

ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN KALI PROGO

Suharto, Rifa Eka Indarti

Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Wonosobo
Jl. Kalibeber Km. 3 Wonosobo, 56351 Telp (0286) 321 873
Email: faqihn@yahoo.co.id

ABSTRAK

The river is a natural waterway or container in the form of a drainage network along with water in it, starting from upstream to downstream the river flows water from a high place to a low place or from upstream to downstream based on river slope and gravity.

If the river flow originates from the volcanic area, it usually carries volcanic material and sometimes it can be deposited along the place along the river channel depending on the flow velocity and steep slope of the river.

A general definition of sediment is solid material, otherwise known as clay, soil, sand, and rock. Some scientists use mud as the term kelita refers to finely organic and non-organic sediments, namely clay and silt-sized materials. Sediments can provide tangible benefits especially to humans and river ecosystems in a resource. However sediments also cause problems for humans and habitats where little sediment transport in the river results in degradation, riverbank erosion, sand abrasion and so on.

This study aims to determine the size of the progo base sediment grains carried by the current in the bridge pias and find out the value of the progo river sediment transport in the Bantar bridge piers. 2, the average grain diameter is obtained as follows: $D_{35} = 0.14\text{mm}$, $D_{50} = 0.2\text{mm}$, $D_{65} = 0.26\text{mm}$, $D_{90} = 6\text{mm}$. In the specimens of the base sediment samples 1 and 2 in the Bantar pias the average values of specific gravity are obtained. the base sediment is 2.64 and the results of the basic sediment transport analysis in the Bantar pyre with the Meyer Peter and Muller method obtained results = 572,711 m³ / day, and Einstein = 443,991 m³ / day. Judging from the results of the analysis with Einstein's method, and the Meyer Peter Muller method it can be concluded that on the Bantar Bridge segment sedimentation or aggression occurs.

Keywords: River, Sediment, Bantar, Einstein, and Meyer Peter Muller method

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan wadah air alami berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya. Mulai dari hulu sampai hilir. Sungai mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah atau dari hulu menuju hilir berdasarkan kemiringan dasar sungai dan grafitasi. Sungai merupakan jalan air alami yang mengalir menuju samudera, danau, laut, atau ke sungai yang lain. Sungai merupakan torehan dipermukaan bumi yang menampung dan penyalur alamiah aliran air, material yang dibawa dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya bermuara ke laut. Selain membawa air aliran sungai juga membawa material sungai yang berupa tanah, pasir atau bebatuan. Sungai yang berhulu di kawasan gunung berapi biasanya membawa material berupa pasir dan bebatuan. Material tersebut berasal dari erupsi gunung berapi atau gerusan lereng gunung berapi yang diakibatkan oleh hujan. Sungai Progo merupakan sebuah sungai yang mengalir di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai ini bersumber dari lereng Gunung Sumbing yang melintas ke arah tenggara dan bermuara di Samudra Hindia atau di pantai Trisik Kabupaten Bantul. Panjang sungai utama ± 138 km dan luas DAS 2830 km² (Mananoma, 2003). Terdapat beberapa anak sungai yang mengalir ke Progo, seperti Kali Krasak, Kali Deres, Kali Kuas, Kali Bantar dan masih banyak lagi. Sungai Progo merupakan sungai yang membantu ekonomi masyarakat disekir dengan memanfaatkan sebagai tempat penambangan pasir dan juga tempat wisata.

