

TESIS

MODEL PENANGGULANGAN GERUSAN PADA BENDUNG UNTUK MENINGKATKAN STABILITAS STUKTURAL DI BAGIAN HILIR STUDI KASUS BENDUNG NANGGER KABUPATEN SITUBONDO



DISUSUN OLEH:

RUSDI

NIM : 13123017

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS INI

TELAH DIUJIKAN DAN DIPERTAHANKAN DIHADAPAN TIM PENGUJI
PADA HARI JUM'AT, TANGGAL 21 FEBRUARI 2025

Judul Tesis : MODEL PENANGGULANGAN GERUSAN PADA
BENDUNG UNTUK MENINGKATKAN STABILITAS
STUKTURAL DI BAGIAN HILIR STUDI KASUS
BENDUNG NANGGER KABUPATEN SITUBONDO

Disusun Oleh : RUSDI
NIM : 13123017
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : MAGISTER TEKNIK SIPIL
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA

Tim penguji terdiri :

1. Ketua Penguji


Dr., Ir. KOESPIADI, M.T., M.H.

NIDN. 0701046501

2. Sekretaris


Dr. Ir. F. ROOSLAN EDY SANTOSA, M.T.

NIDN. 0722126301

3. Anggota


Dr., Ir., ADI PRAWITO, M.T., M.M., IPM.

NIDN. 0706056601

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Magister Teknik
Sipil,


Dr., Ir. KOESPIADI, M.T., M.H.

NIDN. 0701046501

Fakultas Teknik
Dekan,


Dr., Ir., ADI PRAWITO, M.T., M.M., IPM.

NIDN. 0706056601



LEMBAR PENGAJUAN

TESIS

MODEL PENANGGULANGAN GERUSAN PADA BENDUNG UNTUK MENINGKATKAN STABILITAS STUKTURAL DI BAGIAN HILIR STUDI KASUS BENDUNG NANGGER KABUPATEN SITUBONDO

Disusun Oleh :

RUSDI

NIM : 13123017

Diajukan guna memenuhi persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T)
pada Program Studi Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Narotama
Surabaya.

Surabaya, 21 Pebruari 2025

Mengetahui
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. ADI PRAWITO M.M., M.T., IPM

NIDN : 0706056601

LEMBAR PERSETUJUAN

TESIS

**MODEL PENANGGULANGAN GERUSAN PADA BENDUNG UNTUK
MENINGKATKAN STABILITAS STUKTURAL DI BAGIAN HILIR
STUDI KASUS BENDUNG NANGGER KABUPATEN SITUBONDO**

Disusun Oleh :

RUSDI

NIM : 13123017

Tesis ini telah memenuhi persyaratan dan disetujui untuk di ujikan.

PRO PATRIA

Surabaya, 21 Pebruari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. ADI PRAWITO M.M., M.T., IPM

NIDN : 0706056601

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Saya :

Nama : Rusdi

NIM : 13123017

JUDUL TESIS : Model Penanggulangan Gerusan Pada Bendung Untuk Meningkatkan Stabilitas Stuktural Di Bagian Hilir Studi Kasus Bendung Nangger Kabupaten Situbondo

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan/Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 21 Pebruari 2025

Yang membuat pernyataan



10000
METERA
TEMPEL
3EAMX347691887

Nama : Rusdi

NIM : 13123017

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Saya Bahagia dan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan, keberkahan dan keberlimpahan sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan tesis ini dengan penuh sukacita.

Pada kesempatan ini ijinlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan dorongan tiada henti kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan moril.
2. Bapak Dr. Ir. Adi Prawito M.M., M.T., IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Narotama dan dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan meluangkan waktu serta membagi pengalamannya sebagai referensi dalam pengerjaan tesis ini.
3. Dr. Ir. Koespiadi, M.T., M.H., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Narotama, yang telah memberikan berbagai fasilitas serta dukungan dalam proses penyusunan tesis ini.
4. Istri dan anak tercinta yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi dalam berkarya tanpa batas.
5. Rekan - rekan seangkatan S2 Teknik Sipil Universitas Narotama yang telah berkontribusi dan membantu dalam terselesainya tesis ini.

Tulisan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu segala saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi tercapainya hasil yang terbaik dan bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Maret 2025

Rusdi

**MODEL PENANGGULANGAN GERUSAN PADA BENDUNG
UNTUK MENINGKATKAN STABILITAS STRUKTURAL DI
BAGIAN HILIR STUDI KASUS BENDUNG NANGGER
KABUPATEN SITUBONDO**

Nama Mahasiswa : Rusdi

NIM : 13123017

Pembimbing : Dr. Ir. ADI PRAWITO M.M., M.T., IPM

ABSTRAK

Bendung merupakan infrastruktur penting dalam pengelolaan sumber daya air, digunakan untuk mengatur aliran sungai, irigasi, dan pengendalian banjir. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada bendung adalah gerusan di bagian hilir akibat loncatan hidraulik yang dapat memengaruhi stabilitas struktural. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi gerusan di hilir Bendung Nangger di Situbondo serta merumuskan teknik penanggulangan gerusan yang lebih efektif.

Metodologi yang digunakan adalah analisis hidrolis teoritis dengan berbagai metode dengan tinjauan berbagai variasi debit banjir rencana.

Hasil analisis menunjukkan bahwa gerusan di hilir telah mengakibatkan penurunan dasar sungai yang signifikan, dari elevasi awal 127,09 m menjadi 126,50 m saat ini. Analisis gerusan teoretis menyarankan bahwa pada debit banjir maksimum ($Q_{100} = 428 \text{ m}^3/\text{detik}$), dasar sungai berpotensi turun hingga 125,00 m, mengindikasikan urgensi untuk peningkatan proteksi yang ada.

