

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN DASAR SUNGAI PROGO DENGAN  
METODE EMPIRIS (MEYER-PETER & MULLER, EINSTEIN DAN  
FRIJLINK)**

(Studi kasus pada Sungai Progo Pias Jembatan Bantar – Intake Sapon)



**Disusun Oleh :**

**YOGGI PRADHITYA SRIYONO**

**20130110243**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2017**

## HALAMAN MOTTO

*Pelajarilah ilmu karena mempelajari ilmu adalah sebagian dari taqwa kepada Allah. Menuntutnya sebagian dari ibadah, mendiskusikannya bagaikan bertasbih, mendalaminya sebagai berjihad, mengajarkannya kepada orang lain yang tidak mengetahui merupakan sodakoh dan memberikannya kepada orang yang patut menerimanya merupakan pendekatan kepada Allah.*

*(H.R. Sa'ad bin Mu'adz)*

*Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak.*

*(Aldus Huxley)*

*Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil; kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik.*

*(Evelyn Underhill)*

*Kamu adalah lelaki maka langkahkanlah kakimu sejauh dan mungkin maka kamu akan mendapatkan hasil yang setimpal.*

*(Ayahanda, Eko)*

*Jika orang berpegang pada keyakinan, maka hilanglah keraguan. Tetapi, jika orang sudah mulai ragu maka hilanglah keyakinan.*

*(Ibunda, Sulistyanawati)*

*Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan dan saya percaya pada diri saya sendiri untuk menghadapi tantangan baru.*

*(Yoggi Pradhitya Sriyono)*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Untuk Ibunda dan Ayahanda tercinta, Eko Sriyono dan Sulistyanawati, yang telah membalut anak-anaknya dengan kasih sayang dan memberikan segalanya sejak dalam buaian. Terima kasih atas setiap tetes keringat perjuangan serta do'a yang selalu terpanjatkan.*

*Untuk adikku, Heldiyana Elisia Paramita dan si kecil Adiba Shakila Najma Orlin, yang selalu perhatian dan memberikan dukungan kepada kakaknya*

*Untuk saudara-saudariku satu almamater. Nikensari Supriyanto, Rosyid Shidiq Eka Murti, Stefani Krisna, Chandra Dhini Argatama, Agnes Natalia, Dhanu Tri Kusuma, Malvin Raharjo, Moch. Wachid Yasin, Muh. Galih Radito. Terima kasih atas lingkaran persaudaraan yang tak tergantikan, berbagi senyum dan air mata sebagai bagian dalam cerita perjuangan perjalanan hidup.*

*Untuk saudara-saudariku yang dipertemukan dalam ranah perantauan (Icikiwir OTW) yang tak tersebut satu-persatu. Kelak kita akan bertemu dengan membawa kunci kesuksesan.*

*Untuk teman-teman mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Teknik Sipil angkatan 2013 pada khususnya. Sampai jumpa di puncak kejayaan.*

*Untuk almamater penulis, semoga terus melahirkan sarjana muda mendunia yang selalu unggul dan islami.*

## PRAKATA

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Angkutan Sedimen Dasar Metode Empiris (*Meyer-Peter & Muller, Einstein dan Frijlink*) dapat terselesaikan dengan baik sesuai waktu yang telah ditentukan.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberi bantuan baik materiil dan spirituil. Ucapan terima kasih ditujukan kepada ::

1. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan, masukan dan koreksi,
2. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi banyak bimbingan, masukan dan koreksi,
3. Bapak Burhan Barid, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan koreksi pada saat menguji,
4. Bapak/Ibu Dosen Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis,
5. Seluruh Staff Tata Usaha, Karyawan dan Laboran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
6. Keluargaku tercinta yang telah banyak mendoakan dan membantu keberhasilan studi ini,
7. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2013 yang telah memberikan dorongan dan masukan kepada penyusun.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam laporan ini baik bahasa maupun isinya. Untuk itu penulis mohon saran dan kritikan dari para pembaca yang sifatnya membangun.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua,

Yogyakarta, Juni 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

	halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Motto.....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Prakata.....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Lampiran .....	xii
Lambang dan Singkatan.....	xiii
Instisari.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
A. Sungai.....	6
B. Hidrometri .....	6
C. Sedimen.....	7
D. Hasil Penelitian Terdahulu .....	8
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>12</b>
A. Tinjauan Umum .....	12
B. Hidrometri .....	13
C. Klasifikasi Ukuran Butiran Sedimen .....	18
D. Analisis Ukuran Butiran Sedimen Dan Berat Jenis .....	19
E. Angkutan Sedimen .....	23

F.	Analisis Hitungan Metode Empiris .....	28
BAB IV METODE PENELITIAN .....		42
A.	Studi Literatur .....	42
B.	Bagan Alir .....	43
C.	Lokasi Penelitian .....	44
D.	Data Penelitian .....	47
E.	Alat-Alat Keperluan Penelitian .....	50
F.	Metode Analisis Data .....	65
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		67
A.	Hidrometri Sungai .....	68
B.	Analisis Ukuran Butiran Dan Berat Jenis .....	83
C.	Analisis Angkutan Sedimen .....	92
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		119
A.	Kesimpulan .....	119
B.	Saran .....	120
DAFTAR PUSTAKA .....		121
LAMPIRAN .....		123

## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Lokasi penelitian .....	10
Tabel 3.1 Klasifikasi ukuran butiran menurut (AGU) .....	18
Tabel 3.2 Contoh isian pengujian analisa saringan .....	20
Tabel 3.3 Klasifikasi berat jenis tanah .....	23
Tabel 3.4 Nilai viskositas atau kekentalan air .....	32
Tabel 5.1 Data koordinat pias Jembatan Bantar .....	68
Tabel 5.2 Data koordinat pias Intake Sapon .....	70
Tabel 5.3 Data cross section A-A pias Jembatan Bantar .....	74
Tabel 5.4 Data cross section B-B pias Intake Sapon .....	76
Tabel 5.5 Data olahan tiap pias .....	77
Tabel 5.6 Data pengukuran kecepatan aliran pias Jembatan Bantar .....	80
Tabel 5.7 Hasil kecepatan aliran pias Jembatan Bantar .....	81
Tabel 5.8 Data pengukuran kecepatan aliran pias Intake Sapon .....	82
Tabel 5.9 Hasil kecepatan aliran pias Intake Sapon .....	82
Tabel 5.10 Data berat tertahan sampel sedimen pias Jembatan Bantar .....	84
Tabel 5.11 Analisis ukuran butiran sampel pias Jembatan Bantar .....	85
Tabel 5.12 Data berat tertahan sampel sedimen pias Jembatan Bantar .....	87
Tabel 5.13 Analisis ukuran butiran sampel pias Intake Sapon .....	88
Tabel 5.14 Kalibrasi berat jenis tanah sampel pias Jembatan Bantar .....	90
Tabel 5.15 Perhitungan berat jenis tanah sampel pias Jembatan Bantar .....	91
Tabel 5.16 Kalibrasi berat jenis tanah sampel pias Intake Sapon .....	91
Tabel 5.17 Perhitungan berat jenis tanah sampel pias Intake Sapon .....	91
Tabel 5.18 Data lapangan .....	92
Tabel 5.19 Hasil perhitungan metode empiris .....	117

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 3.1 Potongan melintang saluran .....	14
Gambar 3.2 Pengukuran lebar saluran .....	15
Gambar 3.3 Metode pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung .....	17
Gambar 3.4 Contoh grafik pembagian butir .....	22
Gambar 3.5 Transport sedimen dalam aliran sungai .....	26
Gambar 3.6 Alat ukur angkutan sedimen Helley Smith .....	28
Gambar 3.7 Faktor koreksi dalam persamaan distribusi kecepatan logaritmik ..	34
Gambar 3.8 Grafik menentukan $v/u''$ .....	35
Gambar 3.9 Grafik Hiding Factor .....	37
Gambar 3.10 Grafik nilai koreksi gaya angkat .....	37
Gambar 3.11 Grafik Einstein .....	38
Gambar 3.12 Grafik Ripple Factor .....	40
Gambar 3.13 Grafik angkutan sedimen Frijlink .....	41
Gambar 4.1 Bagan alir penelitian.....	44
Gambar 4.2 Lokasi penelitian Sungai Progo Bawah .....	45
Gambar 4.3 Lokasi penelitian Jembatan Bantar .....	46
Gambar 4.4 Lokasi penelitian Intake Sapon .....	46
Gambar 4.5 Pengambilan titik koordinat .....	48
Gambar 4.6 Pengambilan sampel sedimen .....	48
Gambar 4.7 Pengukuran elevasi dasar sungai menggunakan Echo Sounding ...	49
Gambar 4.8 Pengukuran kecepatan aliran sungai .....	49
Gambar 4.9 Rafting Boat .....	50
Gambar 4.10 a. Monitor, b. Sounder, c. Gps Garmin .....	50
Gambar 4.11 Pengaktifkan GPSmap 178C Sounder .....	51
Gambar 4.12 Acquiring Stellites .....	51
Gambar 4.13 Tampilan Setting Menu .....	52
Gambar 4.14 Tampilan Menu Trip .....	52
Gambar 4.15 Tampilan Menu Celes .....	53



