

NASKAH SEMINAR

STUDI ANGKUTAN SEDIMEN DASAR (*BED LOAD*) PADA ALIRAN SUNGAI PROGO HILIR MENGGUNAKAN ALAT *HELLEY SMITH*

(*WMO, 1980*)

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

M Aditya Peima K¹

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Ring Road Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta

Email: Muhammad.aditya.2012@ft.umy.ac.id

Abstrak

Sungai Progo adalah sungai yang mengalir di Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta. Sungai ini bersumber dari lereng Gunung Sumbing. Sungai Progo merupakan salah satu sungai yang mempunyai pasokan sedimen berupa pasir yang melimpah, Sedimen dapat menimbulkan keuntungan dan kerugian. Sedimen berupa pasir dapat digunakan untuk bahan material pembangunan. Jika pasokan sedimennya tidak seimbang maka akan menimbulkan bencana degradasi dan agradasi sunga yang dapat menngerus jembatan dan tebing-tebing di sepanjang bantaran sungai khususnya Sungai Progo.

Dalam analisis angkutan sedimen ini menggunakan metode pengujian lapangan langsung dengan alat Helley Smith (WMO,1980). Penelitian ini meninjau dua titik tinjau yaitu, Sungai Progo pada Jembatan Bantar dan di Jembatan Srandakan pada bulan Maret dan April (Musim Penghujan). Metode pengujiannya di laksanakan pada hulu jembatan, lama pengujian yaitu 60 menit untuk setiap penampang sungai dilakukan dua kali pengambilan data, yaitu 1/3 dn 2/3 dari lebar sungai

Dalam analisis angkutan sedimen ini didapatkan nilai diameter butiran di Jembatan Bantar $D_{10}= 0,00363$ mm; $D_{35}= 0,0850$ mm; $D_{50}= 0,175$ mm; $D_{65}= 0,15$ mm; $D_{90}= 0,221$ mm, Untuk titik tinjau di Srandakan $D_{10}= 0,00363$ mm; $D_{35}= 0,08$ mm; $D_{50}= 0,115$ mm; $D_{65}= 0,125$ mm; $D_{90}= 0,25$ mm. Jenis tanah untuk kedua titik tinjau adalah Sedy Silt, dengan nilai 2,69 gram/m³ dan 2,7gram/m³ . Nilai angkutan sedimen yaitu Jembatan Bantar dengan debit 80,41 m³/detik 7,28 ton/hari dan dengan debit 108,62 m³/detik 10,24 ton/hari, Sedangkan pada Jembatan Srandakan dengan debit 224,73 m³/detik 29,12 ton/hari dan dengan debit 218,11 m³/detik 23,41 ton/hari. Hubungan antara debit dengan kandungan sedimen dasar untuk titik tinjau Bantar atau Srandakan saling berkaitan secara linier atau eksponensial nilainya adalah 1,00. Apabila nilai Debit naik maka nilai angkutan sedimenpun naik. Nilai ini disebut korelasi positif

Kata kunci : Angkutan sedimen, *bed load*, Sungai Progo, *Helley Smith (WMO, 1980)*

¹20120110016 Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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).

Sungai Progo adalah sebuah sungai yang mengalir di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai ini bersumber dari lereng Gunung Sumbing yang melintas kearah tenggara dan bermuara di Samudra Hindia, atau di Pantai Trisik Kabupaten Bantul. Panjang sungai utama \pm 138 km dan luas DAS 2830 km² (Tini, Mananoma dkk, 2003).

B. Rumusan Masalah

Mitigasi bencana sedimen telah diperkenalkan dalam 30 tahun terakhir untuk memberikan tingkat keselamatan yang tinggi bagi warga setempat. Meski demikian, masalah seperti perubahan fungsi tebing sungai telah terjadi, sehingga mengakibatkan dampak negatif terhadap ekologi. Sebagai aspek positif, sedimen terendap digunakan sebagai sumber daya alam oleh penduduk lokal. Namun, pertambangan sedimen juga bisa memiliki dampak negatif terhadap ekosistem dan mengurangi keselamatan upaya regulasi sungai. (Ikhsan, J; dkk, 2010)

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran butiran sedimen yang terbawa arus Sungai Progo dan mengetahui berapa besar angkutan sedimen dasar, serta agar dapat mengetahui prediksi angkutan sedimen dengan debit tertentu.

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai referensi untuk mengetahui besarnya angkutan sedimen sungai akibat pasokan sedimen dari hulu atau ketika terjadi erupsi lahar dingin dari tahun ke tahun.
2. Dapat digunakan untuk memprediksi kapan harus dilakukan normalisasi sungai atau

perlindungan infrastruktur sungai agar dampak negatif degradasi dan agradasi dapat di cegah.

3. Dapat memberikan informasi tentang distribusi butiran agregat sedimen dasar sungai, nilai porositas angkutan sedimen dasar.

