

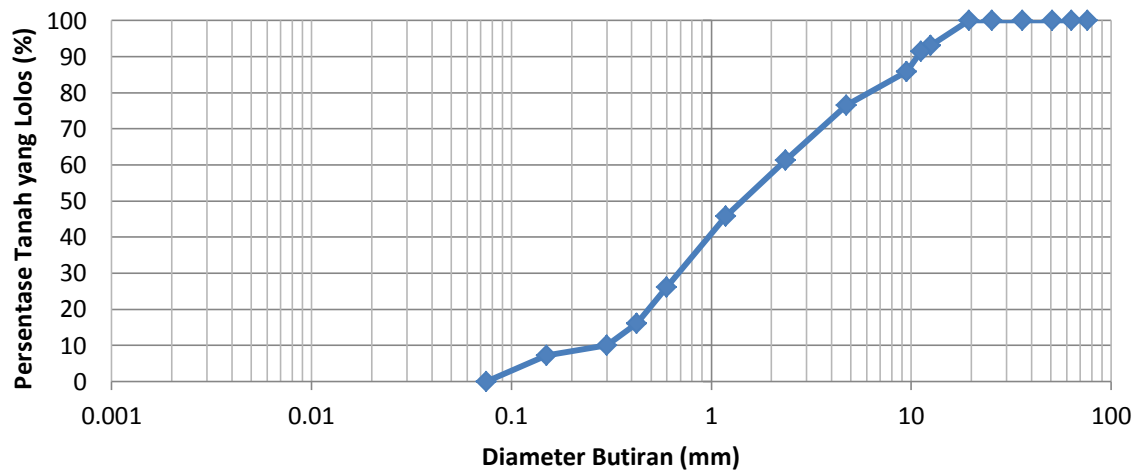
# **LAMPIRAN 1**

## **DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN**

Tabel Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar

Lokasi asal sampel	Sungai Progo segmen Kebon Agung II				
Jenis sampel	Sedimen dasar sungai				
Berat sampel yang di uji	500 gram				
Tanggal pengujian	30 Maret 2017				
Lokasi pengujian	Laboratorium teknik sipil UMY				
Analisis Distribusi Ukuran Butiran					
Diamter	Berat				
(mm)	Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Komulatif (gr)	Komulatif (%)	Lolos (%)
76.2	-	-	-	-	100
63.5	-	-	-	-	100
50.8	-	-	-	-	100
36.1	-	-	-	-	100
25.4	-	-	-	-	100
19.1	-	-	-	-	100
12.5	34,56	6,91	34,56	6,91	93,09
11.2	8,27	1,65	42,83	8,56	91,44
9.52	28,04	5,61	70,87	14,17	85,83
4.75	46,17	9,23	117,04	23,4	76,6
2.36	76,11	15,22	193,15	38,62	61,38
1.18	77,82	15,56	270,97	54,18	45,82
0.6	98,45	19,69	369,42	73,87	26,13
0.425	50,15	10,03	419,57	83,9	16,1
0,3	25,55	5,11	445,12	89,01	10,01
0.15	18,56	3,71	463,68	92,71	7,29
0.075	35,77	7,15	500	100	0
jumlah	500	100			

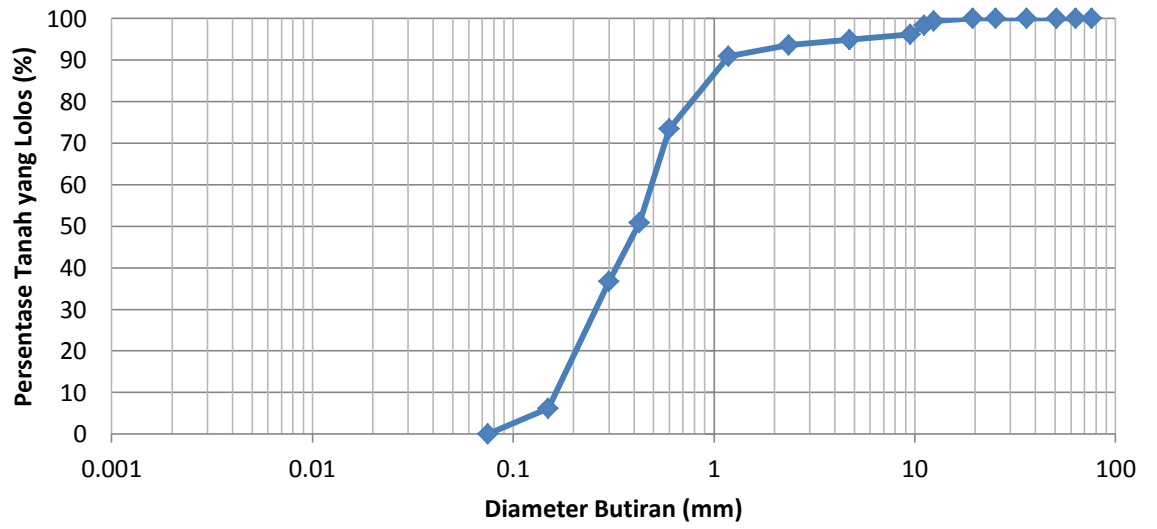
**Grafik distribusi ukuran butiran Kebon Agung II**



Tabel Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar

Lokasi asal sampel	Sungai Progo segmen Jembatan Bantar				
Jenis sampel	Sedimen dasar sungai				
Berat sampel yang di uji	500 gram				
Tanggal pengujian	30 Maret 2017				
Lokasi pengujian	Laboratorium teknik sipil UMY				
Analisis Distribusi Ukuran Butiran					
Diamter	Berat				
(mm)	Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Komulatif (gr)	Komulatif (%)	Lolos (%)
76.2	-	-	-	-	100
63.5	-	-	-	-	100
508	-	-	-	-	100
36.1	-	-	-	-	100
25.4	-	-	-	-	100
19.1	-	-	-	-	100
12.7	2,76	0,55	2,76	0,55	99,45
11.2	5,12	1,02	7,88	1,57	98,43
9.52	10,83	2,17	18,71	3,74	96,26
4.75	6,49	1,30	25,2	5,04	94,96
2.36	6,81	1,36	32,01	6,4	93,6
1.18	13,10	2,62	45,11	9,02	90,98
0.6	87,74	17,55	132,85	26,57	73,43
0.425	112,48	22,50	245,33	49,07	50,93
0,3	71,02	14,20	316,35	63,27	36,73
0.15	152,68	30,54	469,03	93,81	6,19
0.075	30,66	6,13	500	100	0
jumlah	500	100			

**Grafik distribusi ukuran butiran Jembatan Bantar**



**LAMPIRAN 2**

**HIDROMETRI**

**Contoh perhitungan diambil dari data pada lokasi Kebon Agung II.**

1. Perhitungan Hidrometri

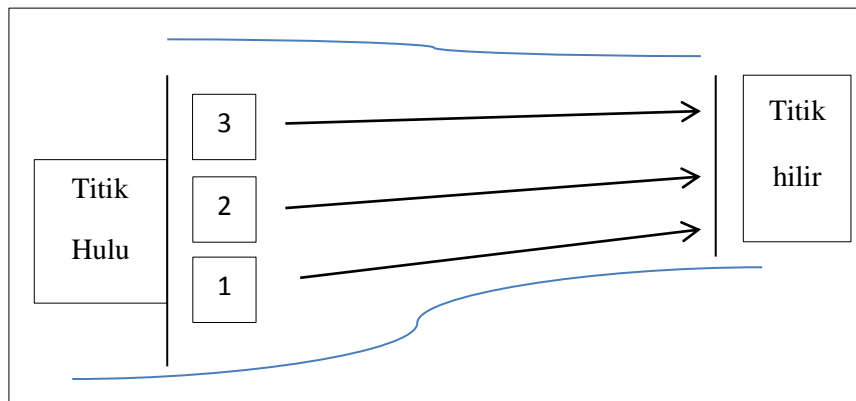
a. Kecepatan aliran

Pengukuran hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan aliran ( $v$ ), debit aliran ( $Q$ ) dan angkutan sedimen. Data di pengukuran dilapangan Sungai Progo Hilir di tampilkan pada Tabel

