

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tinjauan Umum**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui morfologi Sungai Opak, porositas sedimen dasar Sungai Opak pasca erupsi Gunung Merapi 2010, dan mengetahui jumlah angkutan sedimen yang terjadi setelah erupsi Gunung Merapi 2010. Untuk menentukan morfologi sungai digunakan acuan menurut Rosgen (1996), dan porositas sedimen menggunakan persamaan Sulaiman (2008), sedangkan untuk menentukan besarnya angkutan sedimen dasar Sungai Opak menggunakan Persamaan Einstein.

Teknik pengambilan data didasarkan pada jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara penelitian langsung di lapangan maupun di laboratorium. Data yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan adalah berupa lebar saluran sungai, lebar banjir, lebar aliran, lebar banjir, lebar bantaran kanan, lebar bantaran kiri, kedalaman aliran, kecepatan aliran, tinggi tebing kanan, tinggi tebing kiri, kemiringan sungai persegmen 100 m. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari internet, aplikasi google earth dinas atau instansi yang terkait dengan penelitian, data sekunder tersebut seperti

## B. Bagan Alir Penelitian

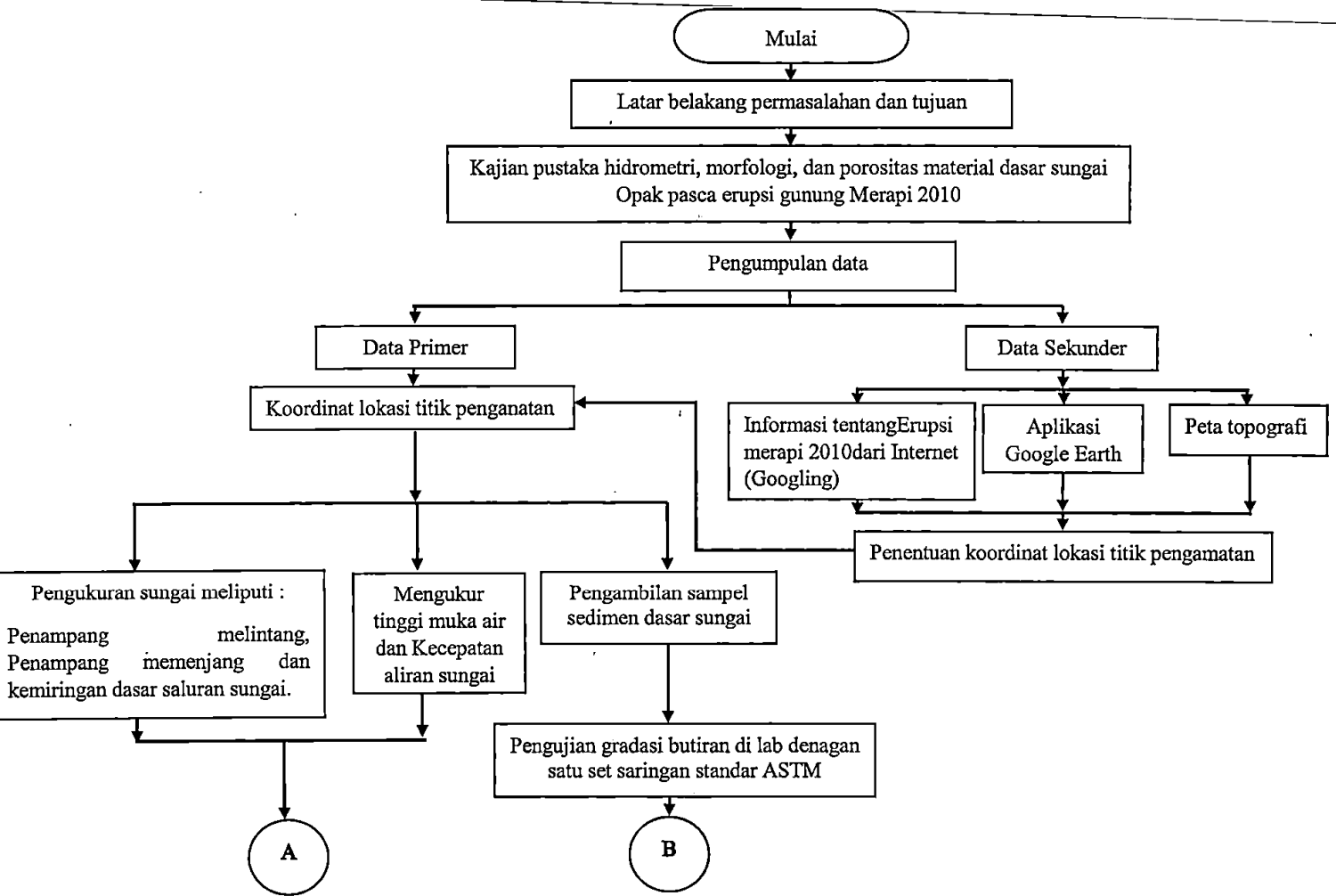
Bagan alir penelitian ini disajikan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1

