

## **TUGAS AKHIR**

### **Perbandingan Nilai Angkutan Sedimen Dasar Sungai Progo Antara Pengujian Lapangan Dengan Metode Empiris**

(Titik Tinjauan Sungai Progo Di Jembatan Bantar Dan Jembatan Srandakan)

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai  
Jenjang Strata-1 (S1), Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**ENDRI SUTRISNO**

**20120110049**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2016**

## **HALAMAN MOTO**

**SING PENTING YAKIN,  
INSA'ALLAH ALANGAN MINGGIR DEWE.**

**-(KKN 14 UMY)-**

**KEGAGALAN HANYA ADA PADA ORANG-ORANG YANG MENYERAH  
KEBERHASILAN HANYA ADA PADA ORANG-ORANG YANG MAU  
BERUSAHA DAN BERDOA.**

**-(ANONIM)-**

The One And Only

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas rahmat serta kehadiran Allah SWT, karena ijin Allah Tugas Akhir ini dapat tersusun dan terselesaikan.. Dalam Perencanaan dan pembuatan hingga terselesainya Tugas Akhir ini penulis tak lepas dari bantuan pihak-pihak yang sangat membantu bagi penulis , sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Waljiman dan Ibunda Tercinta Murdinem, yang telah berjuang dengan penuh keikhlasan, yang telah membeikan segalanya untukku menorehkan segala kasih sayangnya serta dukungannya dengan penuh rasa ketulusan yang tak kenal lelah dan batas waktu.
2. Kepada team sedimen, Ardianto Fajar dan M. Aditya Prima K. Sahabat seperjuangan yang telah menemani 4 tahun berjibaku di bangku perkuliahan, *kelompok jeruk* atas, kemauan saling berbagi, kekonyolan dan canda yang membekas di hati, yang berjuang bersama hingga titik akhir dan semoga kelak di dunia kerja.
3. Kepada sahabat (WONG SELLO), Vigur, Super, Adot, Parta, Catur, Widex, Afi, Gembul, Udin, Teki, Orex, kekonyolan saling berbagi, canda tawa, kebersamaan, yang sudah seperti keluarga sendiri, terimakasih, doakan semoga teman mu ini lekas mendapat pekerjaan dan jodoh, Aminnn.
4. Kepada teman-teman KKN klompok 14 UMY, kemauan saling berbagi, kekonyolan dan canda yang membekas di hati, yang berjuang bersama hingga titik akhir dan semoga kelak di dunia kerja ( APA KABAR PLANGE PAK DUKUH).
5. Teman-teman civil A semuanya yang tak bisa terhitung (terimakasih atas dukungannya, bercandanya selama ini dan semuanya) maaf ya jikalau saudaramu ini ada salah kata atau kata-kata yang berlebihan.

## KATA PENGANTAR

### *Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul, “Perbandingan Nilai Angkutan Sedimen Dasar Sungai Progo Antara Pengujian Lapngan dengan Metode Empiris”. Penyusunan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, penulis sangat membutuhkan kerjasama, bantuan, bimbingan, pengarahan, petunjuk dan saran-saran dari segala pihak. Penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada beliau di bawah ini.

1. Bapak Jazaul Ikhsan, Ph. D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dan sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan bimbingan serta koreksi yang sangat baik sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Ir. Anita Widianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Puji Harsanto S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Bapak Burhan Barid, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan dan pengarahannya
5. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah menjadi keluarga kedua di Kampus
6. Kelompok Jeruk yang selalu memberikan semangat atau senyuman untuk menyelesaikan di Tugas Akhir ini,
7. Semua teman seperjuangan di Teknik Sipil angkatan 2012 dan semua teman dari berbagai angkatan yang telah menyumbangkan semangatnya baik lewat senyuman maupun lewat kata-kata dan doa yang terselip di dalamnya

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu disini yang telah banyak berjasa selama proses belajar di Kampus ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan yang diharapkan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis selalu bersedia menerima kritik dan saran dari semua pihak untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Akhirnya penulis berharap semoga Laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, Aamiin.

***Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh***

Yogyakarta, Mei 2016

Endri Sutrisno

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAFTAR NOTASI .....	xiii
ABSTRAK .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Sungai .....	5
B. Hidrometri.....	6
C. Sedimen dan Pergerakan Sedimen .....	6
D. Hasil Penelitian Terdahulu.....	8
BAB III LANDASAN TEORI .....	12
A. Hidrometri .....	12
1. Kecepatan aliran.....	12
2. Pengukuran tinggi muka air .....	14
3. Pengukuran lebar aliran .....	15
4. Pengukuran debit .....	15
B. Berat Jenis Sedimen .....	16
C. Klasifikasi distribusi Ukuran Butiran .....	17
D. Angkutan Sedimen ( <i>transport sediment</i> ) .....	20

1. Alat <i>Helly Smith</i> (WMO, 1989) .....	20
2. Metode Integrasi Kedalaman .....	21
3. Analisis Hitungan Pengujian Lapangan .....	23
4. Analisis Hitungan Metode Einstein .....	26
5. Analisis Hitungan Metode Yang's .....	34
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
A. Tinjauan umum .....	37
B. Bagan Alir Penelitian .....	37
C. Lokasi Penelitian .....	39
D. Data Pengukuran .....	41
E. Alat-Alat Yang Digunakan .....	42
F. Cara Analisis Data .....	46
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
A. Hidrometri Sungai .....	48
B. Perhitungan Berat Jenis Sedimen .....	51
C. Perhitungan Distribusi ukuran Butir Sedimen .....	51
D. Analisa Perhitungan Angkutan Sedimen .....	51
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
A. Kesimpulan .....	69
B. Saran .....	70
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 <b>xvi</b>
 <b>LAMPIRAN .....</b>	 <b>xix</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lokasi penelitian (Walyadi 2014).....	11
Tabel 3.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat .....	19
Tabel 3.2 Contoh Gradasi Ukuran Butir ( Kironoto, 1997 ) .....	27
Tabel 3.3 Nilai <i>viskositas</i> air/kekentalan air .....	27
Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran .....	48
Tabel 5.2 Perhitungan Berat Jenis Sedimen.....	51
Tabel 5.3 Hasil Analisis Distribusi Ukuran Butir Sedimen pada Ruas ( Jembatan Bantar) .....	52
Tabel 5.4 Hasil Analisis Perhitungan Transport Sedimen .....	66
Tabel 5.5 Tabel Perbandingan Angkutan Sedimen Antara Pengukuran Lapangan Dengan Metode empiris .....	67



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Metode Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Pelampung ( <i>float</i> )....	14
Gambar 3.2 Tinggi Muka Air (Potongan Melintang) .....	14
Gambar 3.3 Lebar Saluran (Potongan Melintang) .....	15
Gambar 3.4 Kurva Distribusi Butiran .....	20
Gambar 3.5 Alat Ukur Sedimen Dasar Jenis ( <i>HELLEY SMITH</i> (WMO, 1989) ....	21
Gambar 3.6 Pengambilan Sampel Sedimen dengan Cara EDI .....	25
Gambar 3.7 Pengambilan Sampel Sedimen dengan Cara EWI .....	26
Gambar 3.8 Grafik distribusi ukuran butir sedimen .....	27
Gambar 3.9 Faktor koreksi dalam persamaan distribusi logaritmik .....	29
Gambar 3.10 Grafik Einstein dan Barbrossa.....	30
Gambar 3.11 Grafik nilai <i>hiding factor</i> .....	32
Gambar 3.12 Grafik nilai koreksi gaya angkat .....	32
Gambar 3.13 Grafik Einstein .....	33
Gambar 3.14 Grafik Child Ted Yang.....	35
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian ( <i>Flow Chart</i> ).....	38
Gambar 4.2 Peta lokasi penelitian Jembatan Srandakan.....	39
Gambar 4.3 Peta lokasi penelitian Jembatan Bantar .....	39
Gambar 4.4 Pengambilan data di Jembatan Srandakan pengukuran1 .....	40
Gambar 4.5 Pengambilan data di Jembatan Bantar pengukuran 1.....	40
Gambar 4.6 Pengambilan data di Jembatan Srandakan pengukuran 2 .....	40
Gambar 4.7 Pengambilan data di Jembatan Bantar pengukuran 2.....	41
Gambar 4.8 <i>Oddo Meter</i> .....	42
Gambar 4.9 Pipa Paralon/Papan duga.....	42
Gambar 4.10 <i>Stopwatcah</i> .....	43
Gambar 4.11 Cetok .....	43
Gambar 4.12 Bola Plastik .....	43
Gambar 4.13 <i>Helley Smith</i> (WMO, 1989) .....	44
Gambar 4.14 Slang Plastik .....	44
Gambar 4.15 Saringan standar ASTM .....	45
Gambar 4.16 Timbangan.....	46