E. Batasan Masalah

1. Penelitian ini tidak mengkaji flora dan fauna dalam analisa angkutan sedimen dasar sungai
2. Penelitian ini tidak mengkaji mengenai aspek sosial ekonomi masyarakat yang terkena dampak negatif sedimentasi misalnya bencana banjir, lonsor, atau runtuhnya jembatan.
3. Analisis perhitungan pada penelitian ini hanya berdasarkan pengambilan data primer di Sungai Progo pada Jembatan Bantar dan Jembatan Srandakan pada bulan Maret dan April (musim penghujan).
4. Sedimentasi dasar diambil bagian permukaan dasar sungai saja.
5. Pengambilan sampel diambil 2 (dua) titik tinjau dari atas Jembatan Bantar dan Jembatan Srandakan.
6. Penelitian ini memerlukan data lebar aliran, lebar penampang melintang sungai, kedalaman aliran, kecepatan aliran, tinggi tebing kanan, tinggi tebing kiri, dan kemiringan sungai.
7. Uji grainsize memakai SNI 03-1968-1990. Dengan memakai ukuran ayakan terbesar 4,75 mm dan yang terkecil 0,075 mm.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Sungai

Sungai merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Air dalam sungai umumnya terkumpul dari presipitasi, seperti hujan, embun, mata air, limpasan bawah tanah, dan di beberapa Negara tertentu air sungai juga berasal dari lelehan es / salju. Selain air, sungai juga mengalirkan sedimen dan polutan. Sungai adalah jalan air alami yang mengalir menuju samudra, laut, danau, atau ke sungai yang lain.

B. Pengertian Hidrometri

Hidrometri adalah cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air, atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi (Sri Harto, 1993). Dalam pengertian sehari-hari, kegiatan hidrometri pada sungai diartikan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muka air maupun debit sungai serta sedimentasi atau unsur aliran lain. Beberapa macam pengukuran yang dilakukan dalam kegiatan hidrometri adalah kecepatan aliran, pengukuran tinggi muka air, lebar aliran permukaan, Pengukuran debit.

C. Pengertian Sedimen

Sedimen merupakan material hasil erosi yang dibawa oleh aliran sungai dari daerah hulu kemudian mengendap di daerah hilir. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan, dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Proses tersebut berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energy kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran air, sebagian akan tertinggal diatas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen. Menurut Soewarno (1991), muatan sedimen terbagi menjadi dua, yaitu sedimen melayang dan sedimen dasar.

D. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian oleh Uut Aris Capysa, (2013) dengan judul Pengaruh Erupsi Gunung Merapi 2010 Terhadap Morphologi, Angkutan Sedimen dan Porositas Di Sungai Progo Hilir dengan hasil sebagai berikut:
 - a. Tipe morfologi, pada lokasi penelitian diketahui sebagai berikut :

Titik 1 pada lokasi Jembatan Kebon Agung 2 bertipe C_{5b} dan rata-rata diameter material dasar permukaan adalah 1,8 mm.
Titik 2 pada lokasi Jembatan Kebon Agung 1 bertipe B_5 dan rata-rata diameter material dasar permukaan adalah 0.5 mm.
Titik 3 pada lokasi Jembatan Bantar bertipe F_{5b} dan rata-rata diameter material dasar permukaan adalah 1,7 mm.
 - b. Dari analisis ukuran butir kemudian dapat diketahui besaran nilai porositas

material dasar Sungai Progo sebagai berikut:

Titik 1 pada lokasi Jembatan Kebon Agung 2 besaran nilai porositas adalah 0,2776 atau 27,76 %. Titik 2 pada lokasi Jembatan Kebon Agung 1 besaran nilai porositas adalah 0.1561 atau 15,61%. Titik 3 pada lokasi Jembatan Bantar besaran nilai porositas adalah 0,280 atau 28%.

- c. Dari hasil analisis kapasitas transportasi sedimen atau angkutan sedimen dasar (*bed load*) sungai diketahui sebagai berikut:

Pada Titik 1 lokasi Jembatan Kebon Agung 2 kapasitas angkutan sedimen sebesar 1,217 ton/hari. Pada Titik 2 pada lokasi Jembatan Kebon Agung 1 kapasitas angkutan sedimen sebesar 0,608 ton/hari, Pada Titik 3 lokasi Jembatan Bantar kapasitas angkutan sedimen sungai sebesar 1,799 ton/hari. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terjadi pengendapan di sepanjang sungai dari Jembatan Kebon Agung 2 menuju Jembatan Kebon Agung 1, sebesar 0,68 ton/hari dan terjadi erosi di sepanjang sungai dari Jembatan Kebon Agung 1 menuju Jembatan Bantar sebesar 1,79 ton/hari.

