



**PREDIKSI LAJU SEDIMENTASI DENGAN PERBANDINGAN
ANALITIK DAN PEMODELAN HEC-RAS DI BENDUNGAN
SEMANTOK NGANJUK**

SKRIPSI

*“Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Srata I (SI) Teknik Sipil”*



Disusun Oleh :
JEFRI DAFIT ARMANSYAH
215.010.510.74

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2023

ABSTRAK

Dalam perencanaan bendungan selain desain hidrolis adalah sedimentasi. Sedimen bendungan merupakan factor pembatas efektif tampungan waduk. Prediksi sedimentasi yang terjadi pada bendungan dilakukan dengan perhitungan analitik dan pemodelan HEC-RAS. Program HEC-RAS sendiri merupakan salah satu program pemodelan analisis angkutan sedimen pada saluran maupun sungai. Tujuannya adalah untuk memprediksi besaran sedimen pada bendungan semantik, kemudian kedua hasilnya dibandingkan. Untuk data yang dibutuhkan adalah data geometri sungai, debit sungai, data hidrolika, dan parameter sedimen. Pemodelan sedimentasi dengan HEC-RAS dilakukan dengan 2 model. Pemodelan pertama berupa sungai dan tubuh bendung. Pemodelan kedua dengan penambahan ambang pelimpah. Perhitungan analitik dihitung dengan metode total load Laursen yang juga digunakan untuk pemodelan HEC-RAS dan dihitung pada penampang melintang bagian hulu. Hasil perhitungan analitik yang kemudian dibandingkan dengan pemodelan HEC-RAS. Untuk hasil angkutan sedimen dari perhitungan analitik sebesar 19.400 m³/th sedangkan laju sedimentasi dari pemodelan HEC-RAS sebesar 22.000 m³/th.

Kata Kunci: Perhitungan Analitik, Sedimentasi, Software HEC-RAS.

ABSTRACT

In dam planning besides hydraulic design is sedimentation. Dam sediment is an effective limiting factor for reservoir storage. Prediction of sedimentation that occurs in the dam is done by analytical calculations and HEC-RAS modeling. The HEC-RAS program itself is a modeling program for analyzing sediment transport in canals and rivers. The aim is to predict the amount of sediment in the semantic dam, then the results of the two are compared. The data needed are river geometry data, river discharge, hydraulics data, and sediment parameters. Sedimentation modeling with HEC-RAS was carried out with 2 models. The first modeling is in the form of a river and a body bending. The second modeling is with the addition of a spillway fence. The analytical calculations are calculated using the Laursen total load method which is also used for HEC-RAS modeling and are calculated on the upstream cross section. The results of analytical calculations are then compared with the HEC-RAS modeling. For sediment transport results from analytical calculations of 19,400 m³/year while the sedimentation rate from HEC-RAS modeling is 22,000 m³/year.

Keywords: Analytical Calculations, Sedimentation, HEC-RAS Software.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara sederhana sedimen diartikan sebagai proses pengendapan material dari hasil erosi dari tempat tertentu. Pengendapan tersebut bisa diakibatkan oleh terbawanya air, angin, es atau gletser. Dimana hasil dari endapan tersebut terbentuk batuan yang disebut batuan sedimen. Sedimentasi digolongkan menjadi beberapa jenis tergantung dari penyebab atau lokasi dari proses sedimen itu sendiri. (Amalia S 2021)

Salah satu proses sedimentasi terjadi di sungai. Rencana kegiatan Pembangunan Bendungan Semantok di Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk memiliki tujuan untuk meminimalisir banjir yang terjadi di Kecamatan Rejoso, pengembangan daerah pertanian kebutuhan air baku serta menahan air yang berlimpah pada musim penghujan serta mendistribusikannya pada musim kemarau agar tidak terjadi kekeringan pada areal persawahan sehingga meningkatkan produksi pertanian atau intensitas panen untuk meningkatkan ekonomi petani dan peningkatan taraf hidup masyarakat dan Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten Nganjuk. Manfaat yang hendak dicapai dengan Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Bendungan Semantok di Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur ini adalah: Mereduksi banjir sebesar 30%, Penyediaan air irigasi seluas 1.900 ha, Penyediaan air baku sebesar 312 ltr/dt,

Pemeliharaan sungai di hilir bendungan 30 ltr/dt. (BBWS Brantas). Perencanaan bendungan selain desain hidrolis bendungan salah satu hal penting yang harus diperhatikan adalah sedimentasi. Konsekuensi dari penampungan air sungai adalah ikut tertampungnya sedimen yang terbawa oleh air. Sedimen yang mengalir di sungai tersebut terbagi menjadi dua yaitu berupa koloidal (butir halus) yang bercampur dengan air sungai (*suspended load*) dan berupa butir yang mengalir lewat dasar sungai (*bed load*) (Soedibyo,1987). Sedimen yang mengendap di waduk merupakan salah satu faktor pembatas kapasitas tampungan efektif waduk, sehingga jumlah sedimen di waduk biasa digunakan untuk menetapkan masa guna waduk. Perkiraan masa guna waduk ini dianalisis dengan memprediksi laju sedimentasi pada waduk yang dipengaruhi oleh kondisi fisiografi, hidroklimatologi daerah tangkapan.