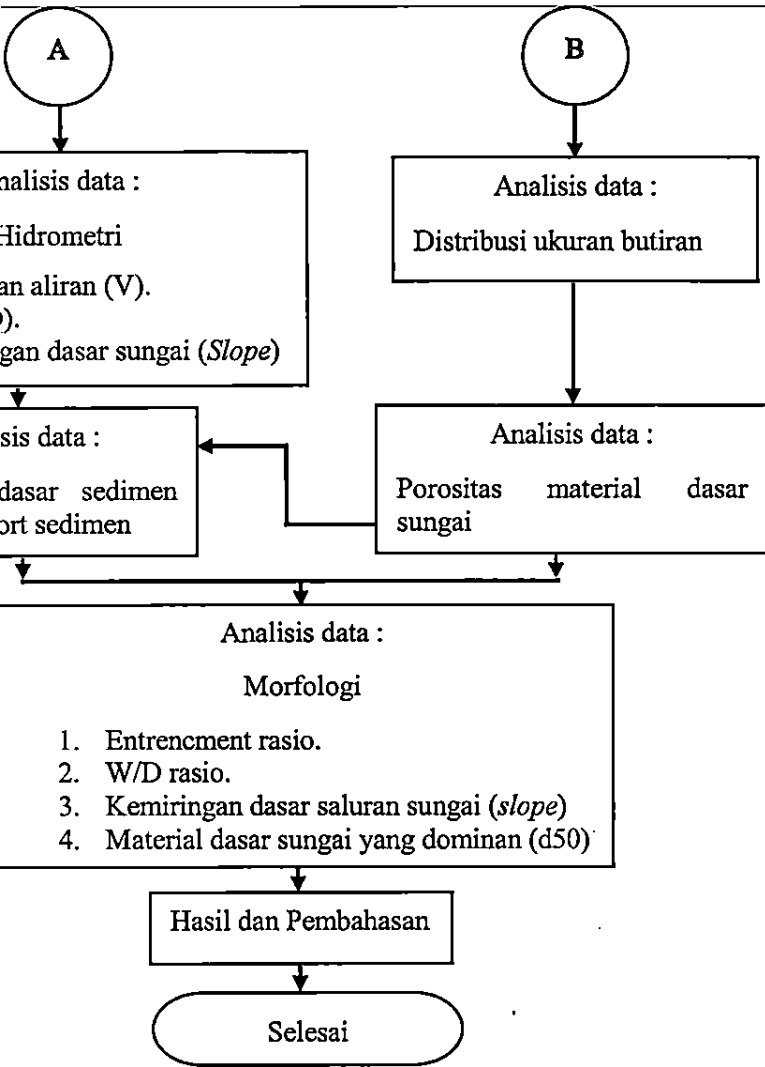
## C. Lokasi Penelitian

Pengambilan data pada Sungai Opak dilakukan selama satu hari yaitu pada tanggal 29 Mei 2014. Lokasi yang ditinjau adalah sepanjang Sungai Opak dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan dijelaskan pada Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.4.

Tabel 4.1 Lokasi penelitian

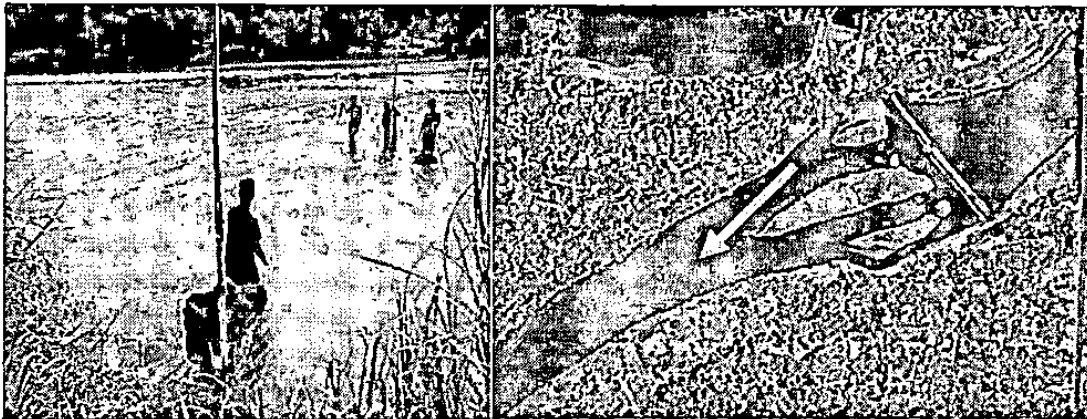
No	Lokasi	koordinat
1.	Sungai Opak di Jembatan Kretek	S 07°59'27,89"
		E 110°18'44,22"
2.	Sungai Opak di Dusun Samiran	S 07°59'51,03"
		E 110°18'20,00"
3.	Sungai Opak di Dusun Bungkus	S 08°0'23,85"
		E 110°17'46,78"





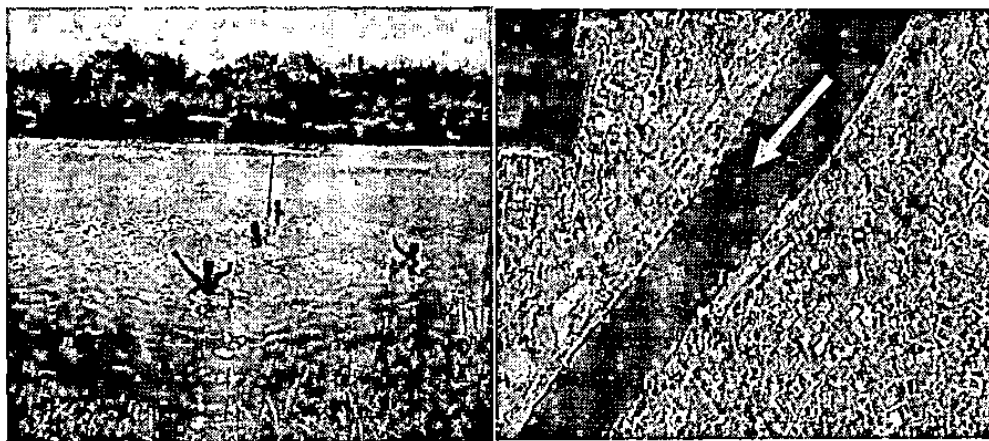
Gambar 4.1 Bagan alir penelitian

1. Titik 1, Jembatan Kretak



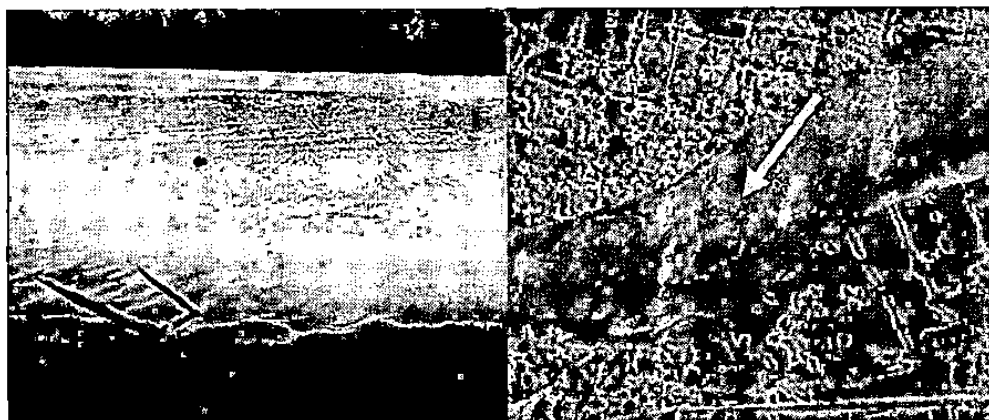
Gambar 4.2 Sungai Opak di Jembatan Kretak

2. Titik 2, Dusun Samiran



Gambar 4.3 Sungai Opak di Dusun Samiran

3. Titik 3, Dusun Bungkus



Gambar 4.4 Sungai Opak di Dusun Bungkus

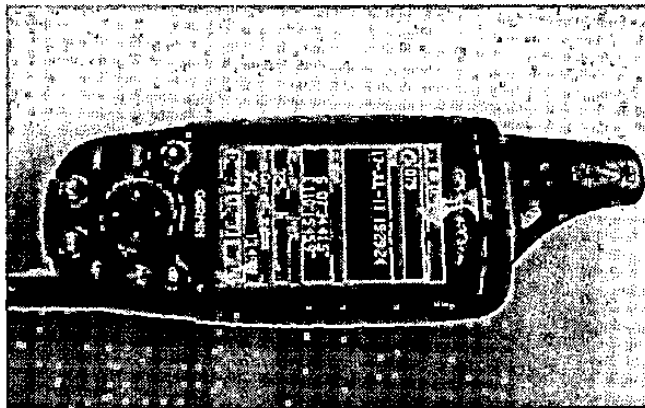


#### D. yang Digunakan Alat-alat

Alat-alat yang digunakan pada saat pengambilan data adalah sebagai berikut:

##### 1) *Global Position System* (GPS)

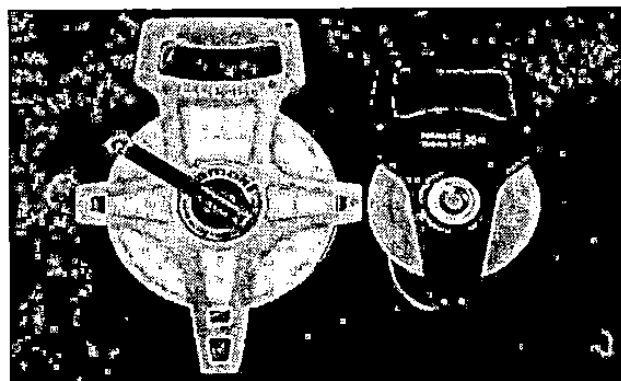
*Global Position System* (GPS) yang digunakan adalah Garmin 60 yang berfungsi untuk menentukan koordinat lokasi pengamatan serta untuk menentukan elevasi lokasi pengamatan dari muka air laut (0 meter).



Gambar 4.5 *Global Position System* (GPS) Garmin 60

##### 2) Pengukur Jarak Meteran 150 m dan 50 m

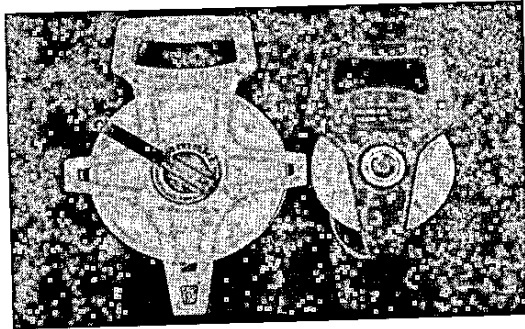
Pengukur jarak *infrared* untuk mengukur lebar saluran sungai yang tidak dapat dijangkau dengan meteran manual.



Gambar 4.6 Pengukur jarak meteran 150 m dan 50 m

### 3) Meteran 100 m dan 50 m

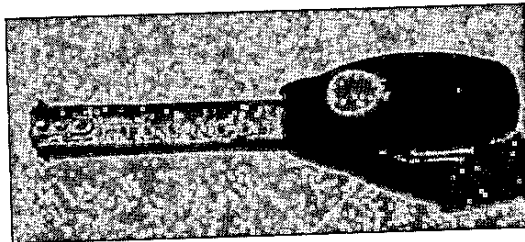
Meteran 100 m dan 50 m digunakan untuk pengukuran lebar aliran sungai, lebar saluran, lebar banjir kiri dan kanan, tinggi tebing dan lain-lain.



Gambar 4.7 Meteran 150 m dan 50 m

### 4) Meteran 5 meter

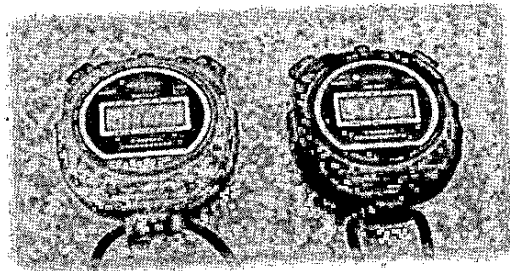
Meteran 5 meter dipakai untuk mengukur tinggi permukaan aliran air.



Gambar 4.8 Meteran 5 meter

### 5) Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu, untuk mengetahui kecepatan aliran sungai.

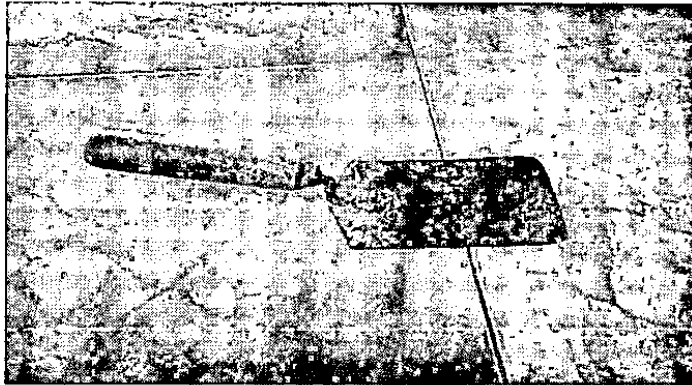


Gambar 4.9 Stopwatch



## 6) Cetok

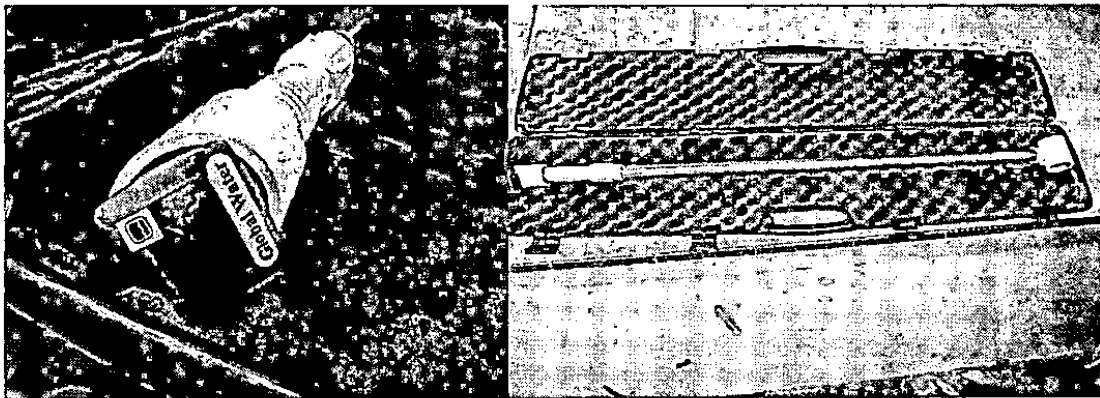
Cetok digunakan untuk mengambil sampel sedimen dasar sungai.



Gambar 4.10 Cetok

7) *Current meter* (alat ukur arus)

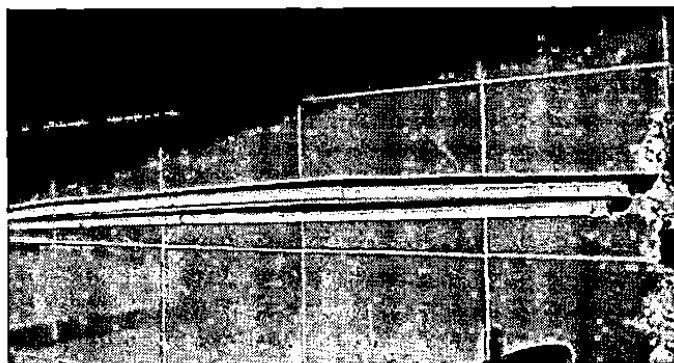
*Current meter* digunakan sebagai pengukur kecepatan aliran sungai.