Gambar 4.16 Tampilan Menu Point .....	53
Gambar 4.17 Tampilan Menu Route .....	54
Gambar 4.18 Pengaturan Track .....	54
Gambar 4.19 Tampilan Menu Card .....	55
Gambar 4.20 Tampilan Menu Hiway .....	55
Gambar 4.21 Tampilan Menu Temp .....	56
Gambar 4.22 Tampilan Menu Sonar .....	56
Gambar 4.23 Tampilan Menu Setup → Units .....	57
Gambar 4.24 Stopwatch .....	57
Gambar 4.25 Cetok .....	58
Gambar 4.26 Bola Plastik .....	58
Gambar 4.27 Plastik sampel .....	59
Gambar 4.28 Meteran .....	59
Gambar 4.29 Tali rapia .....	60
Gambar 4.30 Pilok .....	60
Gambar 4.31 Sarigan .....	61
Gambar 4.32 Timbangan ketelitian 0.05 gr .....	62
Gambar 4.33 Timbangan ketelitian 0.01 gr .....	62
Gambar 4.34 Shave Shake Machine .....	63
Gambar 4.35 Oven .....	63
Gambar 4.34 Piknometer .....	64
Gambar 4.35 Termometer .....	64
Gambar 5.1 Pias Jembatan Bantar – Intake Sapon .....	67
Gambar 5.2 Cross section A-A pias Jembatan Bantar .....	73
Gambar 5.3 Batimetri cross section A-A pias Jembatan Bantar .....	73
Gambar 5.4 Cross section B-B pias Intake Sapon .....	75
Gambar 5.5 Batimetri cross section B-B pias Intake Sapon .....	75
Gambar 5.6 Trace sungai menggunakan ArcGIS versi 10.1.....	78
Gambar 5.7 Elevasi pias Jembatan Bantar .....	78
Gambar 5.8 Elevasi pias Intake Sapon .....	79
Gambar 5.9 Penampang melintang pias Jembatan Bantar .....	80

Gambar 5.10	Penampang melintang pias Intake Sapon .....	81
Gambar 5.11	Grafik distribusi ukuran sedimen Pias Bantar .....	86
Gambar 5.12	Grafik distribusi ukuran sedimen Pias Sapon .....	89
Gambar 5.13	Diagram batang angkutan sedimen .....	118

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1.a Data pengukuran cross section di pias Jembatan Bantar .....	124
Lampiran 1.b Data pengukuran cross section di pias Intake Sapon .....	131
Lampiran 2.a Analisa ukuran butiran pias Jembatan Bantar .....	142
Lampiran 2.b Analisa ukuran butiran pias Intake Sapon .....	145
Lampiran 3.a Kalibrasi piknometer .....	148
Lampiran 3.b Berat jenis .....	148
Lampiran 4 Hasil analisis .....	149
Lampiran 5 Cross section .....	150

## LAMBANG DAN SINGKATAN

$v$	: Kecepatan Aliran (m/det)
$l$	: Jarak (m)
$t$	: Waktu (detik)
$Q$	: Debit ( $m^3/det$ )
$A$	: Luas Penampang ( $m^2$ )
$C$	: Faktor Koreksi
$h$	: Kedalaman aliran (m)
$b$	: Lebar dasar aliran (m)
$m$	: Kemiringan tebing
$V_p$	: Volume Piknometer (ml)
$W_1$	: Berat piknometer kosong (gram)
$W_2$	: Berat piknometer + sampel kering (gram)
$W_3$	: Berat piknometer + sampel kering + aquades (gram)
$W_4$	: Berat piknometer + aquades jenuh (gram)
$T$	: Temperature ( $^{\circ}C$ )
$G_s$	: Berat jenis butir sedimen ( $gram/m^3$ )
<i>ASTM : American Society for Testing and Materials</i>	
$\rho_s$	: Berat Jenis Seragam
$T_b$	: Berat bedload di udara tiap satuan lebar per satuan waktu ( $\frac{kg.f}{m.det}$ )
$I$	: Kemiringan garis energy
$K_s$	: Koefisien kekasaran
$K's$	: Kekasaran akibat butiran
$\gamma_w$	: Berat jenis air
$\gamma_s$	: Berat jenis sedimen
$D_m$	: Diameter median $\approx d_{50} - d_{60}$

$g$	: Gravitasi (kg/det)
$\mu$	: Ripple Factor
$u'$	: Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran
$u''$	: Kecepatan gesek akibat konfigurasi dasar sungai
$u$	: Viskositas atau kekentalan air
$R_b$	: Jari- jari hidrolis total
$R_b'$	: Jari-jari hidrolis akibat kekasaran butiran
$R_b''$	: Jari-jari hidrolis akibat konfigurasi dasar sungai
$S$	: Kemiringan dasar sungai atau slope
$\delta'$	: Tebal lapis sub – viskositas
$x$	: Faktor koreksi pengaruh viskositas
$\Psi'$	: Intensitas aliran
$x$	: Nilai karakteristik ukuran butiran tidak seragam persamaan Einstein
$\xi$	: Hiding factor
$Y$	: Nilai koreksi gaya angkat
$i_b$	: Fraksi kelas ukuran I dalam material dasar (m)
$q_b$	: Angkutan sedimen dasar dalam berat perastuan waktu dan lebar (%)
$\Phi$	: Intensitas angkutan sedimen dasar
$d_i$	: Diameter ukuran butir I (m)
$C$	: Koefisien <i>Chezy</i> total ( kekasaran butiran + konfigurasi dasar sungai )
$C_{d90}$	: Koefisien <i>Chezy</i> akibat kekasaran butiran dengan diameter
$C$	: Nilai koefisien <i>Chezy</i> total
$R$	: Radius hidraulik
$K$	: Koefisien kekasaran