Tabel Hasil pengukuran dilapangan titik 1 Sungai Progo Hilir

aliran	
$L = \text{jarak (m)}$	$t = \text{waktu (d)}$
10	12,94
10	12,88
10	12,86

*Sumber : Hasil Analisis Penelitian (2017)*



Gambar Ilustrasi pengambilan data kecepatan aliran

$$\text{Kecepatan aliran, } V = \frac{L}{T}$$

dengan :

$V$  = kecepatan aliran (m/detik)

$L$  = jarak (meter)

$T$  = waktu (detik)

Contoh perhitungan kecepatan aliran pada Sungai Progo di titik Kebon Agung II :

$$\text{Aliran} = \left( \frac{10}{12,94} + \frac{10}{12,88} + \frac{10}{12,86} \right)$$

$$\text{V permukaan} = \left( \frac{0,77+0,78+0,78}{3} \right)$$

$$= 0,78 \text{ m/detik}$$

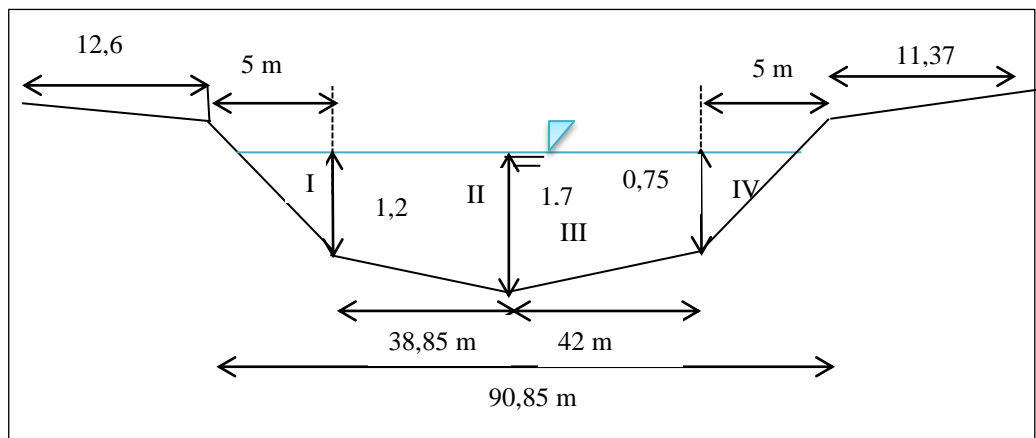
Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan faktor koreksi C untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil dari rata-rata dari nilai 0,85-0,95.

$$\text{V rata-rata Aliran} = 0,78 \cdot 0,90$$

$$= 0,70 \text{ m/detik}$$

b. Luas penampang basah aliran sungai

Dari pengukuran di lapangan pada lokasi Kebon Agung II diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran bagian kanan = 0,75 m, kedalaman aliran bagian tengah = 1,7 m, kedalaman aliran bagian kiri = 1,2 lebar dasar saluran = 90,85 m.



Contoh perhitungan luas penampang aliran segmen Kebon Agung II

$$\begin{aligned} \text{Luas Segmen I: } A &= \frac{\text{Alas} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{1,2 \times 5}{2} \end{aligned}$$



$$= 3 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Segmen II : } A &= \frac{\text{Jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{(1,2+1,7) \times 38,85}{2} \\ &= 71,8725 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Segmen III : } A &= \frac{\text{Jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{(0,75+1,7) \times 42}{2} \\ &= 51,45 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Segmen IV: } A &= \frac{\text{Alas} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{0,75 \times 5}{2} \\ &= 1,875 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Debit

$$Q = A \times V \dots\dots\dots \text{persamaan 3.5}$$

dengan :

$$Q = \text{debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{luas penampang aliran (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/detik)}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ &= 128,1975 \times 0,70 \\ &= 89,74 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Analisis perhitungan morfologi segmen Kebon Agung II

a. Menghitung *Entrenchment Ratio* =  $\frac{\text{lebar aliran banjir (Wfpa)}}{\text{lebar aliran sungai (Wbkt)}}$

$$= \frac{108,56}{90,85}$$

$$= 1,19 \text{ (Tipe A, F,G)}$$

b. Menghitung *Width/Dept Ratio (W/D Ratio)* =  $\frac{\text{lebar aliran sungai (Wbkf)}}{\text{kedalaman aliran (Dbkf)}}$

$$= \frac{90,85}{1,7}$$

$$= 53,44 \text{ ( Tipe D)}$$

c. Menghitung kemiringan sungai (*Slope*)

Menghitung kemiringan dilakukan per titik tinjauan dengan jarak 10 meter dan pengambilan data di lakukan jarak total 100 meter.

$$\text{Kemiringan sungai aliran} = \frac{\text{Elevasi atas} - \text{Elevasi bawah}}{\text{jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{91}{100} \times 100\%$$

$$= 0,091 \% \rightarrow \text{(Tipe DA)}$$

**Contoh perhitungan diambil dari data pada lokasi Jembatan Bantar.**

1. Perhitungan Hidrometri

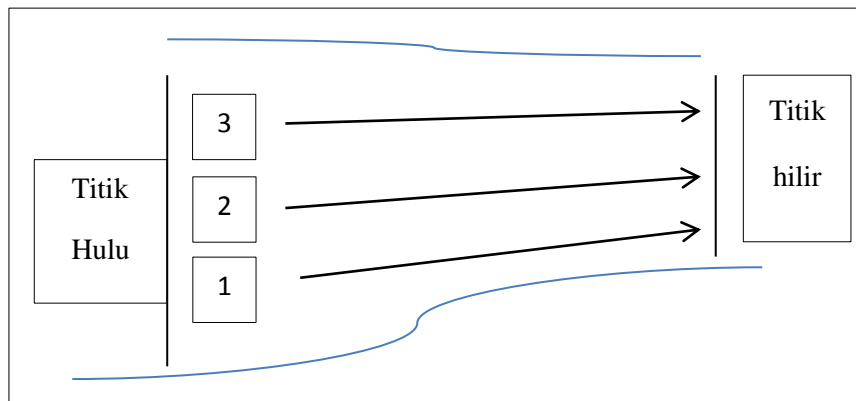
a. Kecepatan aliran

Pengukuran hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan aliran ( $v$ ), debit aliran ( $Q$ ) dan angkutan sedimen. Data di pengukuran dilapangan Sungai Progo Hilir di tampilkan pada Tabel

Tabel Hasil pengukuran dilapangan titik 3 Sungai Progo Hilir

aliran	
$L = \text{jarak (m)}$	$t = \text{waktu (d)}$
10	21,56
10	19,73
10	22,29

*Sumber : Hasil Analisis Penelitian (2017)*



Gambar Ilustrasi pengambilan data kecepatan aliran

$$\text{Kecepatan aliran, } V = \frac{L}{T}$$

dengan :

$V$  = kecepatan aliran (m/detik)

$L$  = jarak (meter)

$T$  = waktu (detik)