Gambar 4.11 *Current meter*

## 8) Tongkat duga

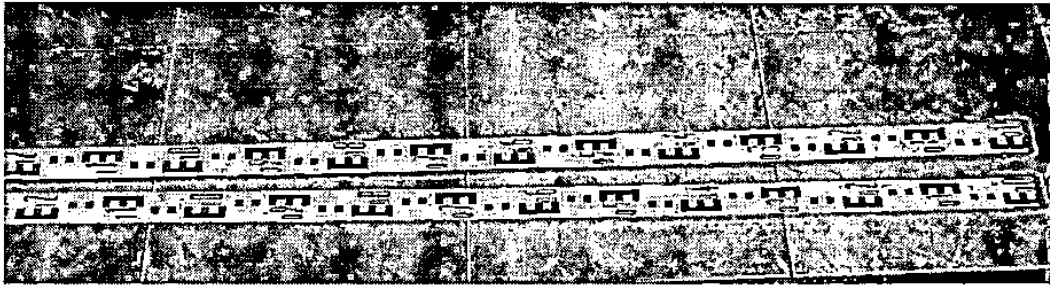
Tongkat dipakai untuk menentukan titik estimasi elevasi



Gambar 4.12 Tongkat bambu

## 9) Rambu ukur

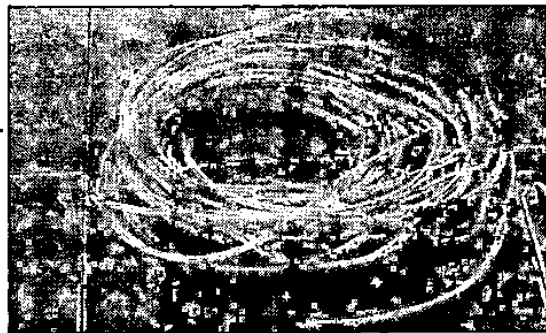
Tongkat dipakai untuk menentukan titik estimasi elevasi



Gambar 4.13 Rambu Ukur

## 10) Selang plastik

Selang plastik digunakan untuk mengetahui slope saluran sungai persegmen per 5-10 meter.



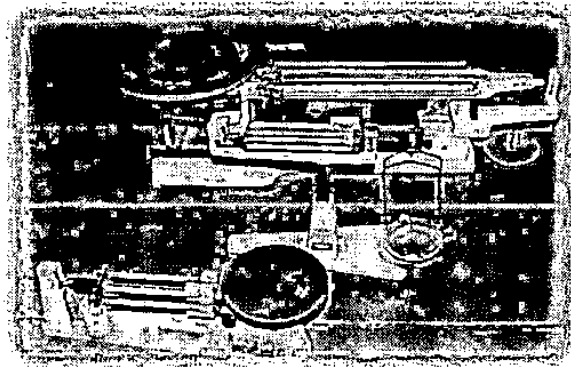
Gambar 4.14 Selang Plastik

## 11) Saringan

Saringan standar *ASTM* dengan ukuran 19,52 mm, 12,5 mm, 9,52 mm, 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm dan 0,075 mm.

## 12) Timbangan

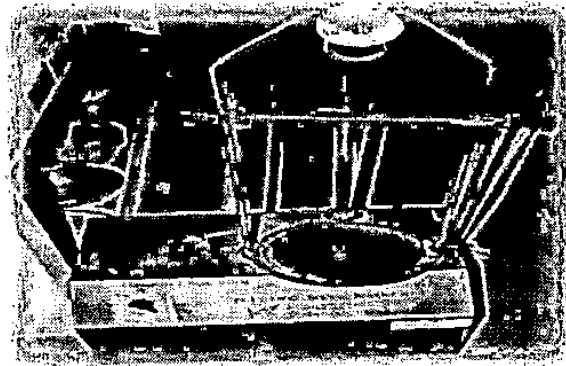
Timbangan digunakan untuk mengukur berat sampel sedimen dasar sungai.



Gambar 4.16 Timbangan

13) *Shave Shaker Machine*

*Shave Shaker Machine* digunakan untuk mengayak sampel sedimen dasar sungai pada saringan



Gambar 4.17 *Shave Shaker Machine*

## 14) Oven

1. Untuk mengeringkan sampel sedimen

### E. Cara Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dihitung secara manual dengan menggunakan MS. Excel 2010. Pengujian material dasar sungai dilakukan berdasarkan SK SNI : 03-1968-1990, analisis gradasi ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan/ayakan standar ASTM.

Langkah-langkah kerja pengujian distribusi butiran, Yaitu:

1. Letakan sampel sedimen di dalam cawan setelah itu dikeringkan dengan cara dimasukkan kedalam oven dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  sampai mengering.
2. Mengambil sampel sedimen dari dalam oven.
3. Memasukkan sampel sedimen ke dalam set ayakan.
4. Memasang set ayakan kedalam alat getar ayakan (*shave shaker machine*) kemudian digetarkan.
5. Mengambil ayakan dari atas alat getar kemudian sampel sedimen yang tertinggal dari masing-masing ayakan ditimbang.

Hasil analisis distribusi ukuran butiran selengkapnya dapat dilihat

1. Kurva 4. Lembaran 5 dan Lembaran 6

## BAB V

### HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Morfologi Sungai

Perhitungan ini akan menjelaskan langkah-langkah perhitungan hidrometri dan menentukan tipe morfologi Sungai Opak. Contoh perhitungan diambil dari data pada titik 1 Jembatan Kretek.

##### 1. Perhitungan hidrometri

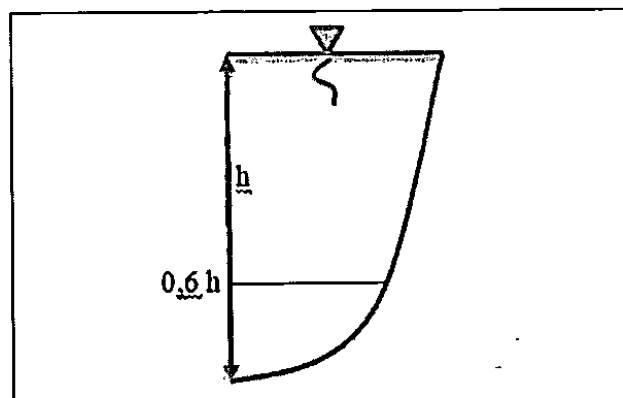
###### a. Kecepatan aliran

Pengukuran hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan aliran ( $V$ ), debit aliran ( $Q$ ) dan angkutan sedimen. Data pengukuran di lapangan Sungai Opak ditampilkan dalam Tabel 5.1:

Tabel 5.1 Hasil pengukuran di lapangan titik 1 Jembatan Kretek

Lokasi	TTIK 1	$h$ air (m)	Titik Kedalaman	Kecepatan Aliran (m/det)	Kecepatan Aliran (m/det)
SUNGAI OPAK	1	0.54	0.6	0.4787	0.4787
	2	0.47	0.6	0.4782	0.4782
	3	0.51	0.6	0.4785	0.4785

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)



Kecepatan Aliran,  $V = V_{0,6}$  .....Persamaan 3.4

dengan:

$V$  = kecepatan aliran (m/det)

$V_{0,6}$  = kecepatan pada 0,6 kedalaman (m/det)

Contoh perhitungan kecepatan aliran pada pada titik 1 Jembatan Kretek untuk titik satu (1):

$$V_1 = 0,4787 \text{ m/det}$$

$$= 0,4787 \text{ m/det}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk titik 2 dan titik 3 dengan mengambil rata-rata kecepatan serta rata-rata kedalaman air. Sehingga diperoleh perhitungan :

$V$  untuk titik 2 adalah :

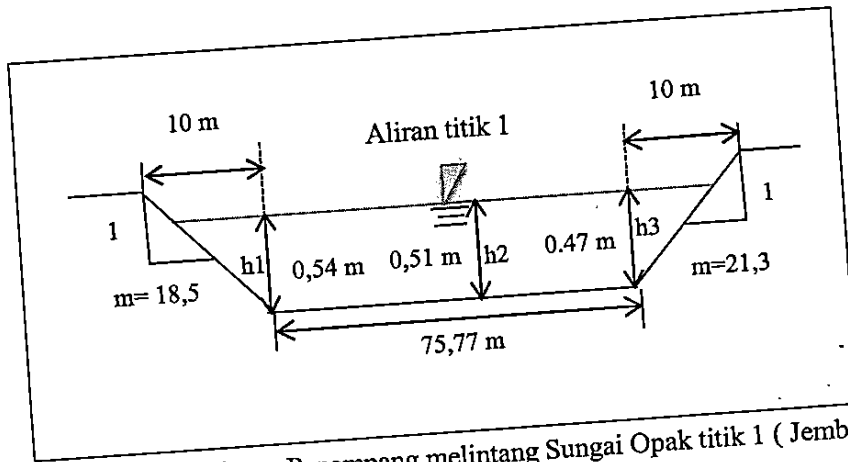
$$V_2 = \left( \frac{0,1426 + 0,2760}{2} \right) = 0,2093 \text{ m/det}$$

$V$  untuk titik 3 adalah :

$$V_3 = \left( \frac{0,1590 + 0,2760}{2} \right) = 0,2733 \text{ m/det}$$

#### b. Luas penampang basah aliran sungai

Dari pengukuran di lapangan pada titik 1 di Jembatan Kretek diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran  $h_1 = 0,54$  m, kedalaman aliran  $h_2 = 0,51$  m, kedalaman aliran  $h_3 = 0,47$  m dan lebar dasar saluran = 75,77 m, dan kemiringan



Gambar 5.2 Sketsa Penampang melintang Sungai Opak titik 1 (Jembatan Kretek)

Contoh perhitungan luas penampang aliran segmen Sungai Opak:

$$\begin{aligned} \text{Aliran } h1: A1 &= (b1 \times h1)/2 \\ &= (10 \times 0,54)/2 \\ &= 2,700 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aliran } h2: A2 &= (B \times h2) \\ &= (75,77 \times 0,51) \\ &= 38,26 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aliran } h3: A3 &= (b2 \times h3)/2 \\ &= (10 \times 0,47)/2 \\ &= 2,350 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Debit

$$Q = A \times V \dots \dots \dots \text{Persamaan (3.7)}$$

dengan:

- $Q$  = debit aliran ( $m^3/det$ )
- $A$  = luas penampang aliran ( $m^2$ )
- $V$  = kecepatan aliran ( $m/det$ )

$$\begin{aligned}
 Q \text{ di titik 1} &= (A1 \times V1) + (A2 \times V2) + (A3 \times V3) \\
 &= (2,700 \times 0,4787) + (38,26 \times 0,4782) + (2,350 \times 0,4785) \\
 &= 20,7236 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan hidrometri Sungai Opak pada titik 1, titik 2 dan titik 3 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

## 2. Analisis perhitungan morfologi

### a. Menghitung *Entrenchment Ratio*

$$\begin{aligned}
 \text{Aliran 1, } \textit{Entrenchment Ratio} &= \frac{\text{Lebar aliran banjir}(Wfpa)}{\text{Lebar aliran sungai}(Wbkf)} \dots\dots\dots(3.1) \\
 &= \frac{103,67}{95,77} \\
 &= 1,082 \text{ (Tipe sungai A,G,F)}
 \end{aligned}$$

### b. Menghitung *Width/Depth Ratio (W/D Ratio)*

$$\begin{aligned}
 \text{Aliran 1, } \textit{Width/Depth Ratio} &= \frac{\text{Lebar aliran sungai}(Wbkf)}{\text{kedalaman aliran}(Dbkf)} \dots\dots\dots(3.2) \\
 &= \frac{95,77}{0,51} \\
 &= 187,784 \text{ (Tipe sungai F)}
 \end{aligned}$$

### c. Menghitung kemiringan sungai (*slope*)

Menghitung kemiringan dilakukan per titik tinjauan dengan jarak 10 m dan Pengambilan data dilakukan dengan jarak total 100 m.

$$\begin{aligned}
 \text{Kemiringan sungai Aliran} &= \frac{\text{Elevasi}}{100} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (3.3)} \\
 &= \frac{0,24}{100} \times 100\%
 \end{aligned}$$



d. Menentukan jenis butiran material dasar permukaan yang dominan (D-50).

Dari grafik analisis ukuran butiran pada titik 1 (Jembatan Kretek), diketahui nilai  $D_{50} = 12,5$  mm. Jadi dapat disimpulkan bahwa material dasar permukaan yang dominan adalah material krikil berukuran kurang lebih 12,5 mm, sehingga morfologi Sungai Opak pada Titik 1 (Jembatan Kretek) adalah sungai tipe F4b. Hasil perhitungan Morfologi Sungai Opak selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan *Entrenchement Ratio* dan *W/D Ratio* Sungai Opak

No	Segmen	Lebar Aliran Banjir (m)	Lebar Aliran Sungai (m)	Kedalaman Aliran (m)	<i>Entrenchement Ratio</i>		<i>W/D Ratio</i>	
					Nilai	Klasifikasi	Nilai	Klasifikasi
1	Jembatan Kretek	103.67	95.77	0.51	1.082	A,G,F	187.784	F
2	Dusun Samiran	80.64	78.06	1.44	1.033	A,G,F	54.208	F
3	Dusun Bungkus	100.23	77.96	1.39	1.286	A,G,F	56.086	F