Gambar 4.17 <i>Shave Shake Machine</i> .....	46
Gambar 4.18 Oven .....	46
Gambar 5.1 Pengambilan data kecepatan aliran. ....	48
Gambar 5.2 Sketsa penampang melintang Sungai Progo titik 1 (Jembatan Bantar) .....	50
Gambar 5.3 $d_{35}$ dan $d_{65}$ pada grafik distribusi ukuran butir pada Ruas Jembatan Bantar. ....	53
Gambar 5.4 Grafik Chih Ted yang.....	64
Gambar 5.5 Grafik perbandingan angkutan sedimen antara pengukuran lapangan dengan metode empiris.....	67

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Data Pengujian Lapangan

Lampiran 2 Analisis Pengujian Berat Jenis Sedimen

Lampiran 3 Analisis Pengujian Distribusi Ukuran Burit Sedimen

Lampiran 4 Analisis Perhitungan Metode Einstein

Lampiran 5 Analisis Perhitungan Metode Yang's

Lampiran 6 SNI 03-1968-1990 Pengujian Tentang Analisis Saringan.

## DAFTAR NOTASI

L	= jarak
t	= waktu
Q	= debit ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
A	= luas penampang ( $\text{m}^2$ )
v	= kecepatan aliran rata-rata ( $\text{m}/\text{d}$ )
A	= luas penampang ( $\text{m}^2$ )
h	= kedalaman aliran (m)
b	= lebar dasar aliran (m)
m	= kemiringan tebing (vertical : horizontal)
V <sub>p</sub>	= Volum piknometer (ml)
W <sub>pw,c</sub>	= Berat piknometer dan air pada temperatur terkalibrasi
W <sub>p</sub>	= Berat piknometer kosong (gr)
P <sub>wc</sub>	= Berat volum air pada temperatur terkalibrasi
G <sub>s</sub>	= berat jenis butir sedimen
W <sub>1</sub>	= berat piknometer kosong (gram)
W <sub>2</sub>	= berat piknometer + sampel kering (gram)
W <sub>3</sub>	= berat piknometer + sampel kering + aquades (gram)
W <sub>4</sub>	= berat piknometer + aquades jenuh (gram)
t <sub>1</sub>	= suhu pada W <sub>4</sub> ( $^{\circ}\text{C}$ )
t <sub>2</sub>	= suhu pada W <sub>3</sub> ( $^{\circ}\text{C}$ )
W <sub>i</sub>	= berat tertahan
W	= berat total tertahan
e	= Efisiensi alat ukur muatan sedimen dasar (%)
K <sub>a</sub>	= Kuantitas sedimen yang di tangkap oleh alat ukur muatan sedimen dasar.
K <sub>r</sub>	= Kuantitas sedimen yang terangkut apabila tempat pengukuran tidak diletakkan alat ukur muatan sedimen dasar.
q <sub>b</sub>	= Debit muatan sedimen dasar per unit lebar setelah dimodifikas berdasarkan efisiensi alat.
W	= Berat sampel yang tertangkap oleh alat ukur muatan sedimen dasar selama periode waktu t.