Contoh perhitungan kecepatan aliran pada Sungai Progo di titik Kebon Agung I :

$$\text{Aliran} = \left( \frac{10}{21,56} + \frac{10}{19,73} + \frac{10}{22,29} \right)$$

$$\text{V permukaan} = \left( \frac{0,46+0,51+0,45}{3} \right)$$

$$= 0,47 \text{ m/detik}$$

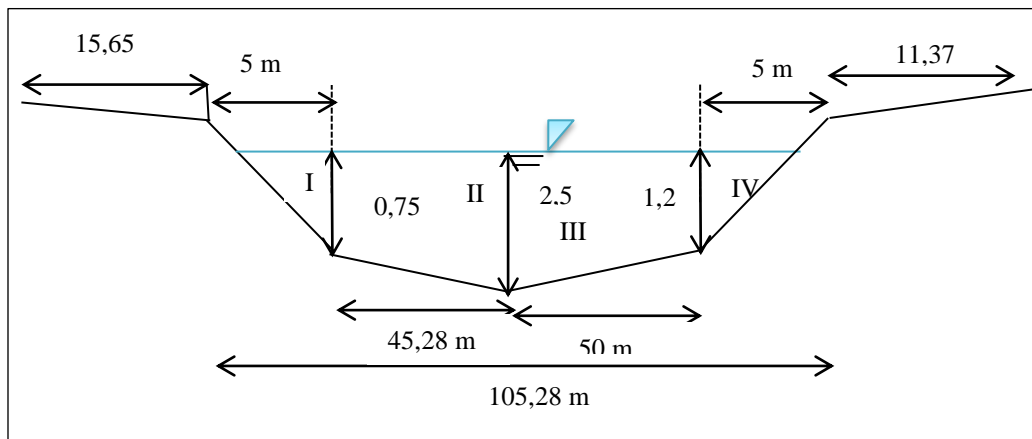
Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan faktor koreksi C untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil dari rata-rata dari nilai 0,85-0,95.

$$\text{V rata-rata Aliran} = 0,47 \cdot 0,90$$

$$= 0,423 \text{ m/detik}$$

b. Luas penampang basah aliran sungai

Dari pengukuran di lapangan pada lokasi Jembatan Bantar diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran bagian kanan = 1,2 m, kedalaman aliran bagian tengah = 2,5 m, kedalaman aliran bagian kiri = 0,75 m, lebar dasar saluran = 105,28 m.



Gambar 5.4 Sketsa Penampang Melintang Sungai Progo titik Jembatan Bantar

Contoh perhitungan luas penampang aliran segmen Jembatan Bantar

$$\begin{aligned}\text{Luas Segmen I : } A &= \frac{\text{Alas} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{0,75 \times 5}{2} \\ &= 1,875 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Segmen II : } A &= \frac{\text{Jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{(0,75+2,5) \times 45,28}{2} \\ &= 73,58 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Segmen III : } A &= \frac{\text{Jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{(1,2+2,5) \times 50}{2} \\ &= 92,5 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Segmen IV : } A &= \frac{\text{Alas} \times \text{tinggi}}{2} \\ &= \frac{1,2 \times 5}{2} \\ &= 3 \text{ m}^2\end{aligned}$$

d. Debit

$$Q = A \times V \dots\dots\dots \text{persamaan 3.5}$$

dengan :

$$Q = \text{debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{luas penampang aliran (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/detik)}$$

$$\begin{aligned}Q &= A \cdot V \\ &= 170,955 \times 0,423 \\ &= 72,32 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

2. Analisis perhitungan morfologi segmen Jembatan Bantar

$$\begin{aligned}\text{d. Menghitung } \textit{Entrenchment Ratio} &= \frac{\text{lebar aliran banjir (Wfpa)}}{\text{lebar aliran sungai (Wbkt)}} \\ &= \frac{113,56}{105,28}\end{aligned}$$

$$= 1,08 \text{ (Tipe A, F,G)}$$

e. Menghitung *Width/Dept Ratio (W/D Ratio)* =  $\frac{\text{lebar aliran sungai (Wbkf)}}{\text{kedalaman aliran (Dbkf)}}$

$$= \frac{105,28}{2,5}$$
$$= 42,112 \text{ ( Tipe D)}$$

f. Menghitung kemiringan sungai (*Slope*)

Menghitung kemiringan dilakukan per titik tinjauan dengan jarak 10 meter dan pengambilan data di lakukan jarak total 100 meter.

$$\text{Kemiringan sungai aliran} = \frac{\text{Elevasi}}{\text{jarak}} \times 100\%$$

$$= \frac{63}{100} \times 100\%$$

$$= 0,063 \% \rightarrow \text{(Tipe DA)}$$

Lokasi	Titik	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan permukaan (m/detik)	Faktor koreksi	Debit aliran (m <sup>3</sup> /detik)
<b>Kebon Agung II</b>	1	10	12,94	0,78	0,90	89,74
		10	12,88			
		10	12,86			
		Kedalaman aliran (m)	Lebar aliran (m)	Luas penampang (m <sup>2</sup> )	Kecepatan Aliran (m/detik)	
		1,7	90,85	128,1975	0,70	

Lokasi	Titik	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan permukaan (m/detik)	Faktor koreksi	Debit aliran (m <sup>3</sup> /detik)
<b>Kebon Agung I</b>	2	10	10,39	0,973	0,90	70,82
		10	9,79			
		10	10,7			
		Kedalaman aliran (m)	Lebar aliran (m)	Luas penampang (m <sup>2</sup> )	Kecepatan Aliran (m/detik)	
		0,97	95,92	80,84	0,876	

Lokasi	Titik	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan permukaan (m/detik)	Faktor koreksi	Debit aliran (m <sup>3</sup> /detik)
<b>Jembatan Bantar</b>	3	10	21,56	0,47	0,90	72,32
		10	19,73			
		10	22,29			
		Kedalaman aliran (m)	Lebar aliran (m)	Luas penampang (m <sup>2</sup> )	Kecepatan Aliran (m/detik)	
		1,2	105,28	170,955	0,423	

**LAMPIRAN 3**  
**PERHITUNGAN POROSITAS**



## Contoh perhitungan porositas material dasar sungai pada segmen Kebon Agung II

- a. Pengujian gradasi  $p_{sj}$  (proporsi kelas  $j$ )

$$\begin{aligned} P_{sj} \text{ (proporsi) kelas 1} &= \frac{\% \text{ komulatif}}{100} \\ &= \frac{6,91}{100} \\ &= 0,0676 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter butiran kelas 1} &= \sqrt{(d_{d_1} \times d_{d_2})} \\ &= \sqrt{(0,000075 \times 0,00015)} \\ &= 0,00011 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Tipe distribusi ukuran butiran ditentukan berdasarkan nilai parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  (*gamma* dan *beta*)

$$\gamma = \frac{\log d_{max} - \log d_{50}}{\log d_{max} - \log d_{min}}$$

$$\beta = \frac{\log d_{max} - \log d_{peak}}{\log d_{max} - \log d_{min}}$$

dengan :

$\gamma$  = (*gamma*) parameter untuk menentukan jenis/tipe distribusi ukuran butir

$\beta$  = (*beta*) parameter untuk menentukan jenis/tipe distribusi ukuran butir.

$d_{max}$  = diameter maksimal

$d_{min}$  = diameter minimal

$d_{50}$  = diameter tengah

$d_{\text{peak}}$  = diameter puncak

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{\log d_{\text{max}} - \log d_{50}}{\log d_{\text{max}} - \log d_{\text{min}}} \\ &= \frac{\log 0,0125 - \log 0,00066}{\log 0,0125 - \log 0,000075} \\ &= 0,5749\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{\log d_{\text{max}} - \log d_{\text{peak}}}{\log d_{\text{max}} - \log d_{\text{min}}} \\ &= \frac{\log 0,0125 - \log 0,00055}{\log 0,0125 - \log 0,000075} \\ &= 0,6105\end{aligned}$$

Dari hasil parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  (*gamma* dan *beta*) dan grafik yang di tunjukkan pada Gambar 3.20. maka kemudian dapat diketahui jenis distribusi ukuran butiran berdasarkan diagram hubungan antara  $\gamma$  dan  $\beta$  dengan indikasi tipe distribusi M Talbot, Log normal, anti Talbot. Dari diagram tersebut diketahui bahwa jenis distribusi ukuran butirnya adalah Log normal. Tipe distribusi ukuran butir Log normal adalah yang sering terjadi jika material dasar sungai dominan butiran seragam berupa material kasar dan material halus.

