

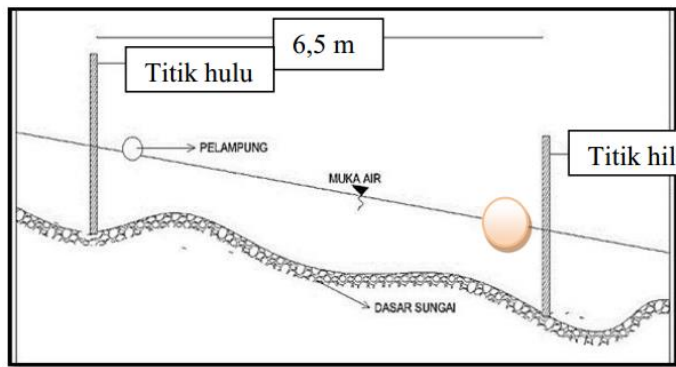
BAB V
HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Hidrometri Sungai

Perhitungan ini akan menjelaskan langkah-langkah perhitungan Sungai Progo. Perhitungan diambil dari data pada 2 titik tinjauan yaitu Jembatan Bantar (Sentolo) dan Jembatan Srandakan (Brosot).

1. Perhitungan Kecepatan Aliran

Pengukuran hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan aliran (v), debit aliran (Q) dan angkutan sedimen. Data pengukuran di lapangan Sungai Progo ditampilkan pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Pengambilan data kecepatan aliran

$$\text{Kecepatan aliran } (v) = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (5.1)$$

Keterangan :

v = kecepatan aliran (m/detik)

s = jarak (m)

t = waktu (detik)

a. Perhitungan Kecepatan Aliran di Jembatan Bantar 16 Maret 2017

Percobaan 1

$$t_{\text{percobaan 1}} = \left(\frac{7,6+7,4+6,6}{3} \right) \\ = 7,2 \text{ detik}$$

Percobaan 2

$$t_{\text{percobaan 2}} = \left(\frac{7,2+7+6,5}{3} \right) \\ = 6,9 \text{ detik}$$

Percobaan 3

$$t_{\text{percobaan 3}} = \left(\frac{7,4+7,2+6,4}{3} \right)$$

$$= 7 \text{ detik}$$

$$t_{\text{rata-rata}} = \left(\frac{7,2+6,9+7,1}{3} \right)$$

$$= 7,0333 \text{ detik}$$

$$\text{Kecepatan, } v = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{6,5}{7,033} = 0,924 \text{ m/detik}$$

Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil nilai rata-rata dari 0,85 - 0,90 (dipakai 0,90).

$$v_{\text{koreksi}} = 0,924 \times 0,90$$

$$= 0,832 \text{ m/detik}$$

b. Perhitungan Kecepatan Aliran di Jembatan Bantar 17 Maret 2017

Percobaan 1

$$t_{\text{percobaan 1}} = \left(\frac{11+10,5+7,4}{3} \right)$$

$$= 9,633 \text{ detik}$$

Percobaan 2

$$t_{\text{percobaan 2}} = \left(\frac{10,6+9,8+8}{3} \right)$$

$$= 9,466 \text{ detik}$$

Percobaan 3

$$t_{\text{percobaan 3}} = \left(\frac{11+9,6+8,1}{3} \right)$$

$$= 9,566 \text{ detik}$$

$$t_{\text{rata-rata}} = \left(\frac{9,633+9,466+9,566}{3} \right)$$

$$= 9,555 \text{ detik}$$

$$\text{Kecepatan, } v = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{6,5}{9} = 0,68 \text{ m/detik}$$

Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil nilai rata-rata dari 0,85 - 0,90 (dipakai 0,90).

$$\begin{aligned} v_{\text{koreksi}} &= 0,68 \times 0,90 \\ &= 0,612 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Kecepatan Aliran di Jembatan Bantar 19 Maret 2017

Percobaan 1

$$\begin{aligned} t_{\text{percobaan 1}} &= \left(\frac{11+10,5+6,2}{3} \right) \\ &= 9,233 \text{ detik} \end{aligned}$$

Percobaan 2

$$\begin{aligned} t_{\text{percobaan 2}} &= \left(\frac{10+10+6,6}{3} \right) \\ &= 8,866 \text{ detik} \end{aligned}$$

Percobaan 3

$$\begin{aligned} t_{\text{percobaan 3}} &= \left(\frac{11+9,4+7}{3} \right) \\ &= 9,133 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{rata-rata}} &= \frac{7,8+8,066+7,6}{3} \\ &= 9,077 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan, } v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{6,5}{9,077} = 0,716 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil nilai rata-rata dari 0,85 - 0,90 (dipakai 0,90).

$$\begin{aligned} v_{\text{koreksi}} &= 0,716 \times 0,90 \\ &= 0,644 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Kecepatan Aliran di Jembatan Srandakan (27 Maret 2017)

Percobaan 1

$$t_{\text{percobaan 1}} = \frac{6,7+7,4+5,8}{3}$$

$$= 6,6333 \text{ detik}$$

percobaan 2

$$t_{\text{percobaan 2}} = \frac{6,3+7,2+5,4}{3}$$

$$= 6,3 \text{ detik}$$

percobaan 3

$$t_{\text{percobaan 3}} = \frac{6,1+7,5+5,9}{3}$$

$$= 6,5 \text{ detik}$$

$$t_{\text{rata-rata}} = \frac{6,6333+6+6,5}{3}$$

$$= 6,4778 \text{ detik}$$

Kecepatan, $v = \frac{s}{t}$

$$= \frac{7,8}{6,4778} = 1,0034 \text{ m/detik}$$

Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil nilai rata-rata dari 0,85 - 0,90 (dipakai 0,90).

$$v_{\text{koreksi}} = 1,0034 \times 0,90$$

$$= 0,903 \text{ m/detik}$$

e. Perhitungan Kecepatan Aliran di Jembatan Srandakan (28 Maret 2017)

Percobaan 1

$$t_{\text{percobaan 1}} = \frac{5,2+6,6+5}{3}$$

$$= 5,6 \text{ detik}$$

percobaan 2

$$t_{\text{percobaan 2}} = \frac{4,9+7+5,7}{3}$$

$$= 5,8667 \text{ detik}$$

percobaan 3

$$t_{\text{percobaan 3}} = \frac{5,5+6,2+5,2}{3}$$

$$= 5,6333 \text{ detik}$$

$$t_{\text{rata-rata}} = \frac{5,6+5,8667+5,6333}{3}$$

$$= 5,7 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan, } v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{6,5}{5,7} = 1,1403 \text{ m/detik}\end{aligned}$$

Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil nilai rata-rata dari 0,85 - 0,90 (dipakai 0,90).

$$\begin{aligned}v_{\text{koreksi}} &= 1,1403 \times 0,90 \\ &= 1,0263 \text{ m/detik}\end{aligned}$$

f. Perhitungan Kecepatan Aliran di Jembatan Srandakan (29 Maret 2017)

Percobaan 1

$$\begin{aligned}t_{\text{percobaan 1}} &= \frac{6,7+7,4+5,8}{3} \\ &= 6,6333 \text{ detik}\end{aligned}$$

percobaan 2

$$\begin{aligned}t_{\text{percobaan 2}} &= \frac{6,3+7,2+5,4}{3} \\ &= 6,3 \text{ detik}\end{aligned}$$

percobaan 3

$$\begin{aligned}t_{\text{percobaan 3}} &= \frac{6,1+7,5+5,9}{3} \\ &= 6,5 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t_{\text{rata-rata}} &= \frac{6,6333+6,3+6,5}{3} \\ &= 6,4778 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan, } v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{6,5}{6,64778} = 1,0034 \text{ m/detik}\end{aligned}$$

Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil nilai rata-rata dari 0,85 - 0,90 (dipakai 0,90).

$$\begin{aligned}v_{\text{koreksi}} &= 1,0034 \times 0,90 \\ &= 0,903 \text{ m/detik}\end{aligned}$$

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran

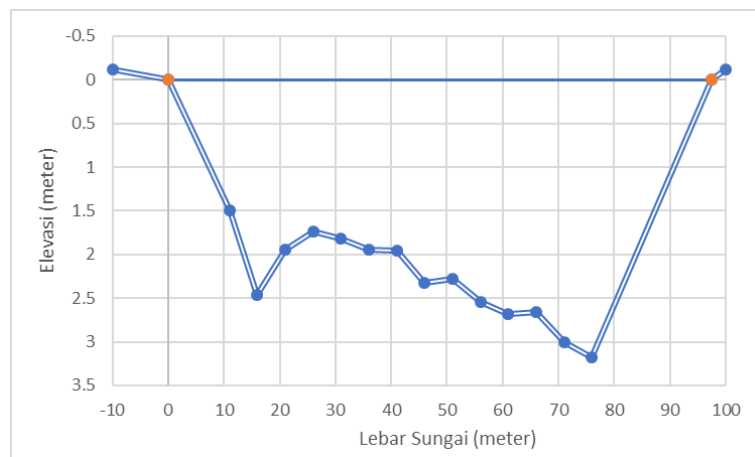
Tinjauan	Tanggal	Cuaca	Kecepatan (m/detik)
Bantar	16 Maret	Cerah	0,832
Bantar	17 Maret	Berawan	0,612
Bantar	19 Maret	Cerah	0,644
Srandakan	27 Maret	Cerah	0,903
Srandakan	28 Maret	Cerah	1,026
Srandakan	29 Maret	Berawan	0,903

Sumber: Analisis Hitungan Tugas Akhir 2017

2. Luas Penampang Basah Aliran Sungai

a. Pengukuran Luas Penampang pada Jembatan Bantar 16 Maret 2017

Dari pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran rata-rata = 2,28 meter, lebar saluran = 97,5 meter, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran adalah 0,114.

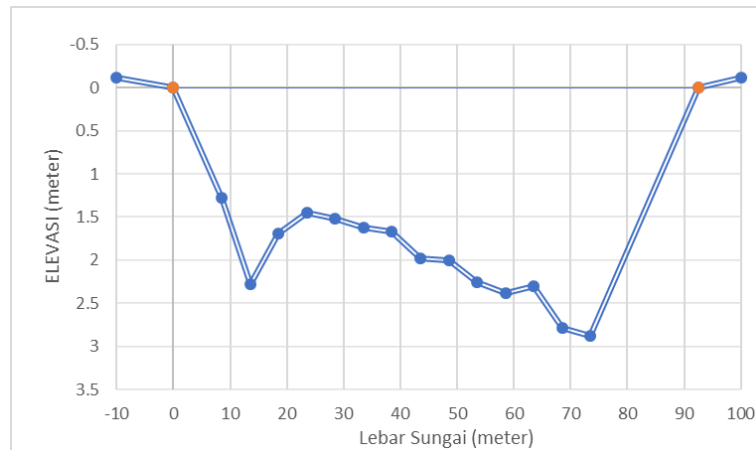


Gambar 5.2 Sketsa penampang melintang Sungai Progo di Jembatan Bantar

Dalam perhitungan luas area Jembatan Bantar 16 Maret 2017, menggunakan aplikasi *AutoCAD 2007* dikarenakan penampang sungai merupakan sungai asli yang bentuknya tidak beraturan. Nilai luas penampang basah Sungai Progo titik tinjau Jembatan Bantar yaitu 190,835 m^2 .

b. Pengukuran Luas Penampang pada Jembatan Bantar 17 Maret 2017

Dari pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran rata-rata = 2,05 meter, lebar saluran = 92,5 meter, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran adalah 0,114.

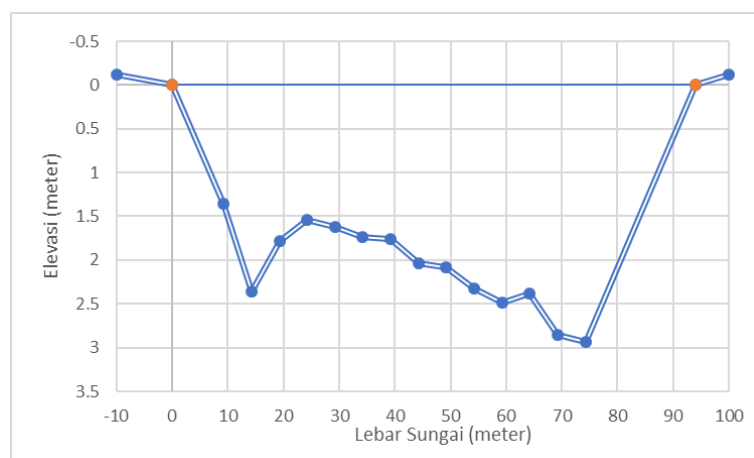


Gambar 5.3 Sketsa penampang melintang Sungai Progo di Jembatan Bantar

Dalam perhitungan luas area Jembatan Bantar 17 Maret 2017, menggunakan aplikasi *AutoCAD 2007* dikarenakan penampang sungai merupakan sungai asli yang bentuknya tidak beraturan. Nilai luas penampang basah Sungai Progo titik tinjau Jembatan Bantar yaitu 162,7664 m².

c. Pengukuran Luas Penampang pada Jembatan Bantar 19 Maret 2017

Dari pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran rata-rata = 2,09 meter, lebar saluran = 94 meter, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran adalah 0,114.

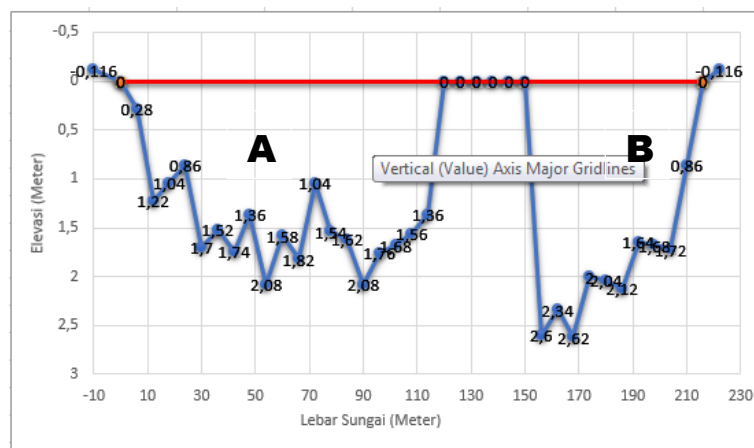


Gambar 5.4 Sketsa penampang melintang Sungai Progo di Jembatan Bantar

Dalam perhitungan luas area Jembatan Bantar 19 Maret 2017, menggunakan aplikasi *AutoCAD 2007* dikarenakan penampang sungai merupakan sungai asli yang bentuknya tidak beraturan. Nilai luas penampang basah Sungai Progo titik tinjau Jembatan Bantar yaitu 170,8725 m².

d. Pengukuran Luas Penampang pada Jembatan Srandakan 27 Maret 2017

Dari pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran rata-rata = 1,356 meter, lebar saluran = 216 meter, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran adalah 0,116.