Dengan pertimbangan kondisi existing bendung Nangger, analisa hidrolis dan analisa gerusan diputuskan bahwa bangunan pengendali gerusan yang cocok diimplentasikan di hilir bendung Nangger adalah sub dam, dengan dimensi lebar top 1.50 m, kemiringan hulu 1 : 1, Kemiringan hilir 1 : 0.50, tinggi 4.00 m dan elevasi top 127.84 m. Selain itu, untuk memperkuat perlindungan di hilir sub dam diperlukan lapisan riprap dengan diameter batu lebih dari 750 mm, dengan panjang 5 m dan ketebalan 1,50 m.

Kata Kunci : Bendung Nangger, Gerusan, Analisis Hidrolik, Sub Dam.

ABSTRACT

Weirs are crucial infrastructure in water resource management, used for regulating river flow, irrigation, and flood control. One common issue with weirs is downstream scour due to hydraulic jumps, which can affect structural stability. This research aims to analyze the scour conditions downstream of the Nangger Weir in Situbondo and to formulate more effective scour mitigation techniques.

The methodology employed is theoretical hydraulic analysis using various methods, with a review of different planned flood discharges.

The analysis results indicate that scouring downstream has led to a significant reduction in riverbed elevation, from an initial elevation of 127.09 m to 126.50 m currently. Theoretical scour analysis suggests that at the maximum flood discharge ($Q_{100} = 428 \text{ m}^3/\text{s}$), the riverbed could potentially lower to 125.00 m, indicating the urgency for enhanced protection.

Considering the existing conditions of the Nangger Weir, hydraulic analysis, and scour analysis, it was decided that a suitable scour control structure to be implemented downstream of the Nangger Weir is a sub dam, with the following dimensions: top width of 1.50 m, upstream slope of 1:1, downstream slope of 1:0.50, height of 4.00 m, and top elevation of 127.84 m. Additionally, to reinforce protection downstream of the sub dam, a riprap layer is required, consisting of stones with a diameter greater than 750 mm, extending 5 m in length and having a thickness of 1.50 m.

Keywords: Nangger Weir, Scour, Hydraulic Analysis, Sub Dam.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGAJUAN	2
LEMBAR PERSETUJUAN	3
LEMBAR PENGESAHAN	4
SURAT PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7

2.2	Bendung	14
2.3	Bangunan Peredam Energi	15
2.4	Gerusan	17
2.4.1	Mekanisme Gerusan	18
2.4.2	Permulaan Gerak Butiran	20
2.4.3	Kedalaman Gerusan	22
2.5	Perlindungan Gerusan	25
2.5.1	Riprap	25
2.5.2	Ambang Dasar (Groundsill)	26
2.6	Saluran Terbuka	27
2.7	Distribusi Kecepatan	29
2.8	Persamaan Kontinuitas	34
BAB III		36
METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Lokasi Pekerjaan	36
3.2	Pendekatan Penelitian	37
3.3	Tahapan Penelitian	37
3.3.1	Tahap Persiapan	37
3.3.2	Pengumpulan Data	37
3.3.3	Pengolahan dan Analisa Data	39
3.3.4	Kontrol Desain	40
3.3.5	Kesimpulan	41

3.4	Alat dan Bahan	41
3.5	Bagan Alir	41
BAB IV		43
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Kondisi Bendung Nangger	43
4.2	Data Studi	48
4.3	Analisa Hidrolika dan Gerusan Kondisi Existing	51
4.3.1	Analisa Gerusan Kondisi Existing	51
4.3.2	Analisa Hidrolika Kondisi Existing	54
4.4	Perencanaan bangunan pengendali gerusan	61
4.4.1	Dimensi Sub Dam	63
4.4.2	Perlindungan di hilir Sub Dam	65
BAB V		69
KESIMPULAN		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Matriks Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	8
Tabel 2 Hasil Perhitungan Gerusan Teoretis	53
Tabel 3 Hasil Perhitungan Hidrolik Kondisi Existing	58
Tabel 4 Panjang/Jarak Main Dam ke Sub Dam	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Diagram Untuk Memperkirakan Tipe Bangunan Yang Digunakan Untuk Perencanaan Detail (sumber: KP 04, 1986)	16
Gambar 2	Ilustrasi Gerusan di Hilir Bendung (Sumber: Jurnal Teknik Sipil Vol.8 No.1)	19
Gambar 3	Diagram Shields (Sumber: Affandy, M.R., 2007)	22
Gambar 4	Aliran Seragam dan Berubah (Sumber: Triatmojo, 1993)	28
Gambar 5	Distribusi Kecepatan Pada Saluran Terbuka (Sumber: Triatmojo, 1993)	29
Gambar 6	Tabung Aliran Untuk Menurunkan Persamaan Kontinuitas (Sumber : Triatmojo 2012)	35
Gambar 7	Lokasi Penelitian	36
Gambar 8	Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 9	Sketsa Potongan melintang Bendung Nangger	44
Gambar 10	Tubuh Bendung (Hulu)	44
Gambar 11	Tubuh Bendung (Hilir)	45
Gambar 12	Tubuh Bendung	46
Gambar 13	Kolam Olakan	47
Gambar 14	Pintu Intake	47
Gambar 15	Pintu Penguras	48

Gambar 16	Cathment Area Bendung Nangger	51
Gambar 17	Denah Bendung Nangger	68
Gambar 18.	Potongan dan Dimensi Sub Dam	68

