

**ANALISIS PENGENDAPAN SEDIMENTASI TERHADAP KAPASITAS
TAMPUNGAN MATI MENGGUNAKAN HEC-RAS PADA BENDUNGAN
TUGU, TRENGGALEK**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

FAJAR FADILLAH
21035010142

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGENDAPAN SEDIMENTASI TERHADAP KAPASITAS
TAMPUNGAN MATI MENGGUNAKAN HEC-RAS PADA BENDUNGAN
TUGU, TRENGGALEK**

Disusun oleh:

FAJAR FADILLAH

NPM. 21035010142

**Selanjutnya telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Selasa, 26 Agustus 2025**

Dosen Pembimbing:

1. Dosen Pembimbing I



Novie Handajani, ST, MT

NIP. 19671114 202121 2 00 2

2. Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT

NIP. 19690208 199403 2 001

Tim Penguji:

1. Penguji I



Bagas Arvaseta, S.T, M.S.

NIP. 199312252022031006

3. Penguji II



Dr. Ir. Soebagio, MT

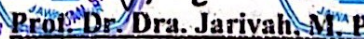
4. Penguji III



Dr. Ir. Adi Prawito, MT

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M. P.

NIP. 19650403 199103 2001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGENDAPAN SEDIMENTASI TERHADAP KAPASITAS
TAMPUNGAN MATI MENGGUNAKAN HEC-RAS PADA BENDUNGAN
TUGU, TRENGGALEK**

Disusun oleh:

FAJAR FADILLAH
NPM. 21035010142

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Selasa, 26 Agustus 2025

Dosen Pembimbing 1



Novie Handajani, ST., M.T
NIPPPK. 19671114 202121 2 00 2

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT
NIPPPK. 196902081994032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Fadillah

NPM : 21035010142

Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Sipil

Judul Skripsi / Tugas Akhir : Analisis Pengendapan Sedimentasi Terhadap Kapasitas
Tampungan Mati Menggunakan HEC-RAS pada
Bendungan Tugu, Trenggalek

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, Agustus 2025

Yang Menyatakan,



(Fajar Fadillah)

NPM. 21035010142

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam atas berkat rahmat, dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **”ANALISIS PENGENDAPAN SEDIMENTASI TERHADAP TAMPUNGAN MATI MENGGUNAKAN HEC-RAS PADA BENDUNGAN TUGU, TRENGGALEK”**

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak terkait yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Adapun pihak – pihak yang dimaksud antara lain sebagai berikut, Bapak / Ibu :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur
3. Novie Handajani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir.
4. Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T., selaku dosen pembimbing 2 Tugas Akhir.
5. Orang tua yang selalu mendoakan kelancaran pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis berusaha semaksimal mungkin dalam menyusun maupun dalam pengkajian tugas akhir ini. Oleh sebab itu, apabila masih terdapat kesalahan maupun kekurangan di dalam proposal ini penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata Penulis mengucapkan semoga laporan ini bermanfaat kelak untuk umum, khususnya bagi Mahasiswa Program studi Teknik Sipil UPN “Veteran” Jawa Timur.

Penulis

ABSTRAK

Bendungan merupakan salah satu prasarana yang penting dalam pengembangan dan pengelolaan sumber daya air. Bendungan Tugu dibangun pada tahun 2014 dan selesai tahun 2021. Tingginya laju erosi di Daerah Tangkapan Air (DTA) Bendungan Tugu menjadi faktor utama yang menyebabkan sedimentasi di waduk tersebut. Tidak dapat dihindari bahwa aliran sungai yang masuk ke dalam bendungan membawa material sedimen yang kemudian mengendap. Penurunan kapasitas tampungan akibat sedimentasi ini dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja operasional Bendungan Tugu

Software HEC-RAS adalah *software* buatan *US Army Corps of Engineers* yang digunakan untuk analisis hidrologi, seperti aliran sungai, banjir, pemodelan keruntuhan pada bendungan, dan analisis sedimentasi. Data yang digunakan adalah data sekunder yang berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (BBWS). Laju sebuah sedimentasi perlu diperhitungkan dikarenakan banyaknya sedimentasi yang tertampung atau terbawa oleh aliran sungai dikarenakan hal tersebut dapat mempengaruhi umur guna dan kapasitas dari sebuah tampungan.