Hidrometri merupakan cabang ilmu pengukuran air atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi. Dalam pengertian sehari-hari kegiatan hidrometri pada sungai diartikan sebagai kegiatan pengumpulan data mengenai sungai, kecepatan aliran sungai, debit sungai serta sedimentasi atau unsur aliran lainnya. Pengertian praktis hidrometri mencakup pengetahuan dan pengalihan data aliran sungai jenis survey: pemetaan, pengukuran dasar sungai, pengukuran tinggi muka air, pengukuran penampang basah sungai, pengukuran debit dengan cara langsung ataupun tidak langsung, serta pengukuran volume sedimen dan pengamatan kualitas air. Pengukuran hidrometri mencakup: pengukuran tinggi muka air, Pengukuran debit, Pembuatan lengkungan debit, Pengukuran angkutan sedimen, Perhitungan dan analisis debit air dan debit sedimen. Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa kegiatan hidrometri pada sungai diartikan untuk mengumpulkan data hidrologi sungai, baik dari ketinggian

muka air sungai, kecepatan sungai, kecepatan aliran sungai, luas penampang sungai debit sungai maupun sedimentasi pada sungai dan unsur lain yang terkait data hidrologi sungai.

Sedimen ialah material hasil erosi yang dibawa oleh aliran sungai dari daerah hulu kemudian mengendap di daerah hilir. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan, pemadatan, dan sedimentasi itu sendiri. Proses tersebut berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal diatas tanah dan bagian lainnya masuk kesungai terbawah aliran menjadi angkutan sedimen. Untuk ukuran dan beratnya partikel tanah tersebut akan menentukan jumlah besarnya angkutan sedimen. Apabila partikel tanah tersebut terkikis dari permukaan bumi atau dasar dan tebing sungai maka endapan yang dihasilkan akan bergerak menurut aliran yang membawanya menjadi angkutan sedimen yang dapat diukur.

Definisi umum sedimen ialah bahan padat, atau dikenal dengan tanah liat, tanah, pasir, dan batu. Beberapa ilmuwan menggunakan lumpur sebagai istilah ketika mengacu pada sedimen halus organik maupun nonorganik, yaitu tanah liat dan bahan *silt-sized*. Sedimen dapat dilihat dari dua aspek yang berbeda. Pertama merupakan aspek sedimen sebagai sumber daya untuk tanah pertanian dan untuk bahan konstruksi. Sedimen dapat memberikan manfaat nyata khususnya kepada manusia dan ekosistem sungai secara sumber daya.

Namun sedimen juga dapat menyebabkan permasalahan untuk manusia dan habitat dimana sedikit transportasi sedimen di sungai mengakibatkan degradasi, erosi bantaran sungai, abrasi pasir dan lainhal. Ketika jumlah sedimen diangkut dalam daerah sungai terlalu banyak, beberapa masalah seperti degradasi dan endapan dapat muncul. Hal ini sangat sering terjadi bahwa sedimen menyebabkan bencana bagi kehidupan manusia, misalnya tanah longsor, banjir lahar dingin dan puing-puing mengalir (Ikhsan,2010).

Salah satu yang terjadi di Sungai Progo ialah terbentuknya endapan sedimen dibagian hilir sungai yang menyebabkan perubahan morfologi sungai dalam waktu relatif singkat. Endapan sedimen diakibatkan oleh sedimen suplai yang berlebihan dari letusan Gunung Meerapi 2010. Perubahan morfologi sungai akan merubah kondisi hidrolika aliran seperti ketinggian muka air, kecepatan aliran, dan tegangan geser.

Hidrolika aliran berperan penting dalam proses akuradasi / sedimentasi dan degradasi / erosi dasar sungai (Mananoma, 2003).

Proses sedimentasi dan erosi akan berpengaruh terhadap kesetabilan konstruksi. Pada Sungai Progo, terdapat bangunan infrastruktur seperti dinding penahan tanah, jembatan, bangunan pengambilan air irigasi (*intake*), *ground sill* dan bendung. Sehingga manajemen bencana pada sungai vulkanik seperti Sungai Progo menjadi bagian yang sangat penting. Keberlangsungan konstruksi bangunan yang melintang di sungai Progo harus diperhatikan.