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Kemiringan Dasar Sungai/*Slope*, Material Dominan( $d_{50}$ ), dan Tipe Morfologi Sungai Opak

No	Segmen	Kemiringan Dasar Sungai/ <i>Slope</i>				Klasifikasi	Material Dominan( $d_{50}$ )		Tipe Morfologi Sungai
		Elevasi Awal (m)	Elevasi Akhir (m)	Panjang (m)	Nilai (%)		Ukuran (mm)	Klasifikasi	
1	Jembatan Kretek	0.72	0.96	100	0.24	F	12.50	Krikil	F4b
2	Dusun Samiran	1.45	1.51	100	0.06	F	0.83	Pasir	F5
3	Dusun Bungkus	0.88	1.13	100	0.25	F	0.93	Pasir	F5b

### B. Porositas

Hasil analisis perhitungan untuk nilai porositas pada titik 1, titik 2 dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 5.4 sampai dengan Tabel 5.14. Sedangkan contoh perhitungan pada titik 2 dan titik 3 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8 dan Lampiran 9. Contoh perhitungan porositas material dasar sungai di titik 1, Jembatan Kretek.

- a. Pengujian gradasi  $ps_j$  (proporsi kelas  $j$ )

$$\begin{aligned}
 P_{sj} \text{ (proporsi) kelas } 1 &= \frac{\% \text{komulatif}}{100} \\
 &= \frac{26,09}{100} \\
 &= 0,2609
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Proporsi Porositas pada Titik 1 Jembatan Kretek

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0.00011	0.0775	7.75	dd(1)	0.000075	7.75	0.075
d(2)	0.00016	0.1372	13.72	dd(2)	0.00015	21.47	0.15
d(3)	0.00023	0.2609	26.09	dd(3)	0.000177	47.56	0.177
d(4)	0.00036	0.1024	10.24	dd(4)	0.0003	57.80	0.3
d(5)	0.00050	0.0320	3.20	dd(5)	0.00043	61.00	0.425
d(6)	0.00084	0.0508	5.08	dd(6)	0.0006	66.08	0.6
d(7)	0.00167	0.0766	7.66	dd(7)	0.00118	73.73	1.18
d(8)	0.00334	0.1001	10.01	dd(8)	0.00235	83.74	2.35
d(9)	0.00672	0.0437	4.37	dd(9)	0.00475	88.11	4.75
d(10)	0.01100	0.0290	2.90	dd(10)	0.00952	91.01	9.52
d(11)	0.01557	0.0573	5.73	dd(11)	0.0127	96.73	12.7
d(12)	0.02203	0.0148	1.48	dd(12)	0.0191	98.22	19.1
d(13)	0.03028	0.0178	1.78	d(13)	0.0254	100	25.4

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

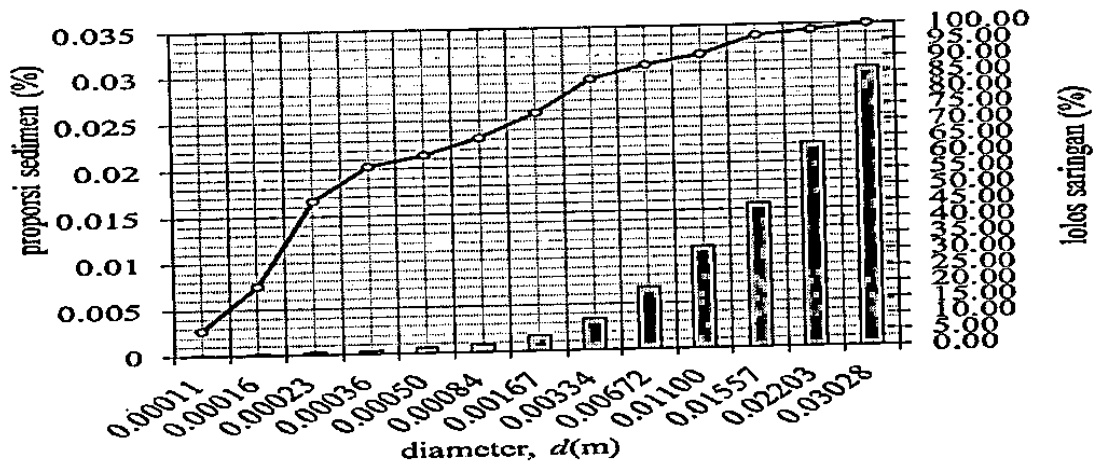
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

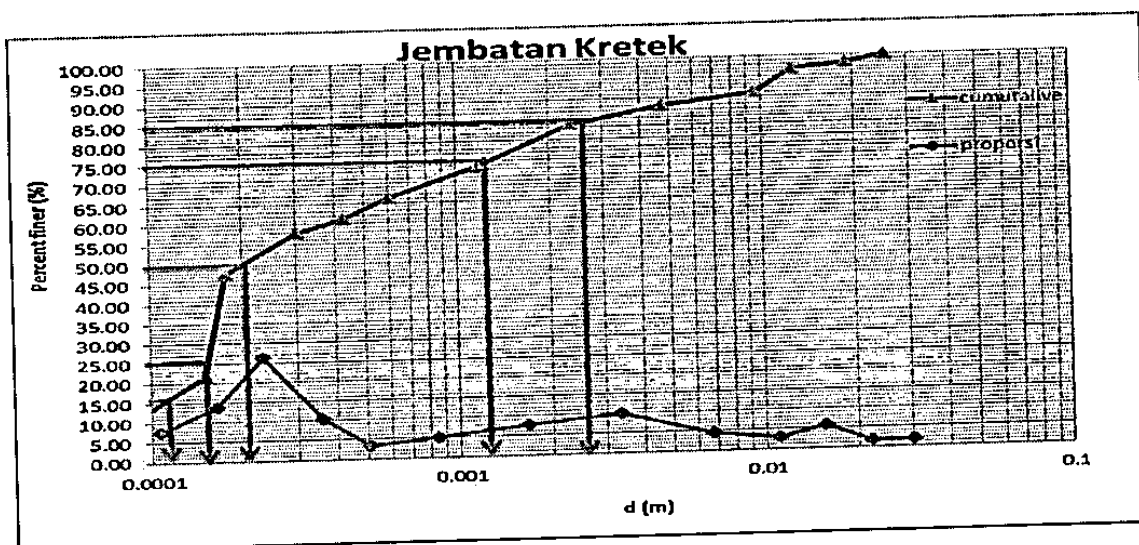
Proportion fs (%) = kolom 4

$j$ -th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar 5.3 Grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada titik 1 Jembatan Kretek



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

$$\gamma = \frac{\log d_{max} - \log d_{50}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.8}$$

$$\beta = \frac{\log d_{max} - \log d_{peak}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.9}$$

dengan :

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

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

$d_{max}$  = diameter maksimal.

$d_{min}$  = diameter minimal.