2. Harsanto, Puji, dkk, (2015), melakukan penelitian berjudul. "Karakteristik Bencana Sedimen Pada Sungai Vulkanik". Penelitian ini menggunakan data primer yaitu:
 - a. Data sampel sedimen yang diambil di sekitar Jembatan Kebon Agung II untuk analisa gradasi butiran sedimen pada material dasar di Sungai Progo.
 - b. Data pengukuran volume endapan sedimen di sekitar Jembatan Kebon Agung II untuk kalibrasi konsentrasi permodelan sedimen setelah letusan Gunung Merapi pada tahun 2010.
 - c. Data pengukuran kedalaman dan kecepatan aliran air pada Sungai Progo di sekitar Jembatan Kebon Agung II. Data pengukuran ini digunakan untuk melakukan kalibrasi koefisien kekasaran Manning pada permodelan Sungai Progo menggunakan HEC-RAS 4.1.0. Hasil penelitiannya yaitu:
 - 1) Aliran debris pada pias sungai dengan kemiringan terjal, sebesar 0.007, mengakibatkan perbedaan yang

signifikan untuk parameter hidrolika, khususnya elevasi muka, kecepatan aliran dan tegangan geser antara simulasi *unsteady flow* dengan simulasi *sediment transport* yang memperhatikan pergerakan sedimen. Pada pias dengan kemiringan terjal terjadi aggradasi dan degradasi. Sedangkan untuk pias sungai dengan kemiringan landai, sebesar 0.0018, perbedaan parameter hidrolika yang terjadi antara kedua simulasi bernilai lebih kecil atau mendekati nol. Pada pias dengan kemiringan landai terjadi aggradasi pada dasar sungai.

- 2) Terjadi perubahan morfologi secara signifikan pada aliran Sungai Progo pada bagian yang disimulasikan, yaitu daerah tengah hingga hilir Sungai Progo. Perubahan morfologi diakibatkan terjadinya degradasi dan aggradasi pada area-area tertentu. Erosi/degradasi terjadi ketika tegangan geser aliran lebih besar dari tegangan geser kritis pada dasar dan tebing sungai. Pengendapan/aggradasi terjadi ketika tegangan geser aliran bernilai lebih kecil dari tegangan geser kritis, sehingga butir sedimen yang terbawa aliran tidak dapat lagi digerakkan oleh kecepatan aliran. Daerah yang rawan mengalami degradasi dan aggradasi pada Sungai Progo hilir
3. Tiny, Mananoma, dkk. 2003. Dalam penelitiannya yang berjudul, "Fenomena Alamiah Erosi Dan Sedimentasi Sungai Progo Hilir". Dengan menggunakan penelitian langsung dilapangan, dengan titik pantau di sungai progo hilir mendapatkan hasil bahwa hasil transport sedimen rerata dan maksimum tidak jauh berbeda. Belum tercapai kondisi seimbang antara proses erosi dan sedimentasi, sehingga pada beberapa lokasi terjadi aggradasi dan degradasi dasar sungai yang cukup signifikan.

III. LANDASAN TEORI

Hidrometri adalah cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air, atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi (Harto,1993). Dalam pengertian sehari-hari, kegiatan hidrometri pada sungai diartikan sebagai kegiatan mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muaka air maupun debit sungai serta

sedimentasi atau unsur aliran lainnya. Beberapa macam pengukuran yang dilakukan dalam kegiatan hidrometri adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan Aliran
Kecepatan aliran (v) dapat dihitung dengan:

$$v = \frac{L}{t} \text{ (m/d)} \quad (1)$$

v = Kecepatan

L = jarak

t = waktu

2. Pengukuran Tinggi Muka Air.

Pengukuran tinggi muka air dapat dilakuka denga bermacam-macam alat tergantung dari kondisi aliran sungai yang akan diukur, salah satunya tonglat/papan duga yang sisinya terdapat rambu ukur.

3. Pengukuran Lebar Aliran.

Pengukuran lebar aliran juga digunakan untuk mengetahui lebar dasar saluran yang nantinya digunakan untuk mendapatkan luas penampang. Pengukuran lebar aliran dilaksanakan menggunakan alat ukur lebar. Pengukuran lebar aliran menggunakan meteran.

4. Pengukuran Debit Aliran.

Pada dasarnya perhitungan debit adalah pengukuran luas penampang, kecepatan aliran, dan tinggi muka air. Rumus yang digunakan adalah:

$$Q = A.v \quad (2)$$

Q = debit (m^3/d)

A = luas penampang (m^2)

v = kecepatan aliran rata-rata (m/d)

5. Perhitungan Berat Jenis Sedimen.

$$Vp = \frac{(W_{pw,c} - W_p)}{\rho_{w,c}} \quad (3)$$

Vp = Volum piknometer (ml)

$W_{pw,c}$ = Berat piknometer dan air pada temperatur terkalibrasi

W_p = Berat piknometer kosong (gr)

Pwc = Berat volum air pada temperatur terkalibrasi

6. Perhitungan Distribusi Ukuran Butiran.

$$\% \text{ lolos} = \frac{W_i}{W} \times 100\% \quad (4)$$

W_i = berat tertahan

W = berat total tertahan

7. Perhitungan Angkutan Sedimen Sedimen Lapangan .Menggunakan *Helley Smith*

$$qb = \frac{100 W}{ebt} \quad (5)$$

e = Efisiensi alat ukur muatan sedimen dasar (%)

K_a = Kuantitas sedimen yang di tangkap oleh alat ukur muatan sedimen dasar.