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini, dapat diketahui bahwa untuk melakukan pemodelan angkutan sedimentasi diperlukan tiga jenis data utama yang harus diinput dan dianalisis, yaitu data geometri, data hidrologi, dan data sedimen. Hasil pemodelan menunjukkan adanya penurunan kapasitas tampungan dari nilai awal sebesar 1.040.000 m³ menjadi 832.516,85 m³ dengan persentase pengurangan sebesar 19,95%. Selain itu, kapasitas tampungan efektif juga mengalami perubahan, dari 8.667.000 m³ menjadi 8.666.000,01 m³, dengan persentase pengurangan sebesar 0,0115%. Pola pengendapan yang terdeteksi pada waduk Bendungan Tugu melalui pemodelan HEC-RAS adalah pola pengendapan uniform, dengan total volume sedimen yang mengendap mencapai 207.483,14 m³.

Kata Kunci : Sedimentasi, Angkutan Sedimen, Bendungan Tugu, HEC-RAS

ABSTRACT

A dam is a crucial infrastructure in the development and management of water resources. The Tugu Dam was constructed in 2014 and completed in 2021. The high rate of erosion in the Tugu Dam Catchment Area (CA) is the primary factor causing sedimentation in the reservoir. It is inevitable that river flows entering the dam carry sediment materials that subsequently settle. The reduction in reservoir storage capacity due to sedimentation can significantly impact the operational performance of the Tugu Dam.

HEC-RAS software, developed by the US Army Corps of Engineers, is utilized for hydrological analyses such as river flow, flooding, dam failure modeling, and sedimentation analysis. The data used are secondary data sourced from the Brantas River Basin Authority (BBWS). The sedimentation rate must be considered because the volume of sediment retained or transported by river flows directly affects the lifespan and capacity of a reservoir.

Based on calculations and analyses conducted in this final project, it was determined that three main types of data are required for sediment transport modeling: geometric data, hydrological data, and sediment data. The model results indicate a decrease in dead storage capacity from an initial value of 1,040,000 m³ to 832,516.85 m³, representing a reduction of 19.95%. Moreover, the effective storage capacity slightly changed from 8,667,000 m³ to 8,666,000.01 m³, with a reduction percentage of 0.0115%. The sedimentation pattern detected in the Tugu Dam reservoir through HEC-RAS modeling is a uniform deposition pattern, with a total sediment volume of 207,483.14 m³.

Keywords: Sedimentation, Sediment Transport, Tugu Dam, HEC-RAS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bendungan.....	5
2.2 Daerah aliran sungai.....	5
2.3 Sedimentasi	6
2.4 Sedimentasi Waduk.....	7
2.4.1 Pengukuran Kapasitas Tampung Waduk	8
2.4.2 Pola pengendapan sedimen.....	9

2.5 Software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System).....	9
2.5.1 Pembuatan Project	10
2.5.2 Input Data Geometri	12
2.5.3 Input Hidraulika Sungai.....	12
2.5.4 Hidraulika Aliran	14
2.5.5 Output Hasil HEC-RAS.....	16
2.6 Hidrolika pada Program HEC-RAS	17
2.6.1 Persamaan Aliran Stabil (<i>Steady Flow</i>).	18
2.6.1.1 Persamaan energi	18
2.6.1.2 Kapasitas Angkut Tampung.....	20
2.6.1.3 Tinggi Energi Kinetik Rata-Rata.....	21
2.6.1.4 <i>Friction Loss Evaluation</i>	23
2.6.1.5 Koefisien Kontraksi dan Ekspansi	24
2.6.2 Persamaan Aliran Tidak Stabil (<i>Unsteady Flow</i>)	24
2.6.2.1 Persamaan Kontinuitas dan Momentum	24
2.6.2.2 Penerapan Persamaan Aliran tak Stabil	26
2.7 Sedimentasi dengan <i>Software</i> HEC-RAS	27
2.7.1 Kontinuitas sedimen	28
2.7.2 Kecepatan Jatuh	29
2.7.3 Gradasi Sedimen	31
2.7.4 Parameter Hidraulik Aliran.....	32
2.7.5 Stasiun Dasar Jatuh Sedimen.....	32