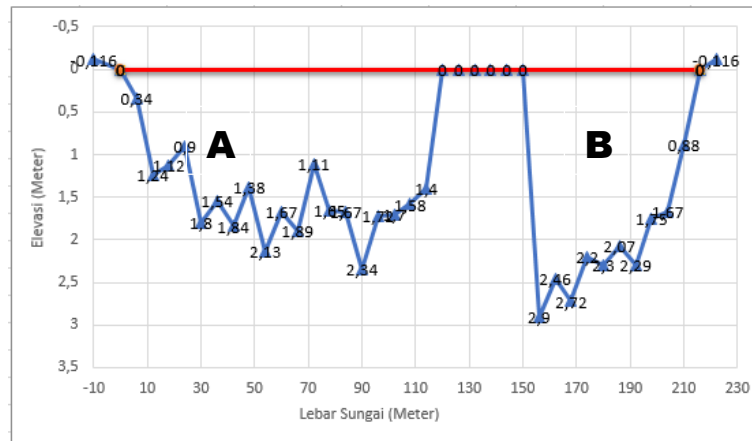


Gambar 5.5 Sketsa penampang melintang sungai di Jembatan Srandakan

Dalam perhitungan luas area Jembatan Srandakan 27 Maret 2017, menggunakan aplikasi *AutoCAD 2007* dikarenakan penampang sungai merupakan sungai asli yang bentuknya tidak beraturan. Nilai luas penampang basah Sungai Progo titik tinjau Jembatan Srandakan yaitu penampang A = 165,96 m² dan penampang B = 127,44 m².

e. Pengukuran Luas Penampang pada Jembatan Srandakan 28 Maret 2017

Dari pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran rata-rata = 1,436 meter, lebar saluran = 216 meter, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran adalah 0,116.

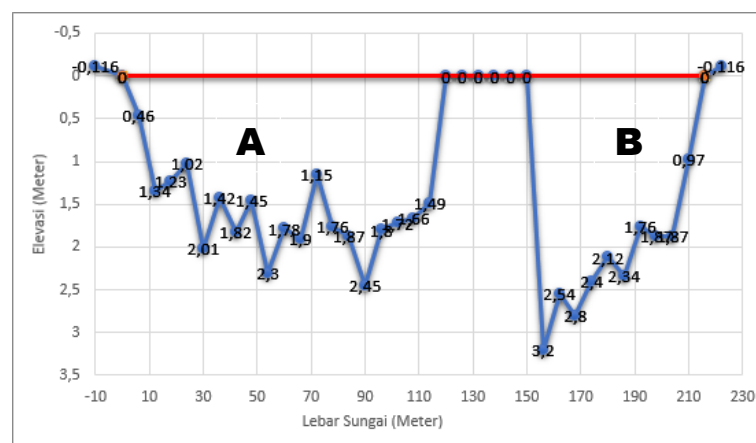


Gambar 5.6 Sketsa penampang melintang Sungai Progo di Jembatan Srandakan (pengujian tanggal 28 Maret 2017)

Dalam perhitungan luas area Jembatan Srandakan 28 Maret 2017, menggunakan aplikasi *AutoCAD 2007* dikarenakan penampang sungai merupakan sungai asli yang bentuknya tidak beraturan. Nilai luas penampang basah Sungai Progo titik tinjau Jembatan Srandakan yaitu penampang A = 174 m² dan penampang B = 117,72 m².

f. Pengukuran Luas Penampang pada Jembatan Srandakan 29 Maret 2017

Dari pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran rata-rata = 1,5 meter, lebar saluran = 216 meter, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran adalah 0,116.



Gambar 5.7 Sketsa penampang melintang Sungai Progo di Jembatan Srandakan (pengujian tanggal 29 Maret 2017)

Dalam perhitungan luas area Srandakan 29 Maret 2017, menggunakan aplikasi *AutoCAD 2007* dikarenakan penampang sungai merupakan sungai

asli yang bentuknya tidak beraturan. Nilai luas penampang basah Sungai Progo titik tinjau Jembatan Srandakan yaitu penampang A = 182,88 dan penampang B = 131,22 m².

3. Perhitungan Debit

$$Q = A \times v \dots\dots\dots(5.2)$$

Dengan:

Q = debit aliran ($m^3/detik$)

A = luas penampang aliran (m^2)

v = kecepatan ($m/detik$)

1) Debit Aliran Titik Tinjau Bantar (16 Maret 2017)

$$\begin{aligned} Q &= A.v \\ &= 190,835 \times 0,832 \\ &= 158,727 \text{ m}^3/detik \end{aligned}$$

2) Debit Aliran Titik Tinjau Bantar (17 Maret 2017)

$$\begin{aligned} Q &= A.v \\ &= 162,7664 \times 0,612 \\ &= 99,647 \text{ m}^3/detik \end{aligned}$$

3) Debit Aliran Titik Tinjau Bantar (19 Maret 2017)

$$\begin{aligned} Q &= A.v \\ &= 170,8725 \times 0,649 \\ &= 110,115 \text{ m}^3/detik \end{aligned}$$

4) Debit Aliran Titik Tinjau Srandakan (27 Maret 2017)

$$\begin{aligned} Q \text{ penampang A} &= A.v \\ &= 165,96 \times 1,0038 \\ &= 166,604 \text{ m}^3/detik \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ penampang B} &= A.v \\ &= 127,44 \times 1,0038 \\ &= 127,934 \text{ m}^3/detik \end{aligned}$$

5) Debit Aliran Titik Tinjau Srandakan (28 Maret 2017)

$$\begin{aligned} Q \text{ penampang A} &= A.v \\ &= 174 \times 1,14 \\ &= 198,505 \text{ m}^3/detik \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ penampang B} &= A \cdot v \\
 &= 117,72 \times 1,14 \\
 &= 134,299 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

6) Debit Aliran Titik Tinjau Jembatan Srandakan (29 Maret 2017)

$$\begin{aligned}
 Q \text{ penampang A} &= A \cdot v \\
 &= 182,88 \times 1,00 \\
 &= 183,589 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ penampang B} &= A \cdot v \\
 &= 131,22 \times 1,00 \\
 &= 131,729 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.2 Perhitungan Debit Sungai Progo Titik Bantar dan Srandakan

Tinjauan	Tanggal	Cuaca	Debit (m ³ /detik)
Bantar	16 Maret	Cerah	158,727
Bantar	17 Maret	Berawan	99,647
Bantar	19 Maret	Cerah	110,115
Srandakan	27 Maret	Cerah	
Penampang A			166,604
Penampang B			127,934
Srandakan	28 Maret	Cerah	
Penampang A			198,505
Penampang B			134,299
Srandakan	29 Maret	Berawan	
Penampang A			183,589
Penampang B			131,729

Sumber : Analisis Hitungan Tugas Akhir 2017

B. Perhitungan Berat Jenis Sedimen

Berat Jenis didefinisikan secara umum sebagai perbandingan antara berat volume butiran tanah dan berat volume air pada temperatur 4°C (Muntohar, 2009).

$$G_s = \frac{W_{ps} - W_p}{W_{pw,t} - (W_{pws,t} - (W_{ps} - W_p))} \dots \dots \dots (5.3)$$

dengan :

- G_s : berat jenis butir sedimen
 W_p : berat piknometer kosong (g)
 W_{ps} : berat piknometer dan tanah kering (g)
 $W_{pws,t}$: berat piknometer, tanah, dan air (g)
 $W_{pw,t}$: berat piknometer dan air (g)

$$\begin{aligned} G_s &= \frac{W_{ps} - W_p}{W_{pw,t} - (W_{pws,t} - (W_{ps} - W_p))} \\ &= \frac{35,05 - 25,05}{75,5 - (81,79 - (35,05 - 25,05))} \\ &= 2,69 \text{ gram/m}^3 \text{ (Bantar)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_s &= \frac{W_{ps} - W_p}{W_{pw,t} - (W_{pws,t} - (W_{ps} - W_p))} \\ &= \frac{34,18 - 24,18}{74,3 - (80,61 - (34,18 - 24,18))} \\ &= 2,71 \text{ gram/m}^3 \text{ (Srandakan)} \end{aligned}$$