8. Analisis Korelasi dan Regresi.

$$r = \frac{\sum(x - \bar{X})(y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{X})^2 \sum(y - \bar{Y})^2}} \quad (6)$$

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}} \quad (7)$$

Nilai r selalu terletak antara -1 dan +1 ($-1 < r < +1$)

Keterangan :

$r = +1$, ini berarti ada korelasi positif sempurna antara X dan Y.

$r = -1$, ini berarti ada korelasi negative sempurna antara X dan Y.

$r = 0$, ini berarti tidak ada korelasi antara X dan Y.

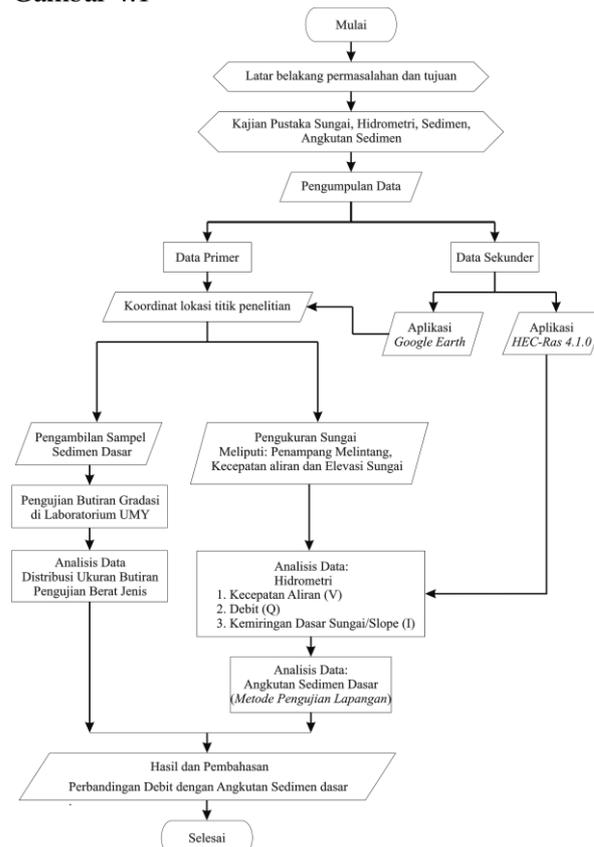
IV. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukkann 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).

1. Bagan Alir

Bagan alir penelitian ini disajikan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya.

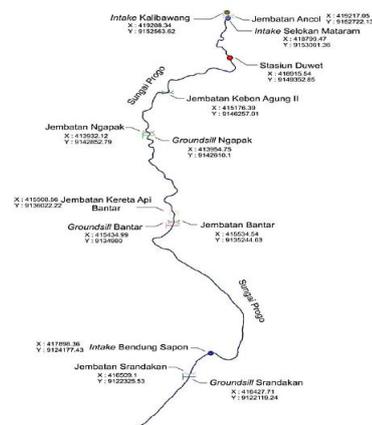
Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

2. Lokasi Penelitian

Lokasi untuk melakukan penelitian pengujian angkutan sedimen dasar (*bed load*) Sungai Progo hilir, yaitu di Desa Bantar dan Desa Srandakan. Data yang diambil yaitu, angkutan sedimen setiap 1 jam, kecepatan aliran, kedalaman sungai, kemiringan tebing, lebar penampang melintang sungai.



Sumber: Harsanto, P, dkk (2015)
Gambar 4.2 Aliran Sungai Progo, Jembatan Ancol Sampai Jembatan Srandakan



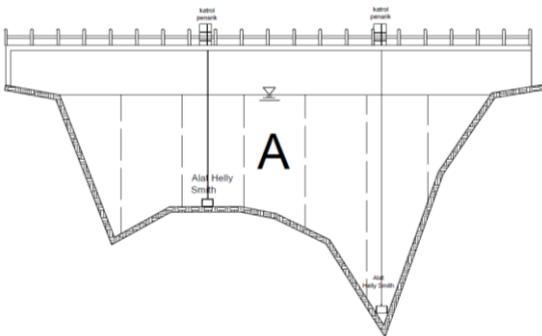
(a) (b)
 Gambar 4.3 (a) Desa Bantar, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, DIY (b) Desa Brosot, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Kulon Progo, DIY

3. Metode Pengambilan Sampel Sedimen

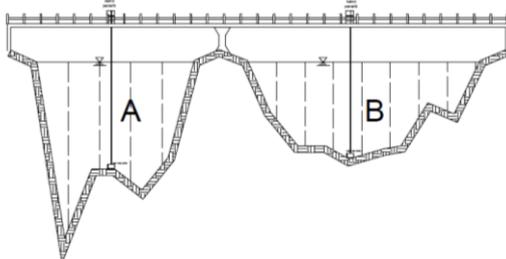
Metode pengukuran muatan sedimen dan peralatannya masih dalam taraf berkembang, tidak ada satu metode atau peralatan yang cocok untuk semua kondisi lapangan. Untuk penelitian ini pengambilan data angkutan sedimen dilakukan pada musim penghujan antara bulan Maret dan April 2016. Teknik pengambilan data dari atas jembatan dengan menggunakan katrol. Langkahnya yaitu:

Tabel 4.2 Analisis Data Distribusi Butiran Sedimen

- Turunkan alat ukur sampai dasar sungai, pintu alat di buka.
- Catat waktu pengukuran misal 60 menit.
- Pada akhir waktu pintu ditutup, dan alat ukur di naikan.
- Lakukan pengukuran volume muatan sedimen dasar yang tertampung per satuan waktu pengukuran.