2.7.6 Kapasitas Angkutan Sedimen (<i>sediment transport capacity</i>)...	32
2.8 Analisis Hidrolika	37
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Metodologi Penelitian	39
3.2 Studi Literatur	39
3.3 Metode Pengumpulan Data	39
3.3.1 Data Topografi.....	39
3.3.2 Data Geometri.....	40
3.3.3 Data Hidrolika	40
3.3.4 Data Hidrologi	40
3.3.5 Data Sedimentasi	40
3.4 Metode pengerjaan	40
3.4.1 Input Data	41
3.4.2 Pemodelan Program HEC-RAS.....	41
3.4.3 Perhitungan pengendapan sedimen pada waduk	41
3.5 Kesimpulan.....	42
3.6 Diagram Alir	42
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Pemodelan Software HEC-RAS	44
4.1.1 Pemodelan Geometric Data.....	47
4.1.1.1 <i>Cross Section</i>	49
4.1.1.1.2 <i>Downstream Reach Lengths</i>	50
4.1.1.1.3 <i>Manning's n Values</i>	51

4.1.1.1.4 <i>Main Channel Bank Stations</i>	52
4.1.1.1.5 <i>Cont/Exp Coefficients</i>	52
4.1.1.2 <i>Inline Structure</i>	53
4.1.2 <i>Input Quasi-Unsteady Flow Data</i>	55
4.1.3 <i>Input Data Sedimentasi</i>	60
4.1.3.1 <i>Transport Function</i>	60
4.1.3.2 <i>Sorting Method</i>	61
4.1.3.3 <i>Fall Velocity Method</i>	62
4.1.3.4 <i>Max Depth dan Min Elev</i>	62
4.1.3.5 <i>Movable Bed Right Station and Left Station</i>	63
4.1.3.5 <i>Bed Gradation</i>	63
4.1.3.5 <i>Boundary Conditions</i>	64
4.1.4 <i>Running HEC RAS</i>	66
4.1.4 <i>Hasil Running Sediment Analysis</i>	68
4.1.4 <i>Pemodelan Running Sediment Analysis 1 Dimensi</i>	69
4.2 <i>Volume Waduk</i>	83
BAB V KESIMPULAN	86
DAFTAR PUSTAKA	88
Lampiran	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek Bendungan Bagong, Trenggalek.....	4
Gambar 1.2 Potongan Memanjang Bendungan Tugu, Trenggalek.....	4
Gambar 2.1 distribusi muatan sedimen berdasarkan angkutannya	7
Gambar 2.2 Zona Volume Bendungan.....	8
Gambar 2.3 Zona Volume Bendungan.....	9
Gambar 2.4 Layar Folder Penyimpanan	10
Gambar 2.5 Layar pengaturan Nilai <i>Default coef.</i> Ekspansi dan kontraksi	11
Gambar 2.6 Layar Pengaturan Sistem Satuan.....	11
Gambar 2.7 Tampilan Awal Geometri Data	12
Gambar 2.8 tampilan setelah mengklik <i>Icon Cross Section</i>	13
Gambar 2.9 Urutan <i>Inline Structure</i> Jembatan pada Penampang Sungai	15
Gambar 2.10 Layar Editor <i>inline structure</i>	16
Gambar 2.11 Profil Muka Air di Sepanjang sungai	17
Gambar 2.12 Diagram Persamaan Energi	19
Gambar 2.12 tampak melintang pembagian penampang	21
Gambar 2.13 Perhitungan Tinggi Energi Kinetik pada setiap Penampang.....	22
Gambar 2.14 Perhitungan Tinggi Energi Kinetik pada setiap Penampang.....	26
Gambar 2.14 Skema Kontrol Volume Sedimen pada program HEC-RAS	29
Gambar 4.3 kotak <i>Units System</i>	46
Gambar 4.4 tampilan <i>Geometry Data Editor</i>	47
Gambar 4.5 Pembuatan alur sungai	48
Gambar 4.6 pembuatan alur cabang sungai	48
Gambar 4.7 hasil gambar alur sungai.....	48
Gambar 4.8 <i>Cross Section Editor</i>	49
Gambar 4.9 Penomoran <i>River Station</i>	50
Gambar 4.10 Grafik River station 1	53
Gambar 4.11 hasil input geometri data	53