Memperhatikan kondisi tersebut, guna mengetahui potensi kerusakan yang diakibatkan oleh perubahan morfologi sungai maka perlu dilakukan analisa hidrolika dan pergerakan sedimen yang terjadi setelah erupsi Merapi 2010 pada Sungai Progo (Mananoma, 2003). Untuk memperkirakan berapa angkutan sedimen yang terangkut setiap harinya digunakan rumus yang telah dikembangkan oleh para peneliti terdahulu, seperti *Brown, Eistein, Laursen, Mayer Peter Muller, Engelund and Hansen, Yalim, Ackers dan White, Garde and Albertson* dll.

Landasan Teori

Berdasarkan latar belakang diatas maka bisa merumuskan landasan teori sebagai berikut:

- a. Bagaimana analisa angkutan sedimen dasar (*bed load*) ?
- b. Bagaimana angkutan sedimen dasar dianalisa menggunakan rumus *Mayer peter Muller dan Eistein* ?

Tujuan

Tujuan penelitian angkutan sedimen ini sebagai berikut:

- a. Mengetahui ukuran butiran sedimen dasar sungai Progo yang terbawa arus di pias Jembatan Bantar.
- b. Untuk mengetahui nilai angkutan sedimen dasar sungai Progo di pias jembatan Bantar.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen menggunakan data yang sudah didapat, bertujuan untuk mengetahui pengaruh pada angkutan sedimen yang terdapat dikaliprogo pada pias jembatan Bantar Kulonprogo.

Hasil Data dan Pembahasan

a. Kecepatan Aliran

Pada penelitian pengukuran kecepatan aliran mengambil dari data yang dilakukan di daerah jembatan Bantar yang diasumsikan sebagai hulu. Pengukuran dilakukan pada 3 sisi aliran yaitu di tengah, sisi kanan, dan sisi kiri aliran. Setiap sisi dilakukan 3 kali pengukuran yang kemudian dirata – rata. Adapun contoh perhitungan dari pengukuran tersebut ialah :

$$\text{Aliran sisi kiri} = \left(\frac{10}{9,08}\right) + \left(\frac{10}{10,23}\right) + \left(\frac{10}{11,4}\right) = \frac{2,956}{3} = 0,985 \text{ m/det}$$

$$\text{Aliran sisi tengah} = \left(\frac{10}{5,2}\right) + \left(\frac{10}{7,88}\right) + \left(\frac{10}{9,5}\right) = \frac{4,245}{3} = 1,415 \text{ m/det}$$

$$\text{Aliran sisi kanan} = \left(\frac{10}{6}\right) + \left(\frac{10}{7}\right) + \left(\frac{10}{8}\right) = \frac{4,345}{3} = 1,448 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{permukaan}} &= \frac{0,985+1,415+1,448}{3} \\ &= 1.283 \text{ m/det} \end{aligned}$$

b. Luas penampang sungai

Pada penelitian luas penampang yang dipakia adalah luas penampang di daerah Bantar tempatnya sebelum jembatan Bantar. penampang tersebut didapat dari hasil penelitian di lapangan pada tahun 2017 menggunakan alat *echo sounder* dengan merk Garmin 178c sounder.

c. Berat jenis sedimen

Berat jenis sedimen merupakan perbandingan berat tanah kering dengan berat air pada volume yang sama dengan suhu tertentu.

Tabel 1 Data pengujian berat jenis sedimen dasar pias Bantar

Klasifikasi
berdasarkan
jenisnya

Jenis tanah	Berat jenis (Gs)
<i>Sand (pasir)</i>	2,65 – 2,67
<i>Silty sand (pasir berlanau)</i>	2,65 - 2,70
<i>Inorganic clay (lempung organik)</i>	2,58 – 2,65
<i>Soil with mica or iron</i>	2,75 – 3,00
Gambut	< 2,00
Humus	1,37
<i>Gravel (kerikil)</i>	> 2,70