Gambar 4.4 Integrasi Pengambilan Sampel Sedimen Dasar Jembatan Bantar



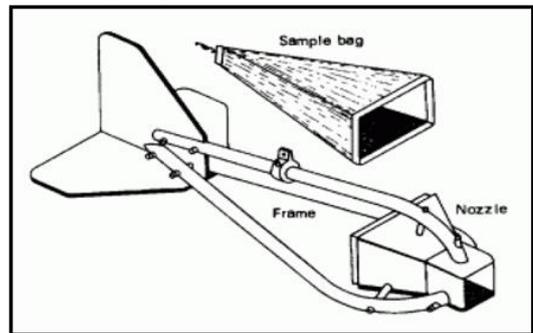
Gambar 4.5 Integrasi Pengambilan Sampel Sedimen Dasar Jembatan Srandakan

4. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengambilan langsung (primer) yaitu dari pengambilan data langsung dilapangan dan dari hasil laboratorium. Pengambilan data langsung dilakukan di sungai progo persegmen, data-data yang didapat yaitu pengukuran tampang melintang dan tampang memanjang Sungai Progo berupa lebar saluran sungai, lebar banjir, lebar aliran, kedalaman aliran, kecepatan aliran, tinggi tebing kanan, tinggi tebing kiri, kemiringan sungai. Data yang diamati sebagai berikut:

- Tampang memanjang berupa koordinat lokasi, elevasi tanah dari muka air laut, slope saluran sungai.
- Tampang melintang berupa lebar aliran, lebar saluran, lebar bantaran, lebar banjir.
- Kecepatan aliran..
- Pengambilan sampel sedimen untuk uji analisis ukuran butiran (*grain size*) di laboratorium.

5. Alat yang Digunakan



Gambar 4.6 Alat Ukur Sedimen Dasar Jenis (HELLEY SMITH (WMO, 1989)

Dimensi Alat:

- Panjang = 100 cm
- Lebar = 60 cm
- Luas pintu sedimen = 20 cm x 10 cm
- Banyak tampungan = ± 10 kg
- Berat alat kosong = ± 25 kg
- Panjang tali kawat = 2500 cm

6. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dihitung secara manual dengan Ms.Excel 2013. Pengujian material dasar sungai dilakukan berdasarkan SK SNI : 03-1968-1990, analisis gradasi ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir sampel sedimen yang didapat dengan menggunakan saringan/ayakan standar ASTM. Cara menghitung luas area menggunakan AutoCAD 2014.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Hidrometri

Hasil perhitungan debit Sungai Progo pada titik Bantar dan Srandakan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.1 Perhitungan Debit Sungai Progo Titik Bantar dan Srandakan

Tinjauan	Tanggal	Pias	Debit m ³ /detik
Bantar	23 Maret	A	80,41
Bantar	30 Maret	A	108,62
Srandakan	19 Maret	A	119,75
		B	104,98
		Total	224,73
Srandakan	3 April	A	117,85
		B	100,26
		Total	218,11

2. Hasil pengujian berat Jenis sedimen

Tabel 5.2 Hasil Pembahasan Berat Jenis Sedimen

Uraian	Satuan	Bantar	Srandakan
berat piknometer kosong (wp)	G	27.94	31.18
berat piknometer + tanah kering (w ps)	G	37.97	41.94
berat piknometer + tanah kering + air (wpws, t)	G	85.18	88.51
berat piknometer + air (W pw,t)	G	78.86	81.74
temperatur (T)	°C	28.60	28.60
berat jenis , Gs,t	Gr/m ³	2.70	2.70
berat jenis pada T = 20° C, Gs		2.70	2.69
rata-rata berat jenis		2.69	

Hasil analisis perhitungsn berat jenis sedimen menunjukkan bahwa, sedimen yang terangkut pada ruas Jembatan Srandakan dan Bantar berupa pasir mengandung lanau.

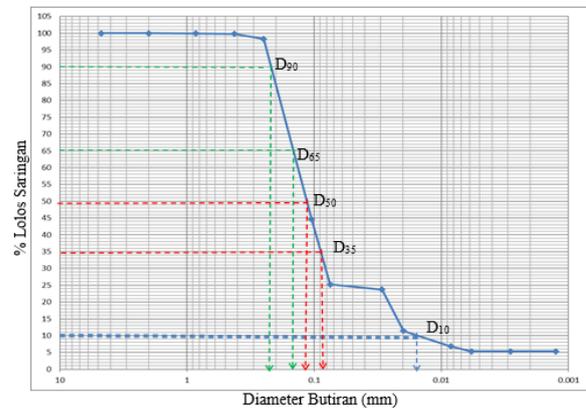
3. Hasil Pengujian Gradasi Ukuran Butiran Sedimen.