Dalam analisis Berat Jenis sedimen di kedua titik tinjau didapatkan nilai yaitu 2,69 untuk titik tinjau di Bantar dan 2,71 untuk titik tinjau Srandakan. Hasil berat jenis tersebut dapat diklasifikasikan sebagai pasir berlanau (*Sandy Silt*) untuk Bantar dan Srandakan sebagai lempung inorganik (*Inorganic Clay*), dapat dilihat dalam Tabel 5.3

Tabel 5.3 Spesifikasi Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Jenis Tanah	Berat Jenis (g/m ³)
<i>Sand</i> (Pasir)	2,65 – 2,67
<i>Silty Sand</i> (Pasir Berlanau)	2,67 – 2,70
<i>Inorganic Clay</i> (Lempung Inorganik)	2,70 – 2,80
<i>Soil with mica or iron</i>	2,75 – 3,00
Gambut	< 2,00
Humus Soil	1,37
<i>Gravel</i>	>2,70

Sumber: Weskey,1997

C. Klasifikasi Distribusi Ukuran Butiran

Klasifikasi distribusi ukuran butiran berfungsi untuk menentukan diameter dan jenis butiran. Dalam menentukan butiran halus dibutuhkan analisis laboratorium, dengan menggunakan alat *hydrometer*.

1. Berat sedimen (Jembatan Bantar 16 Maret 2017) sebelum dioven = 1218,46 gram dan setelah di oven dan disaring, data sebagai berikut:

Tabel 5.4 Data Hasil Saringan ASTM Titik Tinjau Jembatan Bantar

Nomor saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat tertahan pada saringan (g)	Persen berat tertahan pada saringan	Persen lolos Saringan (%)
#4	4.74	0	0	100
30	0.595	61.76	8.308	91.692
40	0.425	52.62	7.079	84.613
60	0.25	91.34	12.287	72.326
140	0.105	176.34	23.722	48.604
170	0.088	223.67	30.089	18.515
200	0.075	117.4	15.793	2.721
pan	<0.075	20.23	2.721	0
Jumlah		743.36		

Sumber : Hasil Pengujian Tugas Akhir 2017 Laboratorium UMY

Contoh perhitungan :

$$\% \text{ berat tertahan} = \frac{W_i}{W} \times 100\% \dots\dots\dots(5.4)$$

$$= \frac{61,76}{743,36} \times 100\%$$

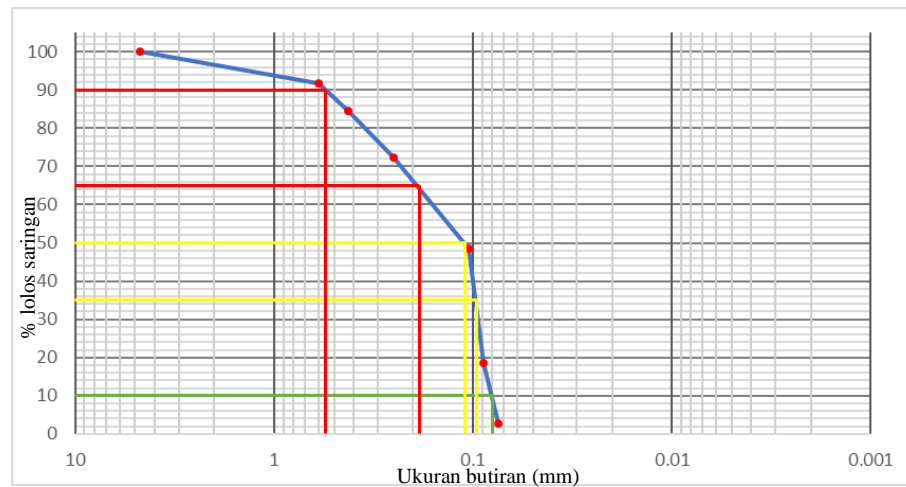
$$= 8,308$$

$$\% \text{ lolos} = \% 100 - \% \text{ berat tertahan} \dots\dots\dots(5.5)$$

$$= 100 - 8,308$$

$$= 91,692$$

Kemudian untuk mencari ukuran butiran dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5.8 Grafik Distribusi ukuran butiran Bantar 16 Maret 2017

Untuk nilai dari diameter butiran halus pengujian titik tinjau Jembatan Bantar 16 Maret 2017 adalah:

$$D_{10} = 0,080 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 0,096 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,110 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 0,186 \text{ mm}$$

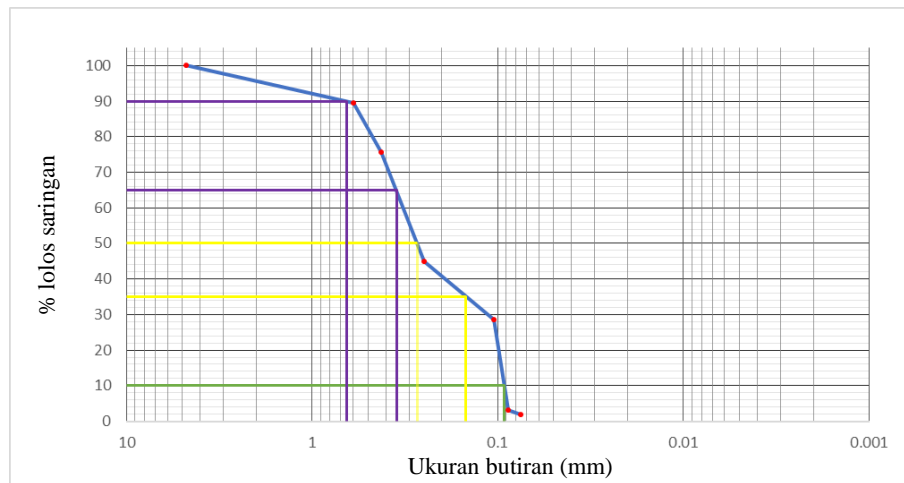
$$D_{90} = 0,550 \text{ mm}$$

2. Berat sedimen (Jembatan Bantar 17 Maret 2017) sebelum dioven = 893,55 gram dan setelah di oven dan disaring, data sebagai berikut:

Tabel 5.5 Data Hasil Saringan ASTM Titik Tinjau Jembatan Bantar

Nomor saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat tertahan pada saringan (g)	Persen berat tertahan pada saringan	Persen lolos Saringan (%)
#4	4.74	0	0	100
30	0.595	53.34	10.543	89.457
40	0.425	69.64	13.765	75.692
60	0.25	155.87	30.809	44.884
140	0.105	83.06	16.417	28.466
170	0.088	127.57	25.215	3.251
200	0.075	7.26	1.435	1.816
pan	<0.075	9.19	1.816	0
Jumlah		505.93		

Sumber : Hasil Pengujian Tugas Akhir 2017 Laboratorium UMY



Gambar 5.9 Grafik Distribusi ukuran butiran Bantar 17 Maret 2017

Untuk nilai dari diameter butiran halus pengujian titik tinjau Jembatan Bantar 17 Maret 2017 adalah:

$$D_{10} = 0,092 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 0,148 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,271 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 0,350 \text{ mm}$$