Tabel 2
tanah
berat

Sumber : Wesky, 1997

d. Distribusi ukuran butiran sedimen

Sampel akan diuji saringan haruslah dalam keadaan kering. Berikut merupakan hasil dari uji saringan pada sampel 1 pias Bantar :

Tabel 3. Pengujian Sampel Butiran

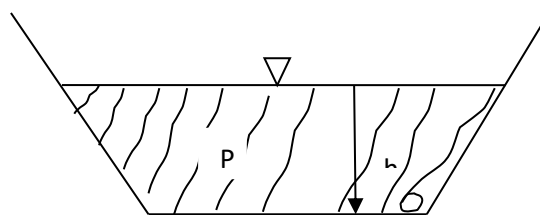
No	Uraian	Satuan	Sampel 1 (mg)	Sampel 2 (mg)
1	Berat piknometer kosong (W1)	G	30	30
2	Berat piknometer + tanah kering (W2)	G	40	40
3	Berat pinkometer + tanah + air (W3)	G	87,63	86
4	Berat piknometer + air (W4)	G	81,41	79,79
5	Temperatur (T)	°C	30	30

Nomor Saringan	Berat Tertahan Tiap Saringan (gr)	% Berat Tertahan Tiap Saringan	Kumulatif Berat Tertahan Tiap Saringan (%)	(%) Persen Lolos

no. 2	0	0	0	100
no. 1 1/2	0	0	0	100
no. 1	0	0	0	100
no.7/8	0	0	0	100
no.5/8	39	4.070981211	4.070981211	95.93
no.7/16	24	2.505219207	6.576200418	93.42
no 5/16	24	2.505219207	9.081419624	90.92
no. 4	24	2.505219207	11.58663883	88.41
no. 8	24	2.505219207	14.09185804	85.91
no. 16	24	2.505219207	16.59707724	83.40
no.30	59	6.158663883	22.75574113	77.24
no. 50	74	7.724425887	30.48016701	69.52
no. 60	99	10.33402923	40.81419624	59.19
no. 80	196	20.45929019	61.27348643	38.73
no. 100	70	7.306889353	68.58037578	31.42
no. 120	75	7.828810021	76.4091858	23.59
no. 200	150	15.65762004	92.06680585	7.93
pan	76	7.933194154	100	0,00
total	958	100,00		

Sumber : Penelitian laboratorium 2017

e. Perhitungan Meyer Peter Muller



Gambar 1 Tampang sungai

- Diketahui :
- Luas tampang (A) = 221,843 m²
 - Kecepatan (v) = 1,115 m/det
 - Debit aliran (Q) = 230,894 m³/det
 - Keliling basah (p) = 84,61 m
 - Lebar sungai (l) = 54,293 m
 - Kedalaman rata – rata(h) = 4,705 m
 - Kemiringan / slope (S) = 0,0025

Rapat massa sedimen dasar (ρ) = 2640 kg/m³

Gravitasi (g) = 9,81 m/det

d₉₀ = 6 mm

d₅₀ = 0,2 mm

a) Mencari nilai jari-jari hidraulik:

$$R = \frac{A}{P}$$

Dengan :

R = Jari – jari hidraulik

A = luas penampang aliran

P = Keliling basah aliran

A = 221,843 m²

P = 84,61 m

$$\begin{aligned} R &= \frac{221,843 \text{ m}^2}{84,61 \text{ m}} \\ &= 2,621 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Mencari ripple factor:

$$\mu = \left(\frac{k_s}{k_s'} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Dengan :

μ = Ripple factor

k_s = Nilai kehilangan tenaga akibat bentuk dasar sungai

k_s' = nilai kehilangan tenaga akibat gesekan dengan butiran.