a. Pengujian sampel sedimen di Bantar

Tabel 5.3 Hasil Analisis Dieameter Butiran

No Saringan ASTM	Ukuran utir (mm)	Berat tertahan saringan (g)	Persen lolos saringan (%)
#4	4,47	0	100
10	2	0	100
20	0,85	0,06	99,95
40	0,425	0,18	99,79
60	0,25	1,7	98,32
140	0,105	61,83	44,62
200	0,075	22,34	25,23
Pan	<0,075	3,29	22,37
Total	89,4		

Setelah dilakukan pengujian mennggunakan ayakan ASTM, kemudia hasilnya di masukkan dalam grafik untuk mendapatkan nilai diameter (Dx)



Gambar 5.1 Grafik Distribusi Butiran

Untuk nilai dari diameter butiran halus pengujian di titik tinjau Jembatan Srandakan adalah :

$$\begin{aligned} D_{10} &= 0,00363 \text{ mm} \\ D_{35} &= 0,08500 \text{ mm} \\ D_{50} &= 0,17500 \text{ mm} \\ D_{65} &= 0,15000 \text{ mm} \\ D_{90} &= 0,22100 \text{ mm} \end{aligned}$$

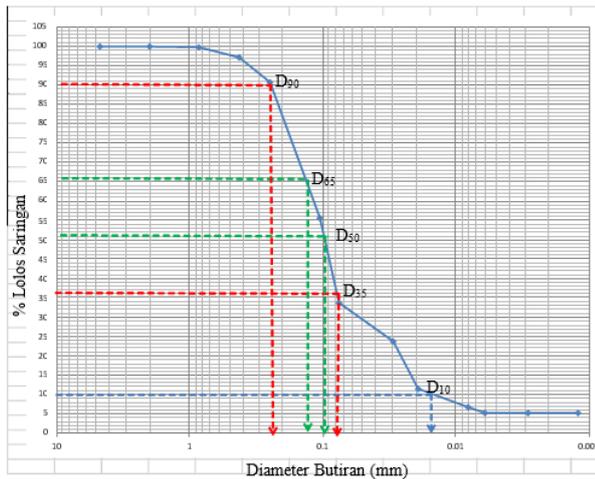
b. Hasil Analisis Pengujian

Tabel 5.4 Hasil Analisis Dieameter Butiran

No. saringan ASTM	Ukuran butir (mm)	Berat tertahan saringan (%)	Persen lolos saringan (%)
#4	0	0	100
10	0	0	100
20	0,24	0,21	99,79
40	3,13	2,72	97,07

60	7,38	6,41	90,66
140	40,33	35,03	55,63
200	25,27	21,95	33,68
Pan	1,02	0,89	32,80
Total	77,37		

Setelah dilakukan pengujian menggunakan ayakan ASTM, kemudia hasilnya di masukkan dalam grafik untuk mendapatkan nilai diameter (Dx)



Gambar 5.2 Grafik Distribusi Butiran

Untuk nilai dari diameter butiran halus pengujian di titik tinjau Jembatan Bantar adalah :

- D₁₀ = 0,00363 mm
- D₃₅ = 0,08000 mm
- D₅₀ = 0,11500 mm
- D₆₅ = 0,12500 mm
- D₉₀ = 0,25000 mm

Tabel 5.6 Perhitungan Bantuan Analisis Korelasi Sederhana (Bantar)

Bantar Penampang Penuh					
No	Debit m ³ /s (X)	Sedimen Dasar kg/jam (Y)	X.Y	X ²	Y ²
1	80,37	7,28	585,07	6458,85	53,00
2	108,62	10.24	1112,31	11799,17	104,86
Σ	188,99	17.52	3311,12	35717,60	306,95
Rerata	94,50	8.76	1669,50	17991,88	154,94

Sumber: Analisis Hitungan Tugas Akhir 2016

Di dapat: $\sum X.Y = 3311,12$; $\sum X = 188,99$; $\sum Y = 17,52$; $\bar{X} = 94,50$; $\bar{Y} = 8,76$; $\sum X^2 = 35717,60$; $\sum Y^2 = 154,94$ Sehingga:

4. Hasil Analisis Angkutan Sediemn.

Penelitian angkutan sedimen dasar ini merupakan penelitian langsung di lapangan, pengambilan sampelnya menggunakan alat *helly smith*. Penelitian ini meninjau dua titik yaitu Jembatan Bantar dan Jembatan Srandakan.

Tabel 5.5 Hasil Angkutan Sedimen Untuk Penampang Penuh dan 1/8 h

	TINJAU	Tampungn Alat (kg/jam)	Angkutan Sedimen (ton/hari)
PENUH	BANTAR 1	0,08	7,28
	BANTAR 2	0,10	10,24
	SRANDAKAN 1	0,24	29,12
	SRANDAKAN 2	0,17	23,41
1/8 h	BANTAR 1	0,08	1,07
	BANTAR 2	0,10	1,27
	SRANDAKAN 1	0,24	3,64
	SRANDAKAN 2	0,17	3,19

Hasil yang dipakai adalah penampang penuh karena dalam perhitungan metode empiris yang mendekati adalah dengan penampang penuh .

e. Hasil korelasi sederhana debit dengan angkutan sedimen.