Prediksi laju sedimentasi yang terjadi pada tampungan bendungan dapat dilakukan dengan metode angkutan sedimen secara analitik, namun diperlukan pula suatu metode untuk mempermudah dalam menggambarkan sedimentasi yang terjadi. Salah satu metode untuk memprediksi sedimentasi pada bendungan adalah penggunaan *software* seperti HEC-RAS. Program HEC-RAS merupakan salah satu program pemodelan analisis hidrolika aliran pada saluran maupun sungai. HEC-RAS memiliki empat perhitungan hidrolika satu dimensi yaitu 1) Hitungan Profil Muka Air Aliran Permanen, 2) Simulasi Aliran Tidak Permanen, 3) Hitungan Transpor Sedimen, 4) Analisis Kualitas Air, sehingga dengan *software* ini dapat dimodelkan sedimentasi pada tampungan bendungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat di identifikasikan permasalahan sebagai berikut

1. Melimpahnya debit air sungai semantok pada musim penghujan yang terjadi hampir setiap tahun.
2. Besarnya area irigasi dan penyedia air baku yang tidak sanggup terpenuhi setiap tahun.
3. Kondisi geografis tanah yang rendah akan mengakibatkan terjadinya banjir di Sebagian wilayah.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perhitungan sedimentasi pada Bendungan Semantok secara Analisis?
2. Bagaimana memodelkan sedimentasi yang terjadi di tampungan Bendungan Semantok dengan *software* HEC-RAS?
3. Bagaimana perbandingan laju sedimentasi antara hasil perhitungan analitik dengan pemodelan HEC-RAS?

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung sedimentasi pada tampungan Bendungan Semantok dengan perhitungan Analitik.
2. Memodelkan sedimentasi yang terjadi pada tampungan Bendungan Semantok dengan *software* HEC-RAS.

3. Membandingkan laju sedimentasi yang terjadi pada Bendungan Semantok berdasarkan perhitungan analitik dengan pemodelan software HEC-RAS.

1.5 Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak memperhitungkan bangunan pengelak, intake dan spillway.
2. Tidak menghitung struktur dan stabilitas bendungan.
3. Tidak membahas mengenai metode pelaksanaan dan ekonomi teknik.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diharapkan diperoleh dari penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Bagi penulis sebagai syarat pengajuan tugas akhir bidang Sipil dan mampu untuk memprediksi laju sedimentasi pada tampungan bendungan baik dengan perhitungan analitik maupun pemodelan dengan software HEC-RAS.
2. Bagi pembaca, sebagai referensi dalam memprediksi besar laju sedimentasi pada tampungan bendungan.
3. Bagi instansi terkait yaitu Pemerintah Daerah dan Balai Besar Wilayah Sungai Brantas di bawah Kementerian Pekerjaan Umum, sebagai bahan referensi dalam perencanaan bendungan.

1.7 Lingkup Pembahasan

Sesuai dengan judul skripsi yang saya ambil maka pembahasannya adalah sebagai berikut :

1. Pemodelan HEC-RAS
 - Data Geometri
 - a. Pembuatan alur sungai

- b. Penampang melintang sungai
 - c. Struktur melintang sungai
- Data Sedimen
 - Data *Quasi-Unsteady Flow*
 - *Running Sediment-Analysis*
 - Pemodelan HEC-RAS
2. Perhitungan Analitik
 - Perhitungan persamaan Laursen
 3. Perbandingan pemodelan HEC_RAS dengan Perhitungan Analitik.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Perhitungan analitik dihitung menggunakan metode *total load* Laursen yang sama digunakan dalam pemodelan HEC-RAS. Perhitungan analitik dilakukan pada *river station* hulu. Hasil dari perhitungan analitik adalah konsentrasi sedimen dan debit angkutan sedimen, sedangkan yang dibandingkan dengan pemodelan HEC- RAS adalah besar angkutan sedimen. Besar angkutan sedimen hasil perhitungan analitik cenderung lebih kecil dibanding pemodelan HEC-RAS, dimana perkiraan besar laju sedimentasi dari metode pemodelan HEC-RAS sebesar 22.000 m³/th sedangkan laju sedimentasi hasil perhitungan analitik sebesar 19.400 m³/th. Perbedaan hasil ini dikarenakan pada perhitungan analitik terdapat penyederhanaan geometri seperti penampang melintang, kemiringan tebing sungai, kemiringan sungai, dan lain sebagainya. Sedangkan pada HEC RAS meski geometri sungai lebih detail, pemodelan masih berupa satu dimensi.
2. Berikut merupakan pemodelan yang dilakukan untuk angkutan sedimen pada Bendungan Semantok menggunakan model HEC-RAS antara lain:
 - a. Pemodelan pertama, memodelkan geometri sungai dengan tiga *reach* di daerah genangan sebagai *river station* dan bendungan pada *inline structure* dengan hasil sedimentasi hanya terjadi di *reach* hulu.
 - b. Pemodelan kedua, memodelkan sama sebagaimana model