- c. Diameter median ( $d_{\text{mean}}$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}d_{\text{mean}} &= (d_j \times p_{sj}) \\ &= (0,00011 \times 0,0691) \\ &= 0,000007\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama kemudian dihitung diameter median ( $d_{\text{mean}}$ ) seluruh fraksi kemudian dijumlahkan seluruhnya.

$$\begin{aligned}d_{\text{mean total}} &= (\Sigma d_{\text{mean}}) \\ &= 0,0036\end{aligned}$$

d. Menghitung  $Ln$  (diameter fraksi 1)

$$\begin{aligned}Ln(d_j) &= Ln(0,00011) \\ &= -9,12\end{aligned}$$

e. Menghitung  $Ln$  (diameter median)

$$\begin{aligned}Ln(d) &= Ln(0,0036) \\ &= -5,63\end{aligned}$$

f. Standar Deviasi ( $\sigma_L$ )

$$\begin{aligned}\sigma_L d_j &= (Ln(d_j) - Ln(d))^2 \cdot P_{sj} \\ &= (Ln(-9,12) - Ln(-5,63))^2 \cdot 0,0691 \\ &= 0,8416\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, dihitung standar deviasi diameter seluruh fraksi, setelah nilai standar deviasi diameter seluruh fraksi diketahui, selanjutnya nilai Standar Deviasi dijumlahkan. Hasil perhitungan standar deviasi pada titik Kebon Agung II dapat dilihat pada Tabel 5.7.

g. Setelah mencari nilai  $d_{50}/d_g$  dengan menentukan batas atas (*upper boundary*) dan batas bawah (*under boundary*) dari komulatif distribusi ukuran butiran.

$$\text{Batas atas} = 54,02, \text{ diameter} = 0,00118$$

$$\text{Batas bawah} = 38,00, \text{ diameter} = 0,0006$$

$$\begin{aligned}d_{50} &= d_{\text{batas bawah}} + \left( \frac{50 - \text{batas bawah}}{\text{batas atas} - \text{batas bawah}} \right) \cdot (d_{\text{batas atas}} - d_{\text{batas bawah}}) \\ &= 0,0006 + \left( \frac{50 - 38,00}{54,02 - 38,00} \right) \cdot (0,00118 - 0,0006) \\ &= 0,0010\end{aligned}$$

h. Nilai puncak diambil dari proporsi terbanyak pada distribusi ukuran butiran

$$d_{\text{puncak}} / d_{\text{peak}} = 0,00055$$

- i. Setelah  $\Sigma \sigma_L$  diketahui maka besaran nilai porositas material dasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$n_T(x\%) = \frac{\text{Ln}(f(d_{x\%}))}{\text{Ln}\left(\frac{\log d_{x\%} - \log d_{min}}{\log d_{max} - \log d_{min}}\right)} \dots\dots\dots \text{persamaan 3.29}$$

dengan :

$n_T$  = angka Talbot

$d_{x\%}$  = persentase angka Talbot

$$\begin{aligned} n_T(16\%) &= \frac{\text{Ln}(f(0,00021))}{\text{Ln}\left(\frac{\log 0,00021 - \log 0,000075}{\log 0,0125 - \log 0,000075}\right)} \\ &= 0,3301 \end{aligned}$$

- j. Kemudian dicari nilai  $n_T$  (16%),  $n_T$  (25%),  $n_T$  (50%),  $n_T$  (75%),  $n_T$  (85%), dan nilai  $n_T$  rata-rata.

$$\begin{aligned} n_T &= \frac{n_T(16\%) + n_T(25\%) + n_T(50\%) + n_T(75\%) + n_T(85\%)}{5} \\ &= \frac{n_T(0,3301) + n_T(0,2652) + n_T(0,1712) + n_T(0,2635) + n_T(0,5087)}{5} \\ &= 0,3077 \end{aligned}$$

- k. Setelah nilai  $n_T$  rata-rata diketahui, selanjutnya nilai porositas dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} d_{max}/d_{min} &= 0,0125/0,000075 \\ &= 166,67 \end{aligned}$$

Karena nilai  $d_{max}/d_{min} > 100$  maka persamaan yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \gamma &= 0,0125 \times n_T \text{ rata-rata} + 0,3 \\ &= 0,0125 \times 0,3077 + 0,3 \\ &= 0,3039 \end{aligned}$$

- l. Jadi nilai porositas pada titik Kebon Agung I adalah 0,3039 (30,39)

## Contoh perhitungan porositas material dasar sungai pada segmen Jembatan Bantar

- a. Pengujian gradasi  $p_{sj}$  (proporsi kelas  $j$ )

$$\begin{aligned} P_{sj} \text{ (proporsi) kelas 1} &= \frac{\% \text{ komulatif}}{100} \\ &= \frac{0,55}{100} \\ &= 0,0055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter butiran kelas 1} &= \sqrt{(dd_1 \times dd_2)} \\ &= \sqrt{(0,000075 \times 0,00015)} \\ &= 0,00011 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Tipe distribusi ukuran butiran ditentukan berdasarkan nilai parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  (*gamma* dan *beta*)

$$\gamma = \frac{\log d_{max} - \log d_{50}}{\log d_{max} - \log d_{min}}$$

$$\beta = \frac{\log d_{max} - \log d_{peak}}{\log d_{max} - \log d_{min}}$$

dengan :

$\gamma$  = (*gamma*) parameter untuk menentukan jenis/tipe distribusi ukuran butir

$\beta$  = (*beta*) parameter untuk menentukan jenis/tipe distribusi ukuran butir.

$d_{max}$  = diameter maksimal

$d_{min}$  = diameter minimal

$d_{50}$  = diameter tengah

$d_{\text{peak}}$  = diameter puncak

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{\log d_{\text{max}} - \log d_{50}}{\log d_{\text{max}} - \log d_{\text{min}}} \\ &= \frac{\log 0,0125 - \log 0,0063}{\log 0,0125 - \log 0,000075} \\ &= 0,1339\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{\log d_{\text{max}} - \log d_{\text{peak}}}{\log d_{\text{max}} - \log d_{\text{min}}} \\ &= \frac{\log 0,0125 - \log 0,00055}{\log 0,0125 - \log 0,000075} \\ &= 0,6105\end{aligned}$$

Dari hasil parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  (*gamma* dan *beta*) dan grafik yang di tunjukkan pada Gambar 3.20 . maka kemudian dapat diketahui jenis distribusi ukuran butiran berdasarkan diagram hubungan antara  $\gamma$  dan  $\beta$  dengan indikasi tipe distribusi M Talbot, Log normal, anti Talbot. Dari diagram tersebut diketahui bahwa jenis distribusi ukuran butirnya adalah Log normal. Tipe distribusi ukuran butir Log normal adalah yang sering terjadi jika material dasar sungai dominan butiran seragam berupa material kasar dan material halus.

- c. Diameter median ( $d_{\text{mean}}$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}d_{\text{mean}} &= (d_j \times p_{sj}) \\ &= (0,00011 \times 0,0055) \\ &= 0,0000006\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama kemudian dihitung diameter median ( $d_{\text{mean}}$ ) seluruh fraksi kemudian dijumlahkan seluruhnya.

$$\begin{aligned}d_{\text{mean total}} &= (\Sigma d_{\text{mean}}) \\ &= 0,0068\end{aligned}$$

d. Menghitung  $Ln$  (diameter fraksi 1)

$$\begin{aligned}Ln(d_j) &= Ln(0,00011) \\ &= -9,12\end{aligned}$$

e. Menghitung  $Ln$  (diameter median)

$$\begin{aligned}Ln(d) &= Ln(0,0068) \\ &= -4,99\end{aligned}$$

f. Standar Deviasi ( $\sigma_L$ )

$$\begin{aligned}\sigma_L d_j &= (Ln(d_j) - Ln(d))^2 \cdot P_{sj} \\ &= (Ln(-9,12) - Ln(-4,99))^2 \cdot 0,0055 \\ &= 0,0938\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, dihitung standar deviasi diameter seluruh fraksi, setelah nilai standar deviasi diameter seluruh fraksi diketahui, selanjutnya nilai Standar Deviasi dijumlahkan. Hasil perhitungan standar deviasi pada titik Jembatan Bantar dapat dilihat pada Tabel 5.11.