1. Perhitungan Titik Tinjau Bantar Analisis hubungan antara debit air dan angkutan sedimen.

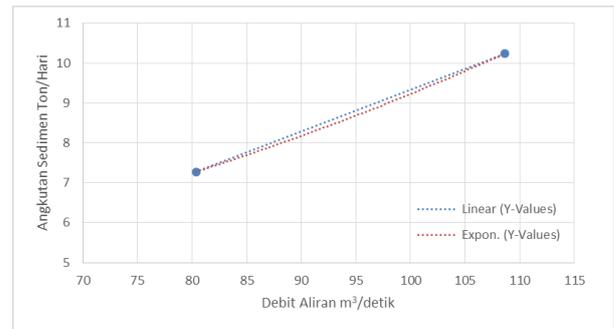
$$r = \frac{3311,12 - \frac{188,99 \cdot 17,52}{2}}{\sqrt{\left(35717,60 - \frac{(188,99)^2}{2}\right)\left(306,95 - \frac{(17,52)^2}{2}\right)}}$$

$$r = \frac{1655,57}{\sqrt{2740904,91}}$$

$$= 1,00$$

Nilai $r = 1,00$, menunjukkan eratnya hubungan antara debit aliran dengan angkutan sedimen dasar.

Kesimpulannya besar debit aliran dan angkutan sedimen dasar saling berkaitan secara linier atau eksponensial. Apabila nilai Debit naik maka nilai angkutan sedimen naik. Sebaiknya data minimal tiga data agar dapat diketahui nilai hipotesanya



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Angkutan Sedimen Dasar

2. Perhitungan Titik Tinjau Srandakan Analisis hubungan antara debit air dan angkutan sedimen.

Tabel 5.8 Perhitungan Bantuan Analisis Korelasi Sederhana (Srandakan)

Bantar Penampang Penuh					
No	Debit m ³ /s (X)	Sedimen Dasar kg/jam (Y)	X.Y	X ²	Y ²
1	224,73	29,12	6544,14	50503,57	847,97
2	218,11	23,41	5105,96	47571,97	548,03
Σ	442,84	52,53	23262,39	196107,27	2759,40
Rerata	221,42	26,27	11637,49	98060,94	1385,13

Sumber: Analisis Hitungan Tugas Akhir 2016

Di dapat: $\sum X.Y = 23262,39$; $\sum X = 442,84$; $\sum Y = 52,53$; $\bar{X} = 221,42$; $\bar{Y} = 26,27$ $\sum X^2 = 196107,27$; $\sum Y^2 = 2759,40$

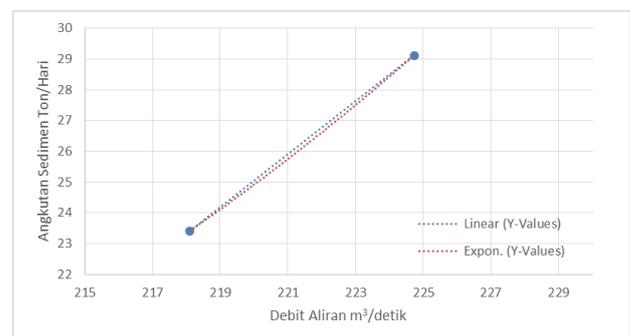
$$r = \frac{23262,39 - \frac{442,84 \cdot 52,53}{2}}{\sqrt{\left(196107,27 - \frac{(442,84)^2}{2}\right)\left(2759,40 - \frac{(52,53)^2}{2}\right)}}$$

$$r = \frac{11631,197}{\sqrt{135284563}}$$

$$= 1,00$$

Nilai $r = 1,00$, menunjukkan eratnya hubungan antara debit aliran dengan angkutan sedimen dasar.

Kesimpulannya besar debit aliran dan angkutan sedimen dasar saling berkaitan secara linier atau eksponensial. Apabila nilai Debit naik maka nilai angkutan sedimen naik. Sebaiknya data minimal tiga data agar dapat diketahui nilai hipotesanya



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Angkutan Sedimen Dasar

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dengan Angkutan Sedimen Dasar Pada Titik Tinjau Jembatan Srandakan.

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian di Sungai Progo hilir, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besarnya diameter butiran sedimen dasar (*bed load*)

Dalam analisis pengujian di laboratorium UMY didapatkan nilai diameter butiran pada lokasi Jembatan Bantar dengan nilai $D_{10} = 0,00363$ mm, $D_{35} = 0,085$ mm, $D_{50} = 0,175$ mm, $D_{65} = 0,15$ mm, $D_{90} = 0,221$ mm. Sedangkan pada lokasi Jembatan Srandakan dengan nilai $D_{10} = 0,00363$ mm, $D_{35} = 0,080$ mm, $D_{50} = 0,115$ mm, $D_{65} = 0,125$ mm, $D_{90} = 0,250$ mm