$$\begin{aligned} k_s &= \frac{v}{Rb^{\frac{2}{3}}xI^{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{1,155 \text{ m/det}}{2,621^{\frac{2}{3}}x0,0025^{\frac{1}{2}}} \\ &= 403,51 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_s' &= \frac{26}{d_{90}^{1/6}} \\ &= \frac{26}{6^{\frac{1}{6}}} \\ &= \frac{26}{1000} \end{aligned}$$

$$= 60,99$$

$$\mu = \left(\frac{403,51}{60,99} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 144,80$$

c) Menghitung nilai angkutan sedimen dasar:

$$\text{Nilai } \frac{Q_s}{Q} = \frac{R}{h} = \frac{2,621}{144,80} = 0,018 \text{ m}$$

$$\gamma_w \frac{Q_s}{Q} \left(\frac{K_s}{K_{s'}} \right)^{\frac{3}{2}} h I = 0,047 (\gamma_s - \gamma_w) dm + 0,25 \left(\frac{\gamma_w}{g} \right)^{\frac{1}{2}} (Tb)^{\frac{2}{3}}$$

$$1 \times 0,018 \times 144,80 \times 4,705 \times 0,0025 = 0,47 \times 1,64 \times (0,2 \times 10^3) + 0,25 \left(\frac{1}{9,81} \right)^{\frac{1}{2}} \times (Tb)^{\frac{2}{3}}$$

$$0,03065778 = 0,000015 + 0,25510204 \times (Tb)^{\frac{2}{3}}$$

$$Tb^{\frac{2}{3}} = \frac{0,001448 - 0,000015}{0,25510204}$$

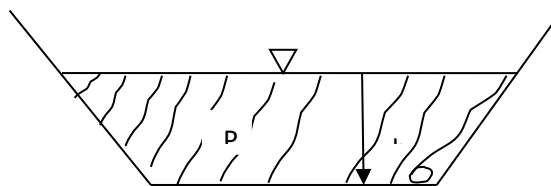
$$Tb = \left(\frac{0,03065778 - 0,000015}{0,25510204} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$Tb = 0,0048095$$

$$\begin{aligned} T_b \text{ total} &= 0,0048095 \times 54,293 \\ &= 0,26112183 \text{ ton/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_b \text{ perhari} &= 0,26112183 \times 24 \times 3600 \\ &= 225,609 \text{ ton/hari} \\ &= 225,609 = 137,566 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

f. Perhitungan Einstein



Gambar 2 Tampang sungai

Diketahui :

Luas Penampang (A)	= 221,843 m ²
Kecepatan Aliran (v)	= 1,155 m/det
Debit Aliran (Q)	= 230,894 m ³ /det
Lebar sungai (l)	= 54,293 m
Kedalaman rata-rata(h)	= 4,705 m
Kemiringan / slope (S)	= 0,0025
Viskositas kekentalan air (μ)	= 0,82 × 10 ⁻⁶ m ² /det

$$\begin{aligned} \text{Rapat massa sedimen dasar } (\rho) &= 2640 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Gravitasi } (g) &= 9,81 \text{ m/det} \\ d_{35} &= 0,14 \text{ mm} \\ d_{65} &= 5,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai Rb' atau nilai jari – jari hidraulik akibat pengaruh kekasaran butiran harus ditentukan terlebih dahulu dengan cara coba – coba sehingga hasil hitungan debit aliran yang didasarkan pada nilai Rb' hasilnya sama dengan nilai debit aliran yang diketahui dari hasil pengukuran dilapangan ($Q_{hitung} = Q_{pengukuran}$).

$$Rb' = 0,200 \text{ m}$$

a) Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran:

$$\begin{aligned} u' &= \sqrt{g Rb' S} \\ &= \sqrt{9,81 \times 0,200 \times 0,0025} \\ &= 0,0700 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Tebal lapis sub viscositas dengan u' didapat pada tabel 2.5

$$\begin{aligned} \delta' &= \frac{11,6 \mu}{u'} \\ &= \frac{11,6 \times (0,82 \times 10^{-6})}{0,0700} \\ &= 0,0000135 \text{ m} \end{aligned}$$