g. Setelah mencari nilai  $d_{50}/d_g$  dengan menentukan batas atas (*upper boundary*) dan batas bawah (*under boundary*) dari komulatif distribusi ukuran butiran.

$$\text{Batas atas} = 62,58, \text{ diameter} = 0,00952$$

$$\text{Batas bawah} = 49,10, \text{ diameter} = 0,00475$$

$$\begin{aligned}d_{50} &= d_{\text{batas bawah}} + \left( \frac{50 - \text{batas bawah}}{\text{batas atas} - \text{batas bawah}} \right) \cdot (d_{\text{batas atas}} - d_{\text{batas bawah}}) \\ &= 0,00475 + \left( \frac{50 - 49,10}{62,58 - 49,10} \right) \cdot (0,00952 - 0,00475) \\ &= 0,0051\end{aligned}$$

h. Nilai puncak diambil dari proporsi terbanyak pada distribusi ukuran butiran

$$d_{\text{puncak}} / d_{\text{peak}} = 0,00055$$

- i. Setelah  $\Sigma \sigma_L$  diketahui maka besaran nilai porositas material dasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$n_T(x\%) = \frac{\text{Ln}(f(d_{x\%}))}{\text{Ln}\left(\frac{\log d_{x\%} - \log d_{min}}{\log d_{max} - \log d_{min}}\right)} \dots\dots\dots \text{persamaan 3.29}$$

dengan :

$n_T$  = angka Talbot

$d_{x\%}$  = persentase angka Talbot

$$\begin{aligned} n_T(16\%) &= \frac{\text{Ln}(f(0,0013))}{\text{Ln}\left(\frac{\log 0,0013 - \log 0,000075}{\log 0,0125 - \log 0,000075}\right)} \\ &= 0,7105 \end{aligned}$$

- k. Kemudian dicari nilai  $n_T$  (16%),  $n_T$  (25%),  $n_T$  (50%),  $n_T$  (75%),  $n_T$  (85%), dan nilai  $n_T$  rata-rata.

$$\begin{aligned} n_T &= \frac{n_T(16\%) + n_T(25\%) + n_T(50\%) + n_T(75\%) + n_T(85\%)}{5} \\ &= \frac{n_T(0,6862) + n_T(0,6797) + n_T(0,7009) + n_T(1,3768) + n_T(2,0968)}{5} \\ &= 1,1081 \end{aligned}$$

- l. Setelah nilai  $n_T$  rata-rata diketahui, selanjutnya nilai porositas dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} d_{max}/d_{min} &= 0,0125/0,000075 \\ &= 166,67 \end{aligned}$$

Karena nilai  $d_{max}/d_{min} > 100$  maka persamaan yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \gamma &= 0,0125 \times n_T \text{ rata-rata} + 0,3 \\ &= 0,0125 \times 1,1081 + 0,3 \\ &= 0,3138 \end{aligned}$$

- m. Jadi nilai porositas pada titik Jembatan Bantar adalah 0,3138 (31,38)



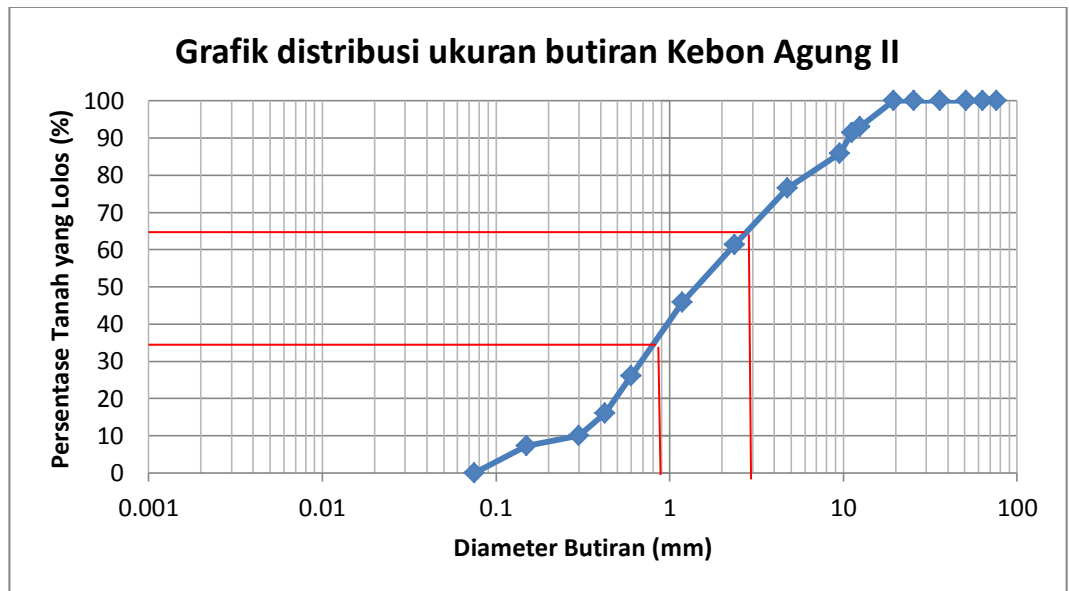
# **LAMPIRAN 4**

## **PERHITUNGAN ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN**

**Contoh perhitungan angkutan sedimen pada titik Kebon Agung II**

Diketahui :

- a. Debit aliran ( $Q$ ) = 89,74 m<sup>3</sup>/detik
- b. Lebar aliran sungai = 90,85 meter
- c. Kemiringan sungai ( $S$ ) = 0,0091
- d. Viskositas air ( $\mu$ ) = 1,00x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s
- e. Rapat massa rata-rata sedimen dasar sungai  $\rho_s = 2650$  kg/m<sup>3</sup>
- f. Dengan  $d_{35} = 0,84$  mm dan  $d_{65} = 2,82$  mm dari grafik distribusi ukuran butiran.



Gambar 5.9  $D_{35}$  dan  $D_{65}$  pada grafik distribusi ukuran butiran pada titik Kebon Agung II

- g. Gradasi ukuran butiran hasil analisis saringan.

Tabel 5.13 Analisis saringan pada titik kebon Agung II

Interval ukuran butiran (mm)	Ukuran butiran rata-rata (mm)	% Material
12,5 – 4,75	9,54	2,30 %
2,36 – 0,425	1,14	60,50 %
0,3 – 0,075	0,175	15,97 %

Sumber : Hasil Analisis Penelitian (2017)

Nilai  $Rb'$  yaitu jari-jari hidrolis akibat kekasaran butiran (*grain roughness*) terlebih dahulu harus ditentukan.  $Rb'$  dapat ditentukan dengan cara coba-coba menurut metode Einstein-Babrossa (1952). Sehingga hasil hitungan debit aliran yang didasarkan  $Rb'$  nilainya sama atau mendekati dengan debit aliran yang diketahui.

Contoh Angkutan Sedimen dasar titik Kebon Agung II.

Dimisalkan,  $Rb' = 0,313$  m

- a. Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran :

$$U_0' = \sqrt{gRb'S}$$

dengan :

$U_0'$  = kecepatan gesek akibat kekasaran butiran.

$g$  = percepatan gravitasi.

$S$  = slope/kemiringan dasar saluran

$$\begin{aligned} U_0' &= \sqrt{9,81 \times 0,313 \times 0,0091} \\ &= 0,1672 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Tebal lapisan *sub-viscous* :

$$\delta' = \frac{11,6 v}{\mu_0}$$

dengan :

$\delta'$  = tebal lapisan *sub viscous*

$\mu$  = viskositas/kekentalan air.

$U_0'$  = kecepatan gesek akibat kekesaran butiran

$$\delta' = \frac{11,6 \times 1,00 \times 10^{-6}}{0,1672}$$

$$= 0,000069 \text{ m}$$

Diketahui  $K_s = d_{65} = 2,82 \times 10^{-3}$

$$\frac{ks}{\delta'} = \frac{d_{65}}{\delta'}$$

dengan :

ks = kekasaran butiran.