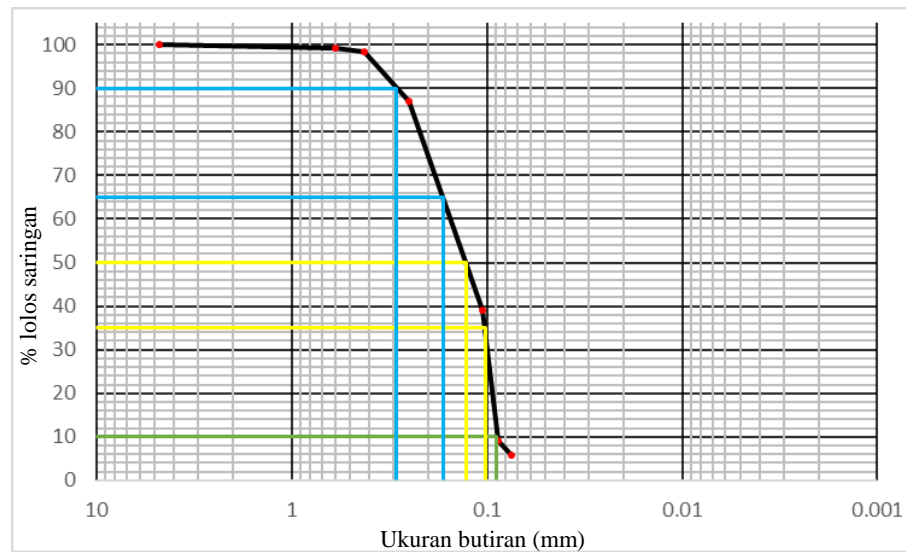
$$D_{90} = 0,650 \text{ mm}$$

3. Berat sedimen (Jembatan Bantar 19 Maret 2017) sebelum dioven = 667,92 gram dan setelah di oven dan disaring, data sebagai berikut:

Tabel 5.6 Data Hasil Saringan ASTM Titik Tinjau Jembatan Bantar

Nomor saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat tertahan pada saringan (g)	Persen berat tertahan pada saringan	Persen lolos Saringan (%)
#4	4.74	0	0	100
30	0.595	4.36	0.653	99.347
40	0.425	7.1	1.063	98.284
60	0.25	76	11.379	86.906
140	0.105	319.07	47.771	39.135
170	0.088	200.44	30.010	9.125
200	0.075	22.6	3.384	5.742
pan	<0.075	38.35	5.742	0
Jumlah		667.92		

Sumber: Hasil Pengujian Tugas Akhir 2017 Laboratorium UMY



Gambar 5.10 Grafik Distribusi ukuran butir Bantar 19 Maret 2017

Untuk nilai dari diameter butir halus pengujian titik tinjau Jembatan Bantar 19 Maret 2017 adalah:

$$D_{10} = 0,089 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 0,102 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,128 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 0,168 \text{ mm}$$

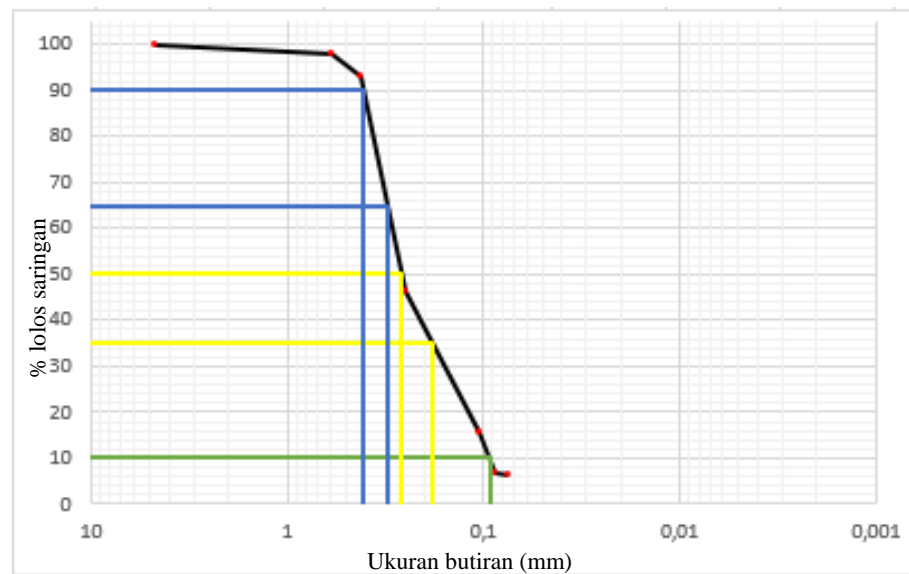
$$D_{90} = 0,292 \text{ mm}$$

4. Berat sedimen (Jembatan Srandakan 27 Maret 2017) sebelum di oven = 2556 gram dan setelah di oven dan disaring, data sebagai berikut:

Tabel 5.7 Data Hasil Saringan ASTM Jembatan Srandakan

Nomor saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat tertahan pada saringan (g)	Persen berat tertahan pada saringan	Persen lolos saringan (%)
#4	4.74	129.6	5	100
30	0.595	50.79	1.987	98.013
40	0.425	123.23	4.821	93.192
60	0.25	1200	46.948	46.243
140	0.105	789	30.869	15.375
170	0.088	216.4	8.466	6.908
200	0.075	20.54	0.804	6.105
Pan	<0.075	26.44	1.034	0
Jumlah		2556		

Sumber: Hasil Pengujian Tugas Akhir 2017 Laboratorium UMY



Gambar 5.11 Grafik Distribusi ukuran butir Jembatan Srandakan hari ke-1

Untuk nilai dari diameter butiran halus pengujian titik tinjau Srandakan 27 Maret 2017 adalah:

$$D_{10} = 0,093 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 0,182 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,265 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 0,314 \text{ mm}$$

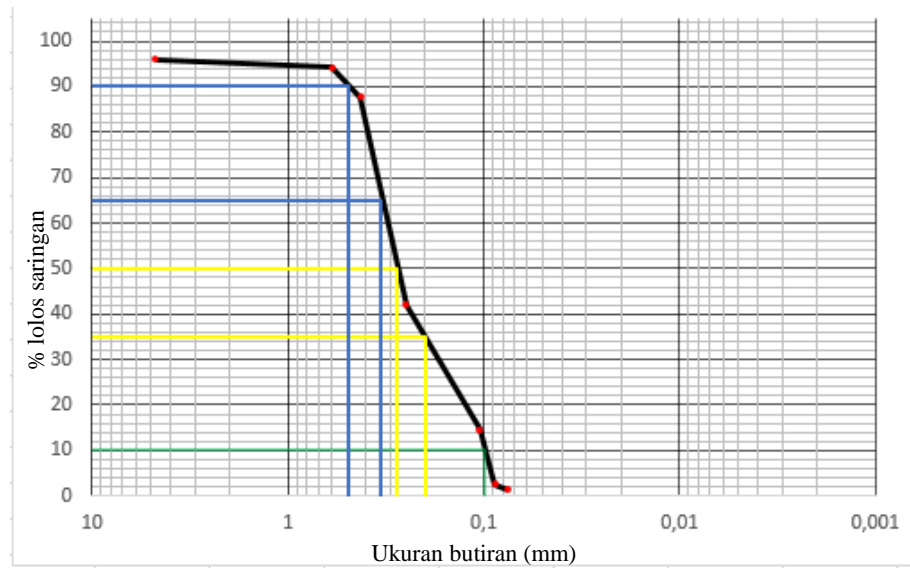
$$D_{90} = 0,412 \text{ mm}$$

5. Berat sedimen (Jembatan Srandakan 28 Maret 2017) sebelum di oven = 4311 gram dan setelah di oven dan disaring, data sebagai berikut:

Tabel 5.8 Data Hasil Saringan ASTM Jembatan Srandakan

Nomor saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat tertahan pada saringan (g)	Persen berat tertahan pada saringan	Persen lolos Saringan (%)
#4	4.74	147.2	4	96
30	0.595	60.34	1.685	94.206
40	0.425	234.5	6.547	87.659
60	0.25	1634.3	45.625	42.034
140	0.105	984.7	27.490	14.544
170	0.088	426.2	11.898	2.645
200	0.075	44.76	1.250	1.396
pan	<0.075	50	1.396	0
Jumlah		3582		