$e$	= Efisiensi alat ukur muatan sedimen dasar (%)
$b$	= Lebar mulut alat ukur muatan sedimen dasar.
$t$	= waktu lamanya pengukuran.
$C$	= Konsentrasi sedimen rata-rata pada suatu vertical
$N$	= Jumlah interval kedalaman 1,2,3,4, . . . . , n
$C_i$	= Konsentrasi sedimen pada titik ke- $i$
$V_i$	= Kecepatan aliran pada titik ke- $i$
$\Delta Y_i$	= Panjang interval pada titik ke- $5i$
$W_1$	= berat sedimen yang masuk botol sampel
$a$	= luas lingkaran mulut nosel
$t_i$	= lamanya waktu pengukuran
$C_i$	= konsentrasi sedimen
$V_i$	= kecepatan aliran
$U_i$	= volume sampel sedimen (sedimen = air)
$W$	= jarak antara vertikal
$Q$	= debit per segmen
$V$	= volume sampel sedimen ( misalnya berkisar antara 350- 400 ml)
$X$	= variabel bebas
$a, b$	= parameter
$e$	= bilangan pokok nolaritma asli = 2,7183 dan $Y_i > 0$ .
$R^2$	= Koefisien Determinasi
$r$	= Koefisien korelasi
$u'$	= kecepatan gesek akibat kekasaran butiran.
$g$	= percepatan gravitasi.
$S$	= <i>slope</i> /kemiringan dasar saluran.
$\delta'$	= tebal lapisan <i>sub viscous</i> .
$\mu$	= <i>viskositas</i> /kekentalan air.
$u'$	= kecepatan gesek akibat kekasaran butiran.
$k_s$	= kekasaran butiran.
$\delta'$	= tebal lapisan <i>sub viscous</i> .
$x$	= Dari gambar 3.5 (factor koreksi pengaruh <i>viskositas</i> ).

$v$	= kecepatan aliran rata-rata.
$Rb'$	= jari-jari hidrolis.
$x$	= faktor koreksi pengaruh <i>viskositas</i> .
$k_s$	= $d_{65}$ (kekasaran butiran).
$\Psi'$	= intensitas aliran.
$\gamma_s$	= berat intensitas air.
$\gamma$	= berat spesifikasi sedimen.
$d_{35}$	= parameter angkutan.
$Rb'$	= jari-jari hidrolis.
$S$	= <i>slope</i> /kemiringan dasar saluran.
$u''$	= kecepatan gesek akibat pengaruh konfigurasi dasar.
$v$	= kecepatan aliran rata-rata.
$S$	= kemiringan dasar saluran.
$g$	= gravitasi.
$R''$	= jari-jari hidraulik akibat pengaruh konfigurasi dasar.
$u''$	= kecepatan gesek akibat pengaruh konfigurasi dasar.
$Rb$	= jari-jari hidrolis total.
$Rb'$	= jari-jari hidrolis rencana/coba-coba.
$Rb''$	= jari-jari hidrolis akibat pengaruh konfigurasi dasar.
$R''$	= jari-jari hidrolis akibat pengaruh konfigurasi dasar.
$b$	= lebar saluran/sungai.
$h$	= kedalaman aliran.
$b$	= lebar dasar saluran.
$h$	= kedalaman saluran.
$v$	= kecepatan rata-rata.
$i_b$	= fraksi kelas ukuran $i$ dalam material dasar.
$q_b$	= angkutan muatan dasar dalam berat per satuan waktu dan lebar.
$g$	= percepatan gravitasi.
$D_i$	= diameter ukuran butir kelas $i$ .
$\rho$	= density air.
$\rho_s$	= density sedimen.