$\delta$  = tebal lapisan *sub viscous*

$$\frac{ks}{\delta'} = \frac{2,82 \times 10^{-3}}{0,000069}$$

$$= 40,8695$$

Dari Gambar 3.18 Untuk nilai  $ks/\delta' = 40,8695$  diperoleh nilai faktor koreksi pengaruh *viskositas*  $x = 1,0$

- b. Kecepatan aliran rata-rata (V) dapat dihitung dengan persamaan logaritmik :

$$\begin{aligned} V &= 5,75 \cdot \mu \cdot \text{Log} \left( \frac{12,27 Rb'x}{ks} \right) \\ &= 5,75 \times 0,1672 \log \left( \frac{12,27 \times 0,313 \times 1,0}{2,82 \times 10^{-3}} \right) \\ &= 3,0132 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

- c. Intensitas aliran  $\Psi$  :

Dimana dari data distribusi ukuran butiran  $d_{35} = 8,4 \times 10^{-4}$

$$\begin{aligned} \Psi' &= \frac{\gamma s - \gamma}{\gamma} = \frac{d_{35}}{S.Rb'} \\ &= 1,65 \times \frac{8,4 \times 10^{-4}}{0,0091 \times 0,313} \\ &= 0,4866 \end{aligned}$$

Dari Gambar grafik 3.19 Einstein dan Barbrissa (1952) Nilai  $\Psi =$

0,4866 diperoleh nilai  $\frac{V}{U'} = 100$

$$\frac{V}{U'} = 100 \quad u_o'' = \frac{3,0132}{100} = 0,0301 \text{ m/detik.}$$

Dimana  $u_o''$  adalah kecepatan gesek akibat pengaruh konfigurasi dasar (*Shape roughness*). Jari-jari hidraulik akibat konfigurasi dasar diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$u_o'' \sqrt{g R_b''} \longrightarrow R_b'' = \frac{(u_o'')^2}{g.S} = \frac{(0,0301)^2}{9,81 \times 0,0091} = 0,0102 \text{ m}$$

d. Jari-Jari total diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_b &= R_b' + R_b'' \\ &= 0,313 + 0,0102 \\ &= 0,3232 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{Bh}{B+2h} = 0,3232 \frac{84,36h}{84,36+2h} \\ &= 0,3255 \end{aligned}$$

$$\text{Cara mencari nilai } h = 0,3232 = \frac{90,85 h}{90,85 h+2h}$$

$$29,3627 + 0,6464 h = 90,85 h$$

$$29,3627 = 90,85 h - 0,6464 h$$

$$29,3627 = 90,2036 h$$

$$h = 0,3255 \text{ m}$$

e. Kontrol hitungan debit.

$$\begin{aligned} Q &= A.V = (b \times h \times V) \\ &= 90,85 \times 0,3255 \times 3,0132 \\ &= 89,1054 \text{ m}^3/\text{detik} \approx 89,74 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

f. Dengan berdasarkan nilai  $R_b'$  yang benar selanjutnya dapat dilakukan perhitungan angkutan sedimen menurut Einstein (1950), sebagai berikut :

Intensitas aliran :

$$\Psi' = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d}{S.R_b} = 1,65 \frac{d}{0,0091 \times 0,313} = 579,2929 \text{ d}$$

g. Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran :

$$\begin{aligned} U_o' &= \sqrt{g \cdot R_b' \cdot S} \\ &= \sqrt{9,81 \times 0,313 \times 0,0091} \end{aligned}$$

$$= 0,1672 \text{ m/detik}$$

Tebal lapisan *sub viscous*.

$$\begin{aligned} \delta' &= \frac{11,6 \cdot v}{U'} \\ &= \frac{11,6 \times 1,00 \times 10^{-6}}{0,1672} \\ &= 0,000069 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{ks}{\delta'} &= \frac{d_{65}}{\delta'} \\ \frac{ks}{\delta'} &= \frac{2,81 \times 10^{-3}}{0,000069} \\ &= 40,8695 \end{aligned}$$

Dari Gambar 3.18, diperoleh nilai  $x$  (factor koreksi pengaruh *viskositas*) = 1,0

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{d_{65}}{x} \\ \Delta &= \frac{2,81 \times 10^{-3}}{1,0} \\ &= 0,00281 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta}{\delta'} &= \frac{0,00281}{0,000069} \\ &= 40,8695 > 1,8 \quad x = 0,77 \times \Delta \\ & \quad \quad \quad = 0,77 \times 0,00281 \\ & \quad \quad \quad = 0,002164 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 &= \left[ \frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \cdot x / \Delta)} \right]^2 \\ &= \left[ \frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \times 0,002164 / 0,00281)} \right]^2 \\ &= 1,2643 \end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran,  $d_1 = 9,54 \text{ mm} = 0,00954 \text{ m}$

$$\frac{d_1}{X} = \frac{0,00954}{0,002164} = 4,4085$$

Untuk  $\frac{d1}{X} = 4,4085$  dari Gambar 3.20, diperoleh nilai *hiding factor*  $\xi = 1,0$

$$\frac{ks}{\delta'} = \frac{d65}{\delta'} = \frac{2,81 \times 10^{-3}}{0,000069} = 40,8695$$

Dari Gambar grafik 3.21 Diperoleh nilai koreksi gaya angkat ( $Y$ ) = 0,5

- h. Intensitas aliran yang telah dikoreksi dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$\begin{aligned} \Psi_{,i}' &= \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 \cdot \Psi_d \\ &= 1 \times 0,5 \times 1,2643 \times 579,2929 \times 0,00954 \\ &= 3,4935 \end{aligned}$$

- i. Dari Gambar Einstein 3.22, untuk  $\Psi_{,i}' = 3,4935$ , diperoleh nilai  $\theta = 0,45$  Selanjutnya besaran angkutan sedimen dasar untuk fraksi butiran  $d1$  adalah :

$$\begin{aligned} (i_b q_b) &= i_b \cdot \theta \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{2/3} \cdot \left( \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right)^{1/2} \\ &= 0,234 \times 0,45 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00954)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 1,0461 \text{ Kg/m.detik.} \end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran ,  $d_2 = 1,14 \text{ mm} = 0,00114 \text{ m}$

$$\frac{d2}{X} = \frac{0,00114}{0,002164} = 0,53 \text{ dari Gambar 3.20, diperoleh nilai } \textit{hiding factor}$$

$$\xi = 3$$

$$\begin{aligned} \frac{d65}{\delta'} &= 40,8695 \text{ dari Gambar 3.21 diperoleh nilai koreksi gaya angkat } Y \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned} \Psi_{,i}' &= \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 \cdot \Psi_{,i}' \\ &= 3 \times 0,5 \times 1,2643 \times 579,2929 \times 0,00114 \\ &= 1,2524 \end{aligned}$$

Untuk  $\Psi_{i'} = 1,2524$  dari Gambar 3.22, diperoleh nilai  $\theta_i = 1,3$  selanjutnya besar angkutan sedimen untuk fraksi butiran  $d_2$ .

$$\begin{aligned} (i_b q_b)_1 &= i_b \cdot \theta_i \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{2/3} \cdot \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{1/2} \\ &= 0,605 \times 1,3 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00114)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 0,3228 \end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran,  $d_3 = 0,175 \text{ mm} = 0,00018 \text{ m}$

$$\frac{d_3}{X} = \frac{0,00018}{0,002164} = 0,0832 \text{ dari Gambar 3.20, diperoleh nilai } \textit{hiding factor}$$

$$\zeta = 200$$

Untuk  $\frac{d_{65}}{\delta'} = 37,9730$  dari Gambar 3.21, diperoleh nilai koreksi gaya angkat  $Y = 0,5$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned} \Psi_{i'} &= \zeta_1 \cdot Y_1 \cdot \left[\frac{\beta}{\beta x}\right]^2 \cdot \Psi_i \cdot d \\ &= 200 \times 0,5 \times 1,2643 \times 579,2929 \times 0,00018 \\ &= 13,1832 \end{aligned}$$