Sumber: Hasil Pengujian Tugas Akhir 2017 Laboratorium UMY



Gambar 5.12 Grafik Distribusi ukuran butir Jembatan Srandakan hari ke-2

Untuk nilai dari diameter butir halus pengujian titik tinjau Srandakan 28 Maret 2017 adalah:

$$D_{10} = 0,100 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 0,200 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,279 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 0,335 \text{ mm}$$

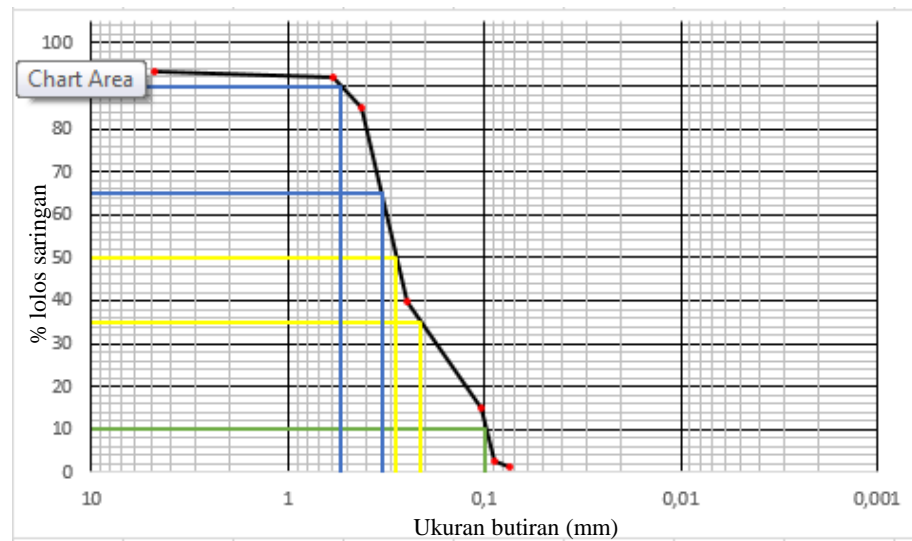
$$D_{90} = 0,482 \text{ mm}$$

6. Berat sedimen (Jembatan Srandakan 29 Maret 2017) sebelum di oven = 5301 gram dan setelah di oven dan disaring, data sebagai berikut:

Tabel 5.9 Data Hasil Saringan ASTM Jembatan Srandakan

Nomor saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat tertahan pada saringan (g)	Persen berat tertahan pada saringan	Persen lolos saringan (%)
#4	4.74	273.21	6	94
30	0.595	70.17	1.667	91.844
40	0.425	284.6	6.760	85.084
60	0.25	1907.22	45.302	39.781
140	0.105	1045	24.822	14.960
170	0.088	511.2	12.143	2.817
200	0.075	56.3	1.337	1.480
pan	<0.075	62.3	1.480	0
Jumlah		4210		

Sumber: Hasil Pengujian Tugas Akhir 2017 Laboratorium UMY



Gambar 5.13 Grafik Distribusi ukuran butir Jembatan Srandakan hari ke-3

Untuk nilai dari diameter butiran halus pengujian titik tinjau Srandakan 29 Maret 2017 adalah:

$$D_{10} = 0,100 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 0,211 \text{ mm}$$

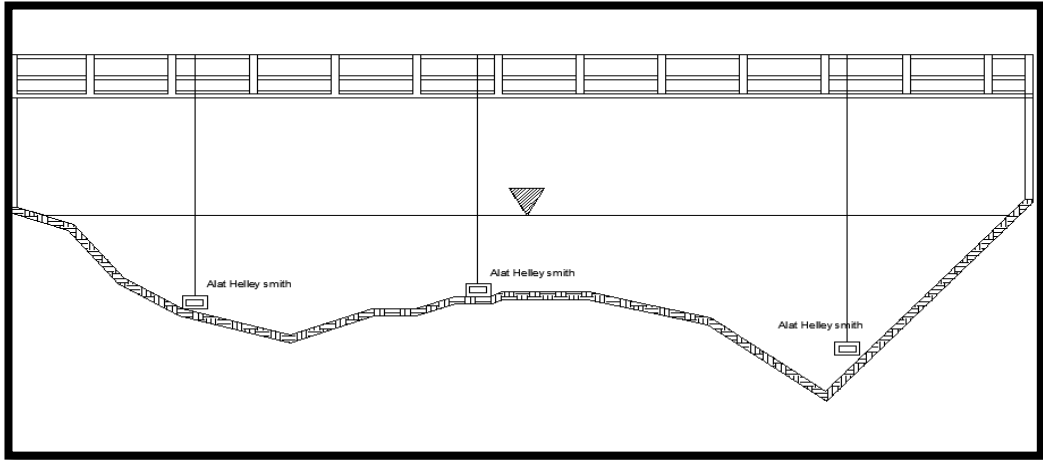
$$D_{50} = 0,282 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 0,337 \text{ mm}$$

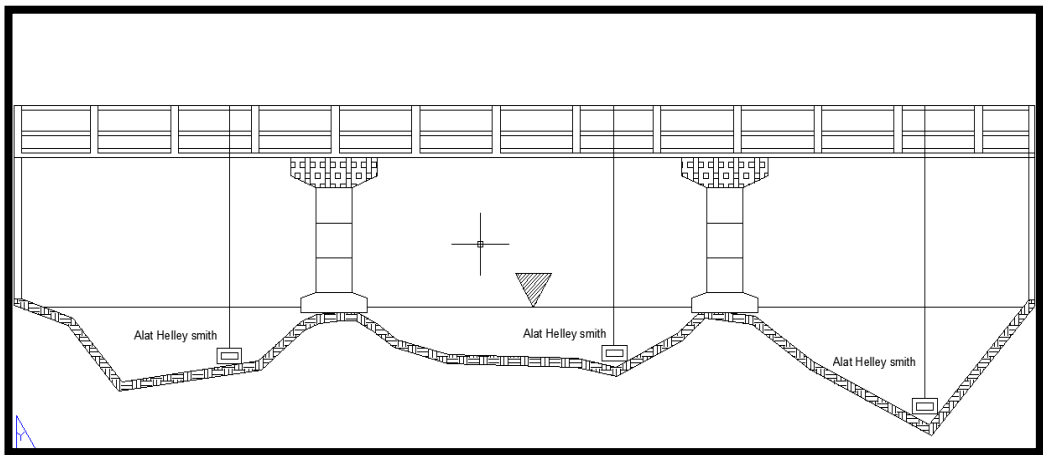
$$D_{90} = 0,545 \text{ mm}$$

D. Angkutan Sedimen

Penelitian angkutan sedimen dasar ini merupakan penelitian langsung di lapangan, pengambilan sampelnya menggunakan alat *Helley Smith*. Penelitian ini meninjau dua titik yaitu Jembatan Bantar dan Jembatan Srandakan. Untuk mendapatkan nilai sedimen yang mendekati kondisi aslinya harus terlebih dahulu dilakukan modifikasi alat dan efisiensi alat dalam hal ini adalah *Helley Smith*.