- $\Phi$  = intensitas angkutan.
- $b$  = lebar dasar aliran sungai.
- $\Sigma(i_b q_b)$  = total besar angkutan sedimen.
- $A$  = Luas penampang basah
- $D$  = kedalaman aliran
- $V$  = kecepatan rata-rata
- $Q$  = Debit aliran
- $A$  = Luas penampang basah
- $U'$  = Kecepatan geser
- $g$  = Gravitasi
- $R$  = Jari-jari hidraulik
- $S$  = Kemiringan dasar saluran/slope
- $Re$  = Bilangan Reynold
- $U'$  = Kecepatan geser
- $d_{50}$  = Diameter ukuran butir sedimen dasar
- $V$  = Kecepatan rata-rata

## Abstrak

Sungai merupakan torehan di permukaan bumi yang merupakan penampung dan penyalur alamiah aliran air, material yang dibawanya dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya bermuara ke laut. Apabila aliran sungai berasal dari daerah gunung api biasanya membawa material vulkanik dan kadang-kadang dapat terendap disembarang tempat sepanjang alur sungai tergantung kecepatan aliran dan kemiringan sungai yang curam (Soewarno, 1991). Permasalahan sedimen merupakan hal yang esensial bagi suatu sungai. Sebagian besar permasalahan sedimen merupakan hasil campurtangan manusia. Banyak teori yang dapat digunakan untuk memperkirakan angkutan sedimen tetapi pemilihan teori atau pendekatan yang tepat untuk angkutan sedimen di sungai masih cukup sulit.

Penelitian ini dilakukann untuk mengetahui berapa besaran angkutan sedimen dasar pada Sungai Progo, gradasi butiran sedimen, besarnya erosi dan sedimentasi pada Sungai Progo dengan pengukuran di lapangan langsung dan secara perhitungan dengan metode empiris. Untuk menentukan besaran angkutan sedimen dasar sungai progo menggunakan alat Helley Smith (WMO, 1980), dan untuk perhitungan menggunakan Persamaan Formula Einstein(1950) dan Yang's (1973). Teknik pengambilan data didasarkan pada jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran langsung dilapangan maupun di laboratorium. Data yang diperoleh dari pengukuran langsung adalah berupa lebar saluran sungai, lebar banjir, tinggi tebing kanan, tinggi tebing kiri, kemiringan sungai. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari internet yang berkaitan dengan penelitian, data sekunder tersebut seperti data elevasi tebing dan muka air sungai yang diperoleh dari Google earth dan Peta RBI.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sedimen yang terangkut pada ruas Jembatan Srandakan memiliki range butiran 0,0012 – 0,85 mm, sedangkan pada ruas Jembatan Bantar range butiran 0.0013-0,85 mm. Dari perhitungan angkutan sedimen metode Einstein pada ruas Jembatan Srandakan di dapatkan hasil 30,12 ton/hari untuk pengukuran 1, dan 23,00 ton/hari untuk pengukuran 2. Untuk ruas jembatan bantar di dapatkan hasil 8,75 ton/hari untuk pengukuran 1 dan 9,82 ton/hari untuk pengukuran 2. Sedangkan hasil perhitungan untuk metode Yang's di dapatkan hasil pada ruas Jembatan Srandakan sebesar 89,610 ton/hari untuk pengukuran 1 dan 87,100 ton untuk pengukuran 2. Untuk ruas Jembatan Bantar di dapatkan hasil 43,79 ton/hari untuk pengukuran 1 dan 66,36 ton/hari untuk pengukuran 2. Dari hasil perbandingan pengukuran sedimen dilapangan langsung dengan metode empiris dapat disimpulkan bahwa metode Einstein yang mendekati hasil pengukuran sedimen dilapangan langsung dengan tingkat kesalahan rerata 7,38%.

**Kata kunci :** Angkutan sedimen, *bed load*, Sungai Progo, Einstein, Yang's,