Diketahui

$$K_s = d_{65} = 0,00549 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \frac{k_s}{\delta'} &= \frac{d_{65}}{\delta'} \\ &= \frac{0,00549}{0,000135} \\ &= 37,2984 \text{ m} \end{aligned}$$

Nilai faktor koreksi pengaruh viscositas (x) 1

b) Kecepatan rata-rata (v), dihitung dengan persamaan logaritmik:

$$\begin{aligned} V &= 5,75 u' \log\left(\frac{12,27 Rb' x}{k_s}\right) \\ &= 5,75 \times 0,0700 \log\left(\frac{12,27 \times 0,254 \times 1,00}{0,00549}\right) \\ &= 0,985 \text{ m/det} \end{aligned}$$

c) Intensitas aliran

d) Dimana $d_{35} = 0,00014 \text{ m}$

$$\Psi' = \frac{\rho s - \rho}{\rho} \frac{d_{35}}{S Rb'}$$

$$= \frac{2640-1000}{1000} \times \frac{0,00014}{0,0025 \times 0,200}$$

$$= 0,45$$

Maka didapat nilai perbandingan kecepatan rata-rata dengan kecepatan gesek akibat konfigurasi dasar sungai:

$$\frac{v}{u'} = 90$$

$$u'' = \frac{0,985}{90}$$

$$= 0,01094 \text{ m/det}$$

Jari-jari hidraulik akibat konfigurasi dasar sungai:

$$u'' = \sqrt{g R b'' S} \rightarrow R b'' = \frac{(u'')^2}{g S} = \frac{0,01094^2}{9,81 \times 0,0025} = 0,00488 \text{ m}$$

Jari – jari total:

$$Rb = Rb' + Rb''$$

$$= 0,200 + 0,00488$$

$$= 0,20488 \text{ m}$$

c. Kontrol hitungan debit:

$$Q = A \times v \text{ rerata}$$

$$= 218,843 \times 0,985$$

$$= 218,51 \text{ m}^3/\text{det} \approx 195,73 \text{ (} Q_{\text{hitung}} = Q_{\text{pengukuran}} \text{) OK} \rightarrow$$

d. Jika nilai Rb' sudah didapat maka perhitungan angkutan sedimen dasar dengan metode *Einstein* dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\Psi' = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \frac{d_{35}}{S R b'}$$

$$= \frac{2640-1000}{1000} \times \frac{0,00014}{0,0025 \times 0,200}$$

$$= 0,45$$

e. Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran:

$$u' = \sqrt{g R b'' S}$$

$$= \sqrt{9,81 \times 0,2048 \times 0,0025}$$

$$= 0,070 \text{ m/det}$$

f. Tebal lapis sub viscositas:

$$\delta' = \frac{11,6 \mu}{u'}$$

$$= \frac{11,6 \times (0,82 \times 10^{-6})}{0,070}$$

$$= 0,00013 \text{ m}$$

Diketahui $k_s = d_{65} = 0,0028$ m

g. Mencari angkutan sedimen dasar untuk fraksi butiran d1

$$\begin{aligned}(i_b q_b)_1 &= i_b \Phi_{0.1} \rho_s (g d_1)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{\rho - \rho_s}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{11,587}{100} \times 0 \times \left(\frac{2460}{9,81} \right) \times (9,81 \times 0,017221)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{2,640 - 1000}{100} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 0 \text{ kg/m.det}\end{aligned}$$

Dalam 1 hari = $(24 \times 60 \times 60 \times l \times (i_b q_b)_1) / 1000 = (24 \times 60 \times 60 \times 54,293 \times 0) / 1000 = 0$ ton/hari

h. Mencari angkutan sedimen

$$\begin{aligned}(i_b q_b)_{total} &= (i_b q_b)_1 + (i_b q_b)_2 + (i_b q_b)_3 \\ &= 0 + 0 + 0,02459433 \\ &= 0,02459433 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