Gambar 5.14 Pengambilan sampel sedimen dasar Jembatan Bantar



Gambar 5.15 Pengambilan sampel sedimen dasar Jembatan Srandakan

1. Perhitungan Efisiensi Alat *Helley Smith*

$$e = \frac{Ka}{Kr} \dots\dots\dots(5.6)$$

keterangan:

e = efisiensi alat ukur muatan sedimen dasar (%)

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

Kr = Kuantitas sedimen yang terangkut apabila tempat pengukuran tidak diletakkan alat ukur muatan sedimen dasar.

$$e = \frac{0,261}{0,35} \times 100\%$$

= 74,57 % \approx 70% diambil nilai tengahnya (Nilai efisiensi alat antara 40% - 100%).

2. Analisis Debit Sedimen Setelah Dimodifikasi

Jumlah angkutan sedimen yang terangkut alat *Helley Smith* pada semua titik tinjau dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

$$Qb = \frac{100 W}{e.b.t} \dots\dots\dots(5.7)$$

Keterangan:

qb = Debit muatan sedimen dasar per unit lebar setelah dimodifikasi 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.

a. Perhitungan Debit Sedimen Titik Tinjau Jembatan Bantar 16 Maret 2017

$$\begin{aligned} qb &= \frac{100 \times 1,218}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,1208 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Debit Sedimen Titik Tinjau Jembatan Bantar 17 Maret 2017

$$\begin{aligned} qb &= \frac{100 \times 0,893}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,0886 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Debit Sedimen Titik Tinjau Jembatan Bantar 19 Maret 2017

$$\begin{aligned} qb &= \frac{100 \times 1,171}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,1161 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Debit Sedimen Titik Tinjau Jembatan Srandakan 27 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Penampang A, } qb &= \frac{100 \times 2,439}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,2420 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penampang B, } qb &= \frac{100 \times 0,117}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,0116 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

e. Perhitungan Debit Sedimen Titik Tinjau Jembatan Srandakan 28 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Penampang A, } qb &= \frac{100 \times 3,063}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,3039 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penampang B, } qb &= \frac{100 \times 0,519}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,0515 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

- f. Perhitungan Debit Sedimen Titik Tinjau Jembatan Srandakan 29 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Penampang A, } qb &= \frac{100 \times 3,574}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,3546 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penampang B, } qb &= \frac{100 \times 0,636}{0,7 \times 0,2 \times 7200} \\ &= 0,0631 \text{ kg/jam/m} \end{aligned}$$

3. Jumlah Angkutan Sedimen Penampang Penuh

$$Y_2 = \frac{X_2 \times Y_1}{X_1} \dots\dots\dots(5.8)$$

Dimana :

X_1 = Luas mulut alat angkutan sedimen dasar, *Helley Smith* (m²)

Y_1 = Jumlah sedimen yang terangkut alat, *Helley Smith* (kg/jam)

X_2 = Luas penampang basah sungai (m²)

Y_2 = Jumlah sedimen yang terbawa aliran sungai (kg/m)

- a. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Bantar 16 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen} &= \frac{(190,835 \times 0,1208)}{0,02} \\ &= 1153,397 \text{ kg/jam} \\ &= 27,681 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Bantar 17 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen} &= \frac{(162,7664 \times 0,0886)}{0,02} \\ &= 721,428 \text{ kg/jam} \\ &= 17,314 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

- c. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Bantar 19 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen} &= \frac{(170,8725 \times 0,1161)}{0,02} \\ &= 992,543 \text{ kg/jam} \\ &= 23,821 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Srandakan 27 Maret 2017

$$\begin{aligned}\text{Angkutan sedimen penampang A} &= \frac{(165,96 \times 0,240)}{0,02} \\ &= 2007,819 \text{ kg/jam} \\ &= 48,187 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Angkutan sedimen penampang B} &= \frac{(127 \times 0,0116)}{0,02} \\ &= 73,960 \text{ kg/jam} \\ &= 1,775 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

e. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Srandakan 28 Maret 2017

$$\begin{aligned}\text{Angkutan sedimen penampang A} &= \frac{(174 \times 0,3039)}{0,02} \\ &= 2643,660 \text{ kg/jam} \\ &= 63,447 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Angkutan sedimen penampang B} &= \frac{(117,72 \times 0,0515)}{0,02} \\ &= 303,058 \text{ kg/jam} \\ &= 7,273 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

f. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Srandakan 29 Maret 2017

$$\begin{aligned}\text{Angkutan sedimen penampang A} &= \frac{(182,88 \times 0,3546)}{0,02} \\ &= 3242,128 \text{ kg/jam} \\ &= 77,811 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Angkutan sedimen penampang B} &= \frac{(131,22 \times 0,0631)}{0,02} \\ &= 413,967 \text{ kg/jam} \\ &= 9,935 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

4. Jumlah Angkutan Sedimen Penampang 1/8 h

Menurut Mulyandari, E (Tugas S2) perhitungan angkutan sedimen terdapat tiga lapisan yaitu sedimen melayang, dasar dan permukaan. Maka dapat diasumsikan dengan meninjau penampang yang berada di 1/8 dari kedalaman sungai. Dalam analisis hitungan tugas akhir ini diambil 1/8 dari kedalaman sungai misal, kedalaman 4 meter maka perhitungan sedimennya 0,5 meter. Nilai ini sebagai pembanding dengan perhitungan metode empiris.

$$Y_2 = \frac{X_2 - Y_1}{X_1} \dots\dots\dots(5.9)$$

Dimana :

X_1 = Luas mulut alat angkutan sedimen dasar, *Helley Smith* (m^2)

Y_1 = Jumlah sedimen yang terangkut alat, *Helley Smith* (kg/jam)

X_2 = Luas penampang basah sungai (m^2)

Y_2 = Jumlah sedimen yang terbawa aliran sungai (kg/m)

a. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Bantar 16 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen} &= \frac{(23,2694 \times 0,1208)}{0,02} \\ &= 140,639 \text{ kg/jam} \\ &= 3,375 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Bantar 17 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen} &= \frac{(20,3458 \times 0,0886)}{0,02} \\ &= 90,178 \text{ kg/jam} \\ &= 2,164 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Bantar 19 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen} &= \frac{(21,8294 \times 0,1161)}{0,02} \\ &= 126,8 \text{ kg/jam} \\ &= 3,043 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Srandakan 27 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen penampang A} &= \frac{(20,88 \times 0,242)}{0,02} \\ &= 252,6107 \text{ kg/jam} \\ &= 6,062 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen penampang B} &= \frac{(14,715 \times 0,0116)}{0,02} \\ &= 8,5399 \text{ kg/jam} \\ &= 0,205 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

e. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Srandakan 28 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen penampang A} &= \frac{(21,765 \times 0,3039)}{0,02} \\ &= 330,685 \text{ kg/jam} \\ &= 7,936 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen penampang B} &= \frac{(15,93 \times 0,0515)}{0,02} \\ &= 41,0102 \text{ kg/jam} \\ &= 0,984 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

f. Perhitungan Angkutan Sedimen Titik Jembatan Srandakan 29 Maret 2017

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen penampang A} &= \frac{(22,9725 \times 0,3546)}{0,02} \\ &= 407,2605 \text{ kg/jam} \\ &= 9,774 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angkutan sedimen penampang B} &= \frac{(16,4025 \times 0,0631)}{0,02} \\ &= 51,746 \text{ kg/jam} \\ &= 1,241 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen Penuh

	TINJAU	Tampungang Alat (kg/jam)	Angkutan Sedimen (ton/hari)
PENUH	BANTAR 1	0,1208	27,681
	BANTAR 2	0,0886	17,314
	BANTAR 3	0,1161	23,821
	SRANDAKAN PENAMPANG A (1)	0,2420	48,187
	SRANDAKAN PENAMPANG B (1)	0,0116	1,775
	SRANDKAN PENAMPANG A (2)	0,3039	63,447
	SRANDKAN PENAMPANG B (2)	0,0515	7,273
	SRANDKAN PENAMPANG A (3)	0,3546	77,811
	SRANDKAN PENAMPANG B (3)	0,0631	9,935