Nilai berat jenis material sedimen pada titik lokasi Jembatan Bantar adalah $2,70$ gram/ m^3 . Sedangkan titik lokasi Jembatan Srandakan adalah $2,60$ gram/ m^3 , jenis kedua sedimen ini termasuk dalam klasifikasikan sebagai Pasir Berlanau (*Sandy Silt*)

2. Dari hasil analisis kapasitas transportasi sedimen dasar (*bed load*) Sungai Progo Hilir diketahui nilai debit aliran dan sedimen yang terbawa sebagai berikut:
 - a. Pada lokasi Jembatan Bantar 1 (23 Maret 2016) kapasitas angkutan sedimen sebesar $7,28$ ton/hari dengan debit $80,41$ m^3 /detik.
 - b. Pada lokasi Jembatan Bantar 2 (3 April 2016) kapasitas angkutan sedimen sebesar $10,24$ ton/hari dengan debit $108,62$ m^3 /detik
 - c. Pada lokasi Jembatan Srandakan 1 (19 Maret 2016) kapasitas angkutan sedimen sebesar:
 - 1) Penampang A nilai angkutan sedimennya $13,71$ ton/hari dengan debit $119,75$ m^3 /detik
 - 2) Penampang B nilai angkutan sedimennya $15,41$ ton/hari dengan debit $104,98$ m^3 /detik.
 - d. Pada lokasi Jembatan Srandakan 2 (30 Maret 2016) kapasitas angkutan sedimen sebesar:
 - 1) Penampang A nilai angkutan sedimennya $10,90$ ton/hari dengan debit $117,85$ m^3 /detik

- 2) Penampang B nilai angkutan sedimennya $12,51$ ton/hari dengan debit $100,26$ m^3 /detik.

3. Hubungan Regresi dan Korelasi

Besar debit aliran dan angkutan sedimen dasar saling berkaitan secara linier atau eksponensial koefisien korelasi (r)= $1,00$. Apabila nilai Debit naik maka nilai angkutan sedimenpun naik ini yang disebut korelasi positif. Sebaiknya data minimal tiga data agar dapat diketahui nilai hipotesanya.

A. Saran

1. Pengujian yang konstan dan dengan waktu yang lama sangat dibutuhkan, karena dalam praktiknya menganalisis laju angkutan sedimen dasar secara langsung di lapangan parameternya sangat banyak fariasinya, sehingga perlu dilakukan pengujian berkali-kali misal, berapa lamanya alat ukur diturunkan, berapa kali pengambilan data, jarak optimal pengambilan data angkutan sedimennya tiap penampang, dll.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan mengambil titik tinjau yang lebih banyak misal 5 sehingga dapat diketahuinya berapa nilai degradasi dan agradasinya antara titik tinjau 2 dengan 3, 3 dengan 4, dan 4 dengan 5.

DAFTAR PUSTAKA

Buku-Buku

- Kironoto, B. A., 1997, Hidraulika Transpor Sedimen, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Mardjiko, Pragnjono. (1994). *Transportasi Sedimen (Edisi Revisi)*. Biro Penerbit, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Muntohar, Agus Setyo. (2009) *Mekanika Tanah*. Omah Buku. Yogyakarta.
- Soewarno. (1991). *Pengukuran Dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova. Bandung:
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R&D*. Alfabeta Bandung

Jurnal, Skripsi, Dan Tesis

Barunadri, 2000, *Pengukuran Fluktuasi Dasar Sungai dan Monitoring Gerakan sedimen K.Boyong dan K.Progo Hilir*, Laporan Akhir. PT.Barunadri Engineering Consultant.

Harsanto, P; Ikhsan, J; Pujiyanto A; Fitriadin, A; Kuncoro (2015). *Karakteristik Bencana Sedimen Pada Sungai Vulkanik*. Posidug. Seminar Nasional Teknik Sipil V Tahun 2015 – UMS.

Ikhsan Jazaul, 2010, *Sediment Disaster and Resource Management in the Mount Merapi Area, Indonesia*. *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol.3, No.1.

Indra Karya, 1999, *Survey Imbangan dan Pengelolaan Sedimen K.Progo*, Laporan akhir, PT.Indra Karya Consulting Engineers.

JTS, FT UGM., 2000, *Initial Environmental and Related Condition Study for the Study on Lower Basin of Kali Progo, Final Report, Civil Engineering Departement, Faculty Engineering*, Gadjah Mada University.

Mananoma, Tiny, dkk. 2003. *Jurnal, Fenomena Alamiah Erosi Dan Sedimentasi Sungai Progo Hilir*. Semarang : Universitas Diponegoro.

Suwartha,N., 2001, *Kajian Hidraulis Pola Angkutan Sedimen Sungai Progo Bagian Hilir*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wesley, L.D, 1977, *Mekanika Tanah* (cetakan ke VI), Badan Penerbit Pekerjaan Umum,Jakarta.

Website Dan SNI

SNI 03-1969-1990 *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*

Penambangan Liar di Sungai Progo. www.kompas.com Di akses pada 10 Maret 2016

Google www.vii-regesi-dan-korelasi.com Di akses pada 20 Maret 2016