pertama namun dengan penambahan pelimpah pada *inline structure*, yang kemudian hasil sedimen tetap terjadi di hulu saja meski sedimentasi yang terjadi lebih besar dan lebih ke hulu.

3. Perbandingan hasil laju sedimentasi antara Perhitungan Analitik dan Pemodelan HEC-RAS terlihat bahwa besar angkutan sedimen hasil perhitungan analitik cenderung lebih kecil dibanding hasil pemodelan dengan HEC- RAS. Perbedaan yang terjadi pada hasil kedua metode ini dikarenakan pada perhitungan analitik ada penyederhanaan geometri seperti bentuk *cross section* sungai, lebar penampang melintang, kemiringan tebing sungai, dan kemiringan sungai, serta asumsi lain. Sedangkan pada pemodelan menggunakan *software* HEC-RAS geometri sungai lebih detail, meskipun begitu pemodelan yang dilakukan masih berupa satu dimensi (kecepatan aliran di suatu penampang melintang merupakan kecepatan rata- rata, sedangkan kenyataannya dalam satu penampang kecepatan aliran berbeda di tiap titiknya) sehingga masih memiliki keterbatasan

5.2 Saran

Dari kesimpulan diatas dapat diberikan beberapa saran terkait dengan prediksi laju sedimentasi pada Bendungan Semantok, diantaranya:

- Simulasi yang digunakan dengan HEC-RAS 5.07 merupakan pemodelan satu dimensi sehingga memiliki beberapa keterbatasan. Untuk hasil yang lebih maksimal pemodelan ini bisa dilanjutkan dengan *software* HEC- RAS model 2 atau 3 dimensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Suci. Rachmawati Azizah. Noerhayati Eko. 2021. Analisis Angkutan Sedimen Menggunakan Metode HEC-RAS Di Sungai Amprong Kec. Kedungkandang Malang, Jawa Timur. Universitas Islam Malang. Malang
- Anggrahini. 1997. Hidrolika Saluran Terbuka. CV.Citra Media. Surabaya
- Asdak, Chay. , 2002. Hidrologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dep. PU Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2020. Laporan Pekerjaan Proyek Pembangunan Bendungan Semantok Kabupaten Nganjuk. Surabaya
- Dep. PU Direktorat Sumber Daya Air. 2009. Survey dan Monitoring Sedimentasi Waduk. Jakarta
- Hydrologic Engineering Center.2016. *HEC-RAS River Analysis System, Application Guide, Version 5.0, February 2016*.U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Hydrologic Engineering Center.2016. *HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, Version 5.0, February 2016*. U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Hydrologic Engineering Center.2016. *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0, February 2016*.U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Ismawati, Sintya M. 2017. Pemodelan Aliran 1D pada Bendungan Tugu Menggunakan Software HEC-RAS. Surabaya
- Istianto.2014. Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras. *Junction and Inline Structures*. Yogyakarta.
- Istianto.2014. Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras. *Modul Pelatihan Simple Geometry River*. Yogyakarta
- Kurniawan Ari. Noerhayati Eko. Suprpto Bambang. 2016. Analisa Sedimentasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Lesti Dalam Memperkirakan Umur Waduk Sengguruh. Universitas Islam Malang. Malang
- Kurniawan, F.A. 2006. Analisa Sebaran Sedimen dan Efektivitas Tampungannya Menggunakan Teknik Interpolasi Ruang (Studi Kasus Penggelontoran Waduk Wlingi dan Waduk Lodoyo). Jurnal Ilmiah. Malang

Morris, G. L., & Fan, J. (2010). *Reservoir Sedimentation Handbook*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Pranowo, Janat. 2001. *Kajian Pola Distribusi Sedimentasi Waduk dengan Referensi Beberapa Waduk di Jawa*. Tesis. Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang

Shiami Faradilla A.R. 2017. *Prediksi Laju Sedimentasi Pada Tampungan Bendungan Tugu Trenggalek*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya

Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. Pradnya Paramita. Jakarta

Yang, Chih Ted. 1996. *Sediment Transport Theory and Practice*. New York.