Jadi besar angkutan sedimen pada pias jembatan Bantar adalah:

$$\begin{aligned}Q_{btot} &= \Sigma(i_b q_b) \times 60 \times 60 \times 24 \times 1 \\ &= 0,02459433 \times 60 \times 60 \times 24 \times 54,293 \\ &= 115,369 \text{ ton/hari} = 70,363 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,02459433 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

g. Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen Dasar

Nilai angkutan sedimen dasar pada metode Einstein lebih kecil dari metode Meyer Peter Muller. Hal ini dikarenakan pada metode Einstein menggunakan nilai jari jari hidraulik. Selain itu diameter butiran yang dipakai di metode Einstein lebih beragam dari pada metode Meyer Peter Muller.

Tabel 4 Hasil perhitungan angkutan sedimen dasar

No	Metode	Pias Bantar (m ³ /hari)
1	Meyer Peter Muller	137,566 m ³ /hari
2	Einstein	70,363 m ³ /hari

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian sedimen dasar di sungai Progo hilir Pias Bantar dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Dari hasil analisa distribusi ukuran butiran sedimen dasar di pias Bantar sampel 1 dan 2 didapat diameter butiran rata – rata sebagai berikut $D_{35}= 0.14\text{mm}$, $D_{50}= 0,2\text{mm}$, $D_{65}= 0,26\text{mm}$, $D_{90}= 6\text{mm}$. Pada uji berat jenis sampel sedimen dasar 1 dan 2 pada pias Bantar didapat nilai rata – rata berat jenis sedimen dasar sebesar 2,64
- b. Dari hasil analisis angkutan sedimen dasar pada pias Bantar dengan metode *Meyer Peter dan Muller* didapat hasil = $137,566 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan *Einstein* = $70,363 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dilihat dari hasil analisis dengan metode Einstein, dan metode Meyer Peter Muller dapat disimpulkan bahwa pada ruas Jembatan Bantar terjadi pengendapan atau agradasi.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Jihad Mirza. 2017. *Analisis Angkutan Sedimen Dasar Pogo Hilir dengan Metode Empiris Meyer-Peter Muller, Einstein dan Frijlink (Studi kasus pias Kebon Agung I dan Bantar)*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Aisyah, S. 2014. *Pola Gerusan Lokal di Berbagai Bentuk Pilar Akibat Adanya Variasi Debit*. Tugas Akhir. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada.
- Andriani. 2017. *Perhitungan Angkutan Sedimen di Sungai Progo Hilir dengan Rumus Empiris Meyer Peter Muller, Einstein dan Frijlink*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Harsanto, Puji; Ikhsan, Jazaul; Pujianto, Asat; Hartono, Edi; Fitriadin, Ahmad azmi; Kuncoro, A.H. Bintang (2015), *Karakteristik bencana sedimen pada sungai vulkanik, Seminar Nasional Teknik Sipil V Tahun 2015 – UMS*, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Kironoto, B. A., 1997, *Hidraulika Transpor Sedimen, Program Pasca Sarjana*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Legono, D. 1990. *Gerusan pada Bangunan Sungai. PAU ilmu-ilmu Teknik Universitas Gajah Mada*. Yogyakarta.
- Mananoma, T. (2003). *Fenomena alamiah erosi dan sedimentasi sungai progo hilir*. Jurnal Dan Pengembangan Keairan, Hal. 2-5.
- Muntohar, Agus Setyo. 2009, *Mekanika Tanah*. Omah buku. Yogyakarta
- Ramadhan, A.F. (2016). *Perbandingan Angkutan Sedimen Dasar Antara Pengukuran Di Lapangan Dengan Perhitungan Metode Empiris (Metode Meyer-Peter Muller Dan Frijlink)*. Tugas Akhir. Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. xvi

Soewarno. 1991. *Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*.
Nova. Bandung

Triatmodjo, B. (1993). *Hidraulika I*. Yogyakarta. Beta Offs