Untuk  $\Psi_{i'} = 13,1832$  dari Gambar 3.22, diperoleh nilai  $\theta_i = 0,0040$

Selanjutnya besar angkutan sedimen suspensi untuk fraksi butiran  $d_1$ .

$$\begin{aligned} (i_b q_b) &= i_b \cdot \theta_i \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{2/3} \cdot \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{1/2} \\ &= 0,1597 \times 0,0040 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00018)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 0,0000165 \end{aligned}$$

Tabel 5.14 Nilai selengkapnya untuk menghitung angkut sedimen

	D(mm)	I <sub>b</sub> (%)	R <sub>b</sub> '	Ψ <sub>i</sub> '	d/x	ξ	Y	Ψ <sub>i</sub> '	θ <sub>i</sub>	(i <sub>B</sub> q <sub>B</sub> )(Kg/ms)
1	0.00954	0.234	0,313	6,177786	4,4085	1	0,5	3,4935	0,45	1,0461x10 <sup>-3</sup>
2	0.00114	0.605	0,313	0,738226	0,53	3	0,5	1,2524	1,3	3,228x10 <sup>-4</sup>
3	0.00018	0.1597	0,313	0,116562	0,0832	200	0,5	13,1832	0.0040	1,65x10 <sup>-8</sup>
									<b>Σ</b>	1,3689x10 <sup>-3</sup>



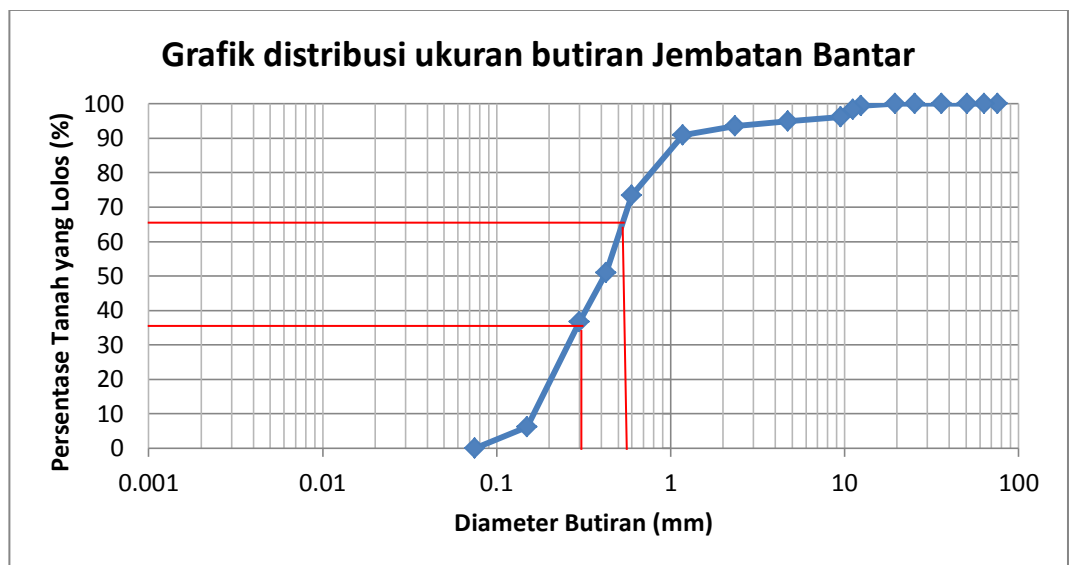
Jadi besar angkutan sedimen pada titik Kebon Agung II :

$$\begin{aligned} Q_B &= (\Sigma i_b q_b) \times 60 \text{detik} \times 60 \text{menit} \times 24 \text{jam} \times B \\ &= 1,3689 \times 10^{-3} \times 60 \times 60 \times 24 \times 90,85 \\ &= 10745,09842 \\ &= 10,745 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

**Contoh perhitungan angkutan sedimen pada titik Jembatan bantar**

Diketahui :

- a. Debit aliran ( $Q$ ) = 72,32 m<sup>3</sup>/detik
- b. Lebar aliran sungai = 105,28 meter
- c. Kemiringan sungai ( $S$ ) = 0,0063
- d. Viskositas air ( $\mu$ ) = 1,00x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s
- e. Rapat massa rata-rata sedimen dasar sungai  $\rho_s = 2650$  kg/m<sup>3</sup>
- f. Dengan  $d_{35} = 0,30$  mm dan  $d_{65} = 0,50$  mm dari grafik distribusi ukuran butiran.



Gambar 5.9 D<sub>35</sub> dan D<sub>65</sub> pada grafik distribusi ukuran butiran pada titik Jembatan Bantar

- g. Gradasi ukuran butiran hasil analisis saringan.

Tabel 5.13 Analisis saringan pada titik Jembatan Bantar

Interval ukuran butiran (mm)	Ukuran butiran rata-rata (mm)	% Material
12,5 – 4,75	9,54	5,04 %
2,36 – 0,425	1,14	44,03 %
0,3 – 0,075	0,175	50,87 %

Sumber : Hasil Analisis Penelitian (2017)

Nilai  $Rb'$  yaitu jari-jari hidrolis akibat kekasaran butiran (*grain roughness*) terlebih dahulu harus ditentukan.  $Rb'$  dapat ditentukan dengan cara coba-coba menurut metode Einstein-Babrossa (1952). Sehingga hasil hitungan debit aliran yang didasarkan  $Rb'$  nilainya sama atau mendekati dengan debit aliran yang diketahui.

Contoh Angkutan Sedimen dasar titik Jembatan Bantar

Dimisalkan,  $Rb' = 0,242$  m

j. Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran :

$$U_0' = \sqrt{gRb'S}$$

dengan :

$U_0'$  = kecepatan gesek akibat kekasaran butiran.

$g$  = percepatan gravitasi.

$S$  = slope/kemiringan dasar saluran

$$\begin{aligned} U_0' &= \sqrt{9,81 \times 0,242 \times 0,0063} \\ &= 0,1223 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Tebal lapisan *sub-viscous* :

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

dengan :

$\delta'$  = tebal lapisan *sub viscous*

$\mu$  = viskositas/kekentalan air.

$U_0'$  = kecepatan gesek akibat kekasaran butiran

$$\delta' = \frac{11,6 \times 1,00 \times 10^{-6}}{0,1223}$$

$$= 0,000095 \text{ m}$$

Diketahui  $K_s = d_{65} = 5 \times 10^{-4}$

$$\frac{ks}{\delta'} = \frac{d_{65}}{\delta'}$$

dengan :

ks = kekasaran butiran.

$\delta$  = tebal lapisan *sub viscous*

$$\frac{ks}{\delta'} = \frac{5 \times 10^{-4}}{0,000095}$$

$$= 5,2632$$

Dari Gambar 3.15 Untuk nilai  $ks/\delta' = 5,2632$  diperoleh nilai faktor koreksi pengaruh *viskositas*  $x = 1,2$

- k. Kecepatan aliran rata-rata (V) dapat dihitung dengan persamaan logaritmik :

$$\begin{aligned} V &= 5,75 \cdot \psi \cdot \text{Log} \left( \frac{12,27 Rb'x}{ks} \right) \\ &= 5,75 \times 0,1223 \log \left( \frac{12,27 \times 0,242 \times 1,2}{5 \times 10^{-4}} \right) \\ &= 2,7094 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

- l. Intensitas aliran  $\Psi$  :

Dimana dari data distribusi ukuran butiran  $d_{35} = 3 \times 10^{-4}$

$$\begin{aligned} \Psi' &= \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} = \frac{d_{35}}{s \cdot Rb'} \\ &= 1,65 \times \frac{3 \times 10^{-4}}{0,0063 \times 0,242} \\ &= 0,3247 \end{aligned}$$

Dari Gambar grafik 3.16 Einstein dan Barbrissa (1952) Nilai  $\Psi =$

0,3247 diperoleh nilai  $\frac{V}{U'} = 100$

$$\frac{V}{U'} = 100 \quad u_o'' = \frac{2,7094}{100} = 0,0271 \text{ m/detik.}$$

