pemasangan cetakan sementara (formwork) untuk pengecoran beton.
- f. Besi beton: pemasangan tulangan baja sebagai rangka penguat beton.

- g. Pasangan batu kali campuran 1:4: konstruksi pasangan batu kali dengan campuran semen-pasir 1:4 untuk menahan tekanan aliran.
- h. Plesteran campuran 1:3: pelapisan batu kali dengan campuran semen-pasir 1:3 untuk memperkuat dan memperindah permukaan.
- i. Pemasangan cobble stone (>800 kg): penempatan batu besar sebagai proteksi tambahan terhadap erosi dan gaya aliran.

3. Pekerjaan Check Dam II

Konstruksi check dam kedua berfungsi memperkuat sistem pengendalian sedimen dan melengkapi check dam pertama. Tahapan pekerjaan mencakup:

- a. Kisdam dan pengeringan: pengalihan sementara aliran air di area kerja.
- b. Pekerjaan galian: penggalian tanah dan batuan untuk pondasi sesuai kebutuhan struktur.
- c. Timbunan tanah bekas galian: penataan tanah hasil galian pada area sekitar untuk menstabilkan lingkungan kerja.
- d. Pasangan batu kali campuran 1:4: pemasangan batu kali dengan perbandingan semen-pasir 1:4 sebagai struktur penahan.
- e. Plesteran campuran 1:3: pelapisan dinding pasangan batu dengan campuran semen-pasir 1:3.
- f. Siaran campuran 1:2: pengisian celah atau retakan dengan campuran semen-pasir 1:2 untuk kedapatan struktur.
- g. Beton K225: pengecoran struktur inti dengan mutu beton K225.
- h. Pekerjaan bekesting: pemasangan cetakan pengecoran.
- i. Besi beton: instalasi tulangan baja sesuai desain.
- j. Weep hole Ø 50 mm, L = 0,80: pemasangan lubang drainase pada struktur untuk mengurangi tekanan air di balik dinding.
- k. Pengadaan dan pemasangan hand rail pipa galvanis 2": pemasangan pagar pengaman pada bagian atas struktur.
- l. Gebalan rumput: penanaman rumput untuk memperkuat tanah dan mengurangi erosi permukaan.

- m. Pengadaan dan pemasangan pintu stang tunggal ($b = 0,8$): pemasangan pintu air sederhana sebagai pengatur aliran.
- n. Pemasangan cobble stone (>800 kg): penempatan batu besar sebagai proteksi tambahan terhadap arus deras dan erosi.