$d_{50}$  = diameter tengah.

$d_{peak}$  = diameter puncak.

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

$$= \frac{\log 0,0254 - \log 0,001459}{\log 0,0254 - \log 0,000075}$$

$$= 0,4905$$

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

$$= \frac{\log 0,0254 - \log 0,00023}{\log 0,0254 - \log 0,000075}$$

$$= 0,8076$$

Dari nilai parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  (*gamma* dan *betta*) dan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.13 maka kemudian dapat diketahui jenis distribusi

1. ... .. 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 M Talbot. Tipe distribusi ukuran butir M Talbot, adalah yang sering terjadi jika material dasar sungai didominasi butiran seragam berupa material kasar dan material halus.

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

$$\begin{aligned} d_{mean} &= (d_j \times p_{sj}) \\ &= (0,00023 \times 0,2609) \\ &= 0,00006 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} d_{mean, total} &= (\Sigma d_{mean}) \\ &= 0,0030 \end{aligned}$$

- d. Menghitung  $\ln(\text{diameter fraksi } 1)$

$$\begin{aligned} \ln(d_j) &= \ln(0,00023) \\ &= -8,3755 \end{aligned}$$

- e. Menghitung  $\ln(\text{diameter median})$

$$\begin{aligned} \ln(d) &= \ln(0,003) \\ &= -5,8029 \end{aligned}$$

- f. Standar deviasi ( $\sigma_L$ )

$$\begin{aligned} \sigma_L d_j &= (\ln(d_j) - \ln(d))^2 \cdot p_{sj} \\ &= (\ln(-8,3755) - \ln(-5,9999))^2 \cdot 0,2609 \\ &= 1,7269 \end{aligned}$$

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 1 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.5.

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

$$\text{Batas atas} = 57,80 \text{ diameter} = 0,000177$$

$$\text{Batas bawah} = 47,56 \text{ diameter} = 0,0003$$

$$\begin{aligned} d_{50} &= d_{\text{bawah}} + \left( \frac{50 - b_{\text{bawah}}}{b_{\text{atas}} - b_{\text{bawah}}} \right) \cdot (d_{\text{atas}} - d_{\text{bawah}}) \\ &= 0,000177 + \left( \frac{50 - 47,56}{57,80 - 47,56} \right) \cdot (0,0003 - 0,000177) \\ &= 0,001459 \text{ m} \end{aligned}$$

- h. Nilai  $d_{\text{puncak}}/d_{\text{peak}}$  diambil dari proporsi terbanyak pada distribusi ukuran butiran.

$$d_{\text{puncak}}/d_{\text{peak}} = 0,00023$$

- i. Hasil total standar deviasi ( $\sigma_L d_j$ ) seluruh fraksi adalah 2,1974, maka untuk mencari hasil akhir porositas menggunakan ketentuan:

$$\gamma = 0,1561 \text{ jika } 1 < \sigma$$

$$\gamma = 0,1561 \text{ jika } 1 < 2,1974$$

$$\gamma = 0,1561$$

Maka nilai porositas pada sungai Opak di titik 1 Jembatan Kretek adalah 0,1561. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Standar Deviasi pada Titik 1 Jembatan Kretek

no	$d_j \times psj$ ( $d$ mean)	$d$	$d_j$	$psj$	$d$ mean	$\ln(d_j)$	$\ln(d)$	$\frac{((\ln(d_j) - \ln(d))^2) \times psj}{}$
1	0.000008	$d_1$	0.00011	0.0775	0.0030	-9.1514	-5.802853	0.8690
2	0.000022	$d_2$	0.00016	0.1372	0.0030	-8.7221	-5.802853	1.1689
3	0.000060	$d_3$	0.00023	0.2609	0.0030	-8.3755	-5.802853	1.7269
4	0.000037	$d_4$	0.00036	0.1024	0.0030	-7.9376	-5.802853	0.4667
5	0.000016	$d_5$	0.00050	0.0320	0.0030	-7.5910	-5.802853	0.1023
6	0.000043	$d_6$	0.00084	0.0508	0.0030	-7.0804	-5.802853	0.0828
7	0.000128	$d_7$	0.00167	0.0766	0.0030	-6.3978	-5.802853	0.0271
8	0.000334	$d_8$	0.00334	0.1001	0.0030	-5.7015	-5.802853	0.0010
9	0.000294	$d_9$	0.00672	0.0437	0.0030	-5.0020	-5.802853	0.0280
10	0.000319	$d_{10}$	0.01100	0.0290	0.0030	-4.5103	-5.802853	0.0485
11	0.000892	$d_{11}$	0.01557	0.0573	0.0030	-4.1621	-5.802853	0.1541
12	0.0003267	$d_{12}$	0.02203	0.0148	0.0030	-3.8155	-5.802853	0.0586
13	0.0005400	$d_{13}$	0.03028	0.0178	0.0030	-3.497234	-5.802853	0.0948
Jumlah	0.0030189		0.0928	1		-2.37719	$\sigma$	2.19747

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 1 Jembatan Kretek

d maksimal	0.0254	m	
d minimal	0.000075	m	
Batas bawah	47.56	% butiran	
batas atas	57.8	% butiran	
d 50/dg	0.001459		
d puncak/d peak	0.00023		
Gama ( $\gamma$ )	0.490495		Log Normal
Beta ( $\beta$ )	0.807624		
sigma ( $\Sigma \sigma_L$ )	2.197469		
porositas	0.1561		

Tabel 5.7. Hasil Perhitungan Proporsi Porositas pada Titik 2 Dusun Samiran

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0.00011	0.0456	4.56	dd(1)	0.000075	4.56	0.075
d(2)	0.00016	0.0760	7.60	dd(2)	0.00015	12.16	0.15
d(3)	0.00023	0.1385	13.85	dd(3)	0.000177	26.01	0.177
d(4)	0.00036	0.0575	5.75	dd(4)	0.0003	31.77	0.3
d(5)	0.00050	0.0587	5.87	dd(5)	0.00043	37.63	0.425
d(6)	0.00084	0.0291	2.91	dd(6)	0.0006	40.55	0.6
d(7)	0.00167	0.0413	4.13	dd(7)	0.00118	44.68	1.18
d(8)	0.00334	0.1231	12.31	dd(8)	0.00235	56.99	2.35
d(9)	0.00672	0.1086	10.86	dd(9)	0.00475	67.85	4.75
d(10)	0.01100	0.0806	8.06	dd(10)	0.00952	75.91	9.52
d(11)	0.01557	0.1420	14.20	dd(11)	0.0127	90.11	12.7
d(12)	0.02203	0.0437	4.37	dd(12)	0.0191	94.48	19.1
d(13)	0.03028	0.0551	5.51	d(13)	0.0254	100.00	25.4