Dimana  $u_o''$  adalah kecepatan gesek akibat pengaruh konfigurasi dasar (*Shape roughness*). Jari-jari hidraulik akibat konfigurasi dasar diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$u_o'' \sqrt{g R_b''} \longrightarrow R_b'' = \frac{(u_o'')^2}{g.S} = \frac{(0,0271)^2}{9,81 \times 0,0063} = 0,0119 \text{ m}$$

m. Jari-Jari total diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_b &= R_b' + R_b'' \\ &= 0,242 + 0,0119 \\ &= 0,2094 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{Bh}{B+2h} = 0,2539 \frac{101,62h}{101,62+2h} \\ &= 0,2103 \end{aligned}$$

$$\text{Cara mencari nilai } h = 0,2539 = \frac{105,28h}{105,28h+2h}$$

$$26,7306 + 0,5078 h = 105,28 h$$

$$26,7306 = 105,28 h - 0,5078 h$$

$$26,7306 = 104,7722 h$$

$$h = 0,2551 \text{ m}$$

n. Kontrol hitungan debit.

$$\begin{aligned} Q &= A.V = (b \times h \times V) \\ &= 105,28 \times 0,2551 \times 2,7094 \\ &= 72,7661 \text{ m}^3/\text{detik} \approx 72,32 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

o. Dengan berdasarkan nilai  $R_b'$  yang benar selanjutnya dapat dilakukan perhitungan angkutan sedimen menurut Einstein (1950), sebagai berikut :

Intensitas aliran :

$$\Psi' = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d}{S.R_b} = 1,65 \frac{d}{0,0063 \times 0,242} = 1082,2511 \text{ d}$$

p. Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran :

$$\begin{aligned} U_o' &= \sqrt{g \cdot R_b' \cdot S} \\ &= \sqrt{9,81 \times 0,242 \times 0,0063} \end{aligned}$$

$$= 0,1223 \text{ m/detik}$$

Tebal lapisan *sub viscous*.

$$\begin{aligned} \delta' &= \frac{11,6 \cdot v}{U'} \\ &= \frac{11,6 \times 1,00 \times 10^{-6}}{0,1112} \\ &= 0,000095 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{ks}{\delta'} &= \frac{d65}{\delta'} \\ \frac{ks}{\delta'} &= \frac{5 \times 10^{-4}}{0,000095} \\ &= 5,2632 \end{aligned}$$

Dari Gambar 3.25, diperoleh nilai  $x$  (factor koreksi pengaruh *viskositas*) = 1,2

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{d65}{x} \\ \Delta &= \frac{5 \times 10^{-4}}{1,2} \\ &= 0,00042 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta}{\delta'} &= \frac{0,00042}{0,000095} \\ &= 5,2632 > 1,8 \quad x = 0,77 \times \Delta \\ & \quad \quad \quad = 0,77 \times 0,00042 \\ & \quad \quad \quad = 0,000323 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 &= \left[ \frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \cdot x/\Delta)} \right]^2 \\ &= \left[ \frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \times 0,000323/0,00042)} \right]^2 \\ &= 1,2645 \end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran,  $d_1 = 9,54 \text{ mm} = 0,00954 \text{ m}$

$$\frac{d1}{X} = \frac{0,00954}{0,000323} = 29,5356$$

Untuk  $\frac{d1}{X} = 29,5356$  dari Gambar 3.27, diperoleh nilai *hiding factor*  $\xi =$

1,0

$$\begin{aligned} \frac{ks}{\delta'} &= \frac{d65}{\delta'} = \frac{5 \times 10^{-4}}{0,000095} \\ &= 5,2632 \end{aligned}$$

Dari Gambar grafik 3.28 Diperoleh nilai koreksi gaya angkat ( $Y$ ) = 0,5

- q. Intensitas aliran yang telah dikoreksi dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$\begin{aligned} \Psi_{i'} &= \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 \cdot \Psi_d \\ &= 1 \times 0,5 \times 1,2645 \times 1082,2511 \times 0,00954 \\ &= 6,5278 \end{aligned}$$

- r. Dari Gambar Einstein 3.29, untuk  $\Psi_{i'} = 6,5278$ , diperoleh nilai  $\theta = 0,8$  Selanjutnya besaran angkutan sedimen dasar untuk fraksi butiran  $d1$  adalah :

$$\begin{aligned} (i_b q_b) &= i_b \cdot \theta \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{2/3} \cdot \left( \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right)^{1/2} \\ &= 0,0504 \times 0,8 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00954)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 0,400558 \text{ Kg/m.detik.} \end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran ,  $d_2 = 1,14 \text{ mm} = 0,00114 \text{ m}$

$$\frac{d2}{X} = \frac{0,00114}{0,000323} = 3,529 \text{ dari Gambar 3.27, diperoleh nilai } \textit{hiding factor}$$

$$\xi = 1$$

$$\begin{aligned} \frac{d65}{\delta'} &= 5,2632 \text{ dari Gambar 3.28 diperoleh nilai koreksi gaya angkat } Y \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned} \Psi_{i'} &= \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 \cdot \Psi_{i'} \\ &= 1 \times 0,5 \times 1,2645 \times 1082,2511 \times 0,00114 \end{aligned}$$

$$= 0,7801$$

Untuk  $\Psi_{,i}' = 0,7801$  dari Gambar 3.29, diperoleh nilai  $\theta_i = 0$  selanjutnya besar angkutan sedimen untuk fraksi butiran  $d_2$ .

$$\begin{aligned}(i_b q_b)_1 &= i_b \cdot \theta_i \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{2/3} \cdot \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{1/2} \\ &= 0,4403 \times 5 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00114)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 0\end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran,  $d_3 = 0,175 \text{ mm} = 0,00018 \text{ m}$

$$\frac{d_3}{x} = \frac{0,00018}{0,000323} = 0,5573 \text{ dari Gambar 3.27, diperoleh nilai } \textit{hiding factor}$$

$$\xi = 3$$

Untuk  $\frac{d_{65}}{\delta'} = 5,2632$  dari Gambar 3.28, diperoleh nilai koreksi gaya angkat  $Y = 0,5$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned}\Psi_{,i}' &= \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[\frac{R}{R_x}\right]^2 \cdot \Psi_{,i}' \text{ d} \\ &= 3 \times 0,5 \times 1,2645 \times 1082,2511 \times 0,00018 \\ &= 0,3695\end{aligned}$$

Untuk  $\Psi_{,i}' = 0,3695$  dari Gambar 3.29, diperoleh nilai  $\theta_i = 8$  Selanjutnya besar angkutan sedimen suspensi untuk fraksi butiran  $d_1$ .

$$\begin{aligned}(i_b q_b) &= i_b \cdot \theta_i \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{2/3} \cdot \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{1/2} \\ &= 0,5087 \times 0 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00018)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 0\end{aligned}$$

Tabel 4.5 Nilai selengkapnya untuk menghitung angkut sedimen

	D(mm)	I <sub>b</sub> (%)	R <sub>b</sub> '	$\Psi_{,i}'$	d/x	$\xi$	Y	$\Psi_{,i}'$	$\theta_i$	(i <sub>B</sub> q <sub>B</sub> )(Kg/ms)
1	0.00954	0.0504	0,242	6,177786	29,5356	1	0,5	6,0065	0,4	4,00558x10 <sup>-4</sup>
2	0.00114	0.4403	0,242	0,738226	3,529	1	0,5	0,7178	5	0
3	0.00018	0.5087	0,242	0,116562	0,5573	3	0,5	0,3399	8	0
									$\Sigma$	4,00558x10 <sup>-4</sup>



Jadi besar angkutan sedimen pada titik Jembatan Bantar :

$$\begin{aligned} Q_B &= (\Sigma i_b q_b) \times 60 \text{detik} \times 60 \text{menit} \times 24 \text{jam} \times B \\ &= 4,00558 \times 10^{-4} \times 60 \times 60 \times 24 \times 105,28 \\ &= 3643,552475 \\ &= 3,6435 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$