Sumber : Analisis hitungan Tugas Akhir 2017

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen 1/8 h

	TINJAU	Tampungang Alat (kg/jam)	Angkutan Sedimen (ton/hari)
1/8 h	BANTAR 1	0,1208	3,375
	BANTAR 2	0,0886	2,164
	BANTAR 3	0,1161	3,043
	SRANDKAN PENAMPANG A (1)	0,2420	6,062
	SRANDKAN PENAMPANG B (1)	0,0116	0,205
	SRANDKAN PENAMPANG A (2)	0,3039	7,936
	SRANDKAN PENAMPANG B (2)	0,0515	0,984
	SRANDKAN PENAMPANG A (3)	0,3546	9,774
	SRANDKAN PENAMPANG B (3)	0,0631	1,242

Sumber : Analisis hitungan Tugas Akhir 2017

E. Analisis Korelasi Sederhana

Dengan menggunakan data perhitungan debit dan angkutan sedimen, dapat dicari korelasi (hubungan) apakah positif, negatif, atau *uncorrelated*.

$$r = \frac{\sum(x - \bar{X})(y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{X})^2 \sum(y - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots(5.10)$$

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})}} \dots\dots\dots(5.11)$$

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.

1. Perhitungan Titik Tinjau Jembatan Bantar

Untuk mendapatkan nilai “r” dibutuhkan tabel bantuan perhitungan di bawah ini:

Tabel 5.12 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	158,727	1153,397	183075,245	25194,260	1330324,64
2	99,647	721,428	71888,136	9929,524	520458,35
3	110,115	992,543	109293,87	12125,313	985141,607
Σ	368,489	2867,368	364257,254	47249,098	2835924,6
Rerata	122,829	955,7893	121419,08	15749,69	945308,20

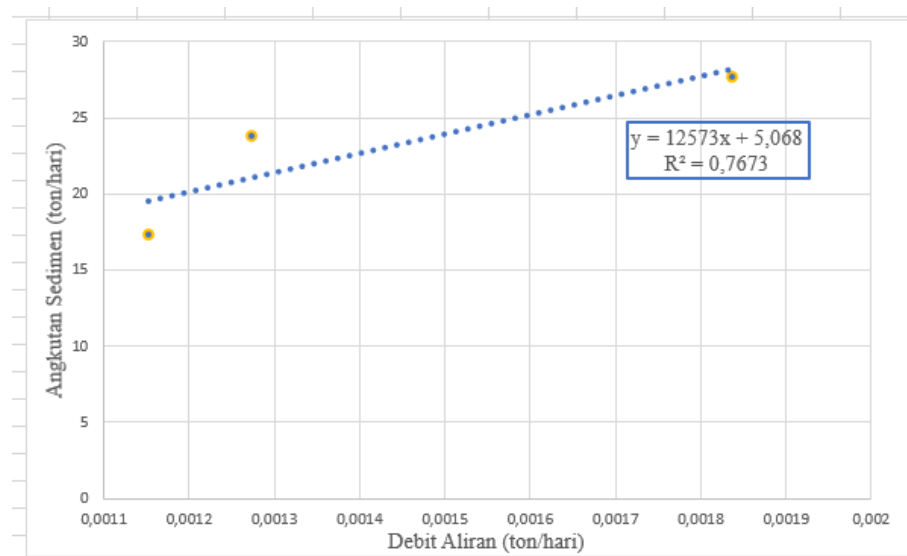
Sumber: Analisis hitungan Tugas Akhir 2017

Dari tabel di atas langsung dimasukkan ke dalam Persamaan (5.11) berikut:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{364257,254 - \frac{368,489 \times 2867,368}{3}}{\sqrt{\left(47249,098 - \frac{368,489^2}{3}\right)\left(2835924,6 - \frac{2867,368^2}{3}\right)}} \\
 &= \frac{12059,398}{13765,1323} \\
 &= 0,88 \text{ (positif)}
 \end{aligned}$$

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

Kesimpulannya besar debit aliran dan angkutan sedimen dasar saling berkaitan secara linier atau eksponensial (berbanding lurus). Apabila nilai debit naik maka nilai angkutan sedimen juga akan naik.



Gambar 5.16 Grafik hubungan antara Debit dengan Angkutan Sedimen Dasar Jembatan Bantar

2. Perhitungan Titik Tinjau Jembatan Srandakan

Untuk mendapatkan nilai “r” dibutuhkan tabel bantuan perhitungan di bawah ini:

Tabel 5.13 Perhitungan Bantuan Analisis Korelasi Sederhana (Srandakan)

Srandakan Penampang Penuh					
No	Debit, m ³ /s (X)	Sedimen Dasar kg/jam (Y)	X.Y	X ²	Y ²
1 (A)	166,604	2007,819	334510,677	27756,893	4031337,1
(B)	127,934	73,96	9461,99864	16367,108	5470,0816
2 (A)	198,505	2643,66	524779,728	39404,235	6988938,2
(B)	134,299	303,058	40700,3863	18036,221	91844,151
3 (A)	183,589	3242,128	595219,037	33704,921	10511394
(B)	131,729	413,967	54531,4589	17352,529	171368,68
Σ	942,66	8684,592	1559203,29	152621,91	21800352
Rerata	157,11	1447,432	259867,214	25436,985	3633392

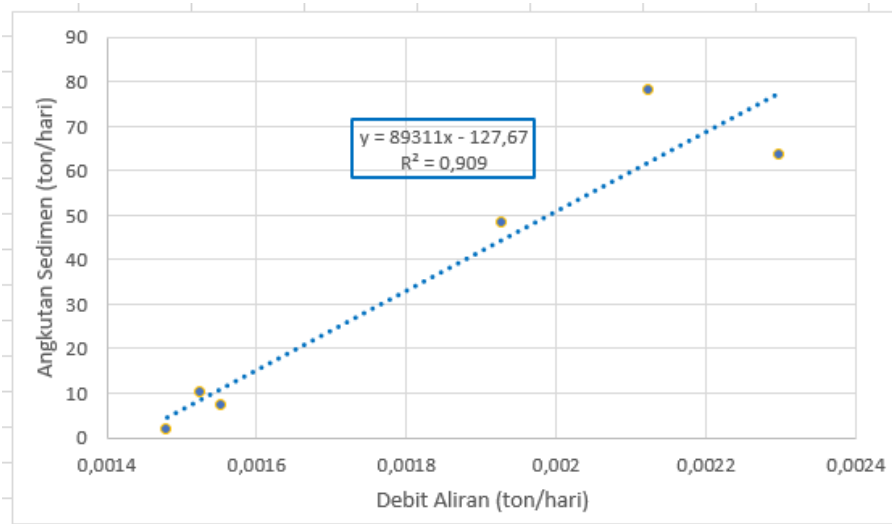
Sumber: Analisis hitungan Tugas Akhir 2017

Dari tabel di atas langsung dimasukkan ke dalam Persamaan (5.11) berikut:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{1559203,29 - \frac{942,66 \times 8684,592}{6}}{\sqrt{\left(152621,91 - \frac{942,66^2}{6}\right)\left(21800352 - \frac{8684,592^2}{6}\right)}} \\
 &= \frac{194767,0409}{204267,2129} \\
 &= 0,953 \text{ (positif)}
 \end{aligned}$$

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

Kesimpulannya besar debit aliran dan angkutan sedimen dasar saling berkaitan secara linier atau eksponensial (berbanding lurus). Apabila nilai debit naik maka nilai angkutan sedimen juga akan naik.



Gambar 5.17 Grafik hubungan antara debit dengan angkutan sedimen dasar Jembatan Srandakan