Gambar 4.12 <i>Inline Structure Editor</i>	54
Gambar 4.13 hasil input geometri data	55
Gambar 4.14 tampilan <i>Quasi-unsteady Flow Data</i>	56
Gambar 4.15 kotak edit <i>Flow Series</i>	56
Gambar 4.16 edit <i>No.ordinates</i>	57
Gambar 4.17 <i>Flow Series Editor</i>	58
Gambar 4.18 <i>Flow Hydrograph Data</i>	59
Gambar 4.19 <i>Friction slope Editor</i>	59
Gambar 4.20 <i>Friction slope Editor</i>	60
Gambar 4.21 Pemilihan <i>Transport Function</i>	61
Gambar 4.22 skema <i>Sorting Method</i>	62
Gambar 4.23 kotak edit gradasi ukuran butiran	63
Gambar 4.24 hasil input data sedimen Tab pertama	64
Gambar 4.24 input <i>Boundary Condition</i>	65
Gambar 4.25 input tabel <i>Rating Curve</i>	65
Gambar 4.26 kotak sedimen analisis.....	67
Gambar 4.27 HEC RAS <i>Compute</i>	67
Gambar 4.28 <i>Profile plot</i>	68
Gambar 4.29 Reach 1 tahun 1987 (hulu)	69
Gambar 4.31 <i>Reach 2</i> tahun 1987 (hulu)	70
Gambar 4.32 <i>Reach 2</i> tahun 2019 (hulu)	71
Gambar 4.33 <i>Reach 3</i> tahun 2019 (hilir).....	71
Gambar 4.34 <i>Reach 3</i> tahun 2019 (hilir).....	72
Gambar 4.35 Zoom <i>Reach 3</i> tahun 2019 (hilir)	72
Gambar 4.36 perubahan dasar waduk (hilir).....	75
Gambar 4.37 Potongan Melintang no 59 reach 1 (hulu).....	76
Gambar 4.38 Potongan melintang no 55 reach 1 (hilir).....	76
Gambar 4.39 Potongan melintang no 40 reach 2 (hilir).....	77
Gambar 4.40 Potongan melintang no 39 reach 2 (hilir).....	77
Gambar 4.41 Potongan melintang no 19 reach 3 (hilir).....	78
Gambar 4.42 Potongan melintang no 18 reach 3 (hilir).....	78

Gambar 4.43 total kumulatif angkutan sedimen reach 1 (hulu).....	81
Gambar 4.44 total kumulatif angkutan sedimen reach 2 (hulu).....	82
Gambar 4.45 total kumulatif angkutan sedimen reach 3 (hilir)	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kecepatan Jatuh Toffaleti.....	30
Tabel 2.1 Klasifikasi Ukuran Partikel	31
Tabel 2.1 Kebutuhan data untuk setiap persamaan	39
Tabel 2.1 Data Bendungan Tugu.....	37
Tabel 2.2 Data Bangunan Pelimpah.....	37
Tabel 4.1 Stasiun dan Elevasi RS 36 36 (0+875).....	51
Tabel 4.2 jarak DRL <i>Cross Section</i> Sungai Keser.....	52
Tabel 4.3 Nilai debit dan angkutan Sedimen.....	68
Tabel 4.4 Total Sedimen yang masuk pada Bendungan Tugu pertahun.....	75
Tabel 4.5 Total pengendapan sedimentasi perpenampang melintang.....	78