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

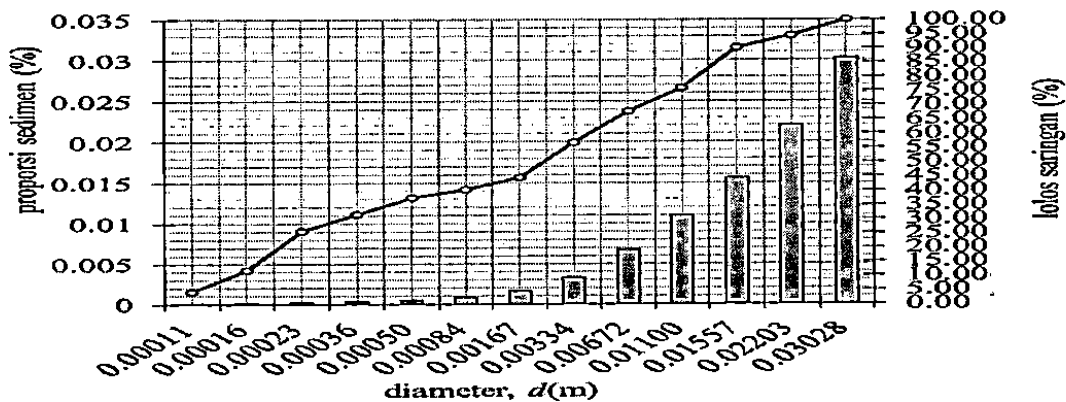
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

Proportion fs (%) = kolom 4

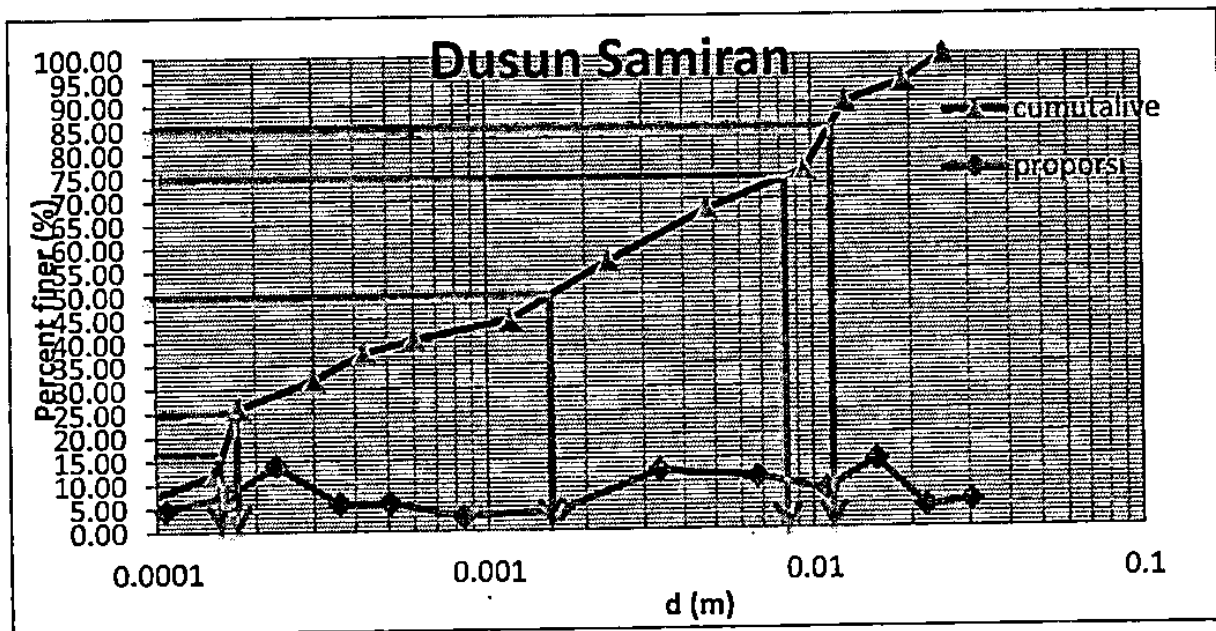
j-th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar 5.5 Gambar grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi





Gambar 5.6 Diameter dominan ( $d_{50}$ ) dan diameter puncak ( $d_{peak}$ ) pada Titik 2 Dusun Samiran

Tabel 5.8. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Pada Titik 2 Dusun Samiran

no	$d_j \times p_{sj} (d_{mean})$	$d$	$d_j$	$p_{sj}$	$d_{mean}$	$\ln(d_j)$	$\ln(d)$	$\frac{((\ln(d_j) - \ln(d))^2) \times p_{sj}}$
1	0.000005	$d_1$	0.00011	0.0456	0.0071	-9.1514	-4.952686	0.8046
2	0.000012	$d_2$	0.00016	0.0760	0.0071	-8.7221	-4.952686	1.0805
3	0.000032	$d_3$	0.00023	0.1385	0.0071	-8.3755	-4.952686	1.6222
4	0.000021	$d_4$	0.00036	0.0575	0.0071	-7.9376	-4.952686	0.5127
5	0.000030	$d_5$	0.00050	0.0587	0.0071	-7.5910	-4.952686	0.4085
6	0.000025	$d_6$	0.00084	0.0291	0.0071	-7.0804	-4.952686	0.1319
7	0.000069	$d_7$	0.00167	0.0413	0.0071	-6.3978	-4.952686	0.0863
8	0.000411	$d_8$	0.00334	0.1231	0.0071	-5.7015	-4.952686	0.0690
9	0.000730	$d_9$	0.00672	0.1086	0.0071	-5.0020	-4.952686	0.0003
10	0.000887	$d_{10}$	0.01100	0.0806	0.0071	-4.5103	-4.952686	0.0158
11	0.002212	$d_{11}$	0.01557	0.1420	0.0071	-4.1621	-4.952686	0.0888
12	0.0009622	$d_{12}$	0.02203	0.0437	0.0071	-3.8155	-4.952686	0.0565
13	0.0016697	$d_{13}$	0.03028	0.0551	0.0071	-3.497234	-4.952686	2.2084
...	...	...	0.00291	1	...	-2.37719	sigma	2.6618

Tabel 5.9. Hasil Perhitungan Angka Talbot pada Titik 2 Dusun Samiran

Angka Talbot	Hasil
nT ( 16%)	-0.2909
nT ( 25%)	-0.4028
nT ( 50 %)	-0.5678
nT (75%)	-0.5708
nT (85 %)	-0.3533
nT total	-0.4371
dmax/dmin	338.6667

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)

Tabel 5.10. Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 2 Dusun Samiran

d maksimal	0.0254	m	
d minimal	0.000075	m	
Batas bawah	44.68	% butiran	
batas atas	56.99	% butiran	
d 50/dg	0.0016856		
d puncak/d peak	0.01557		
Gama ( $\gamma$ )	0.465682		Talbot
Beta ( $\beta$ )	0.0840175		
sigma ( $\Sigma \sigma L$ )	2.6618461		
porositas	0.2945359		

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)

Tabel 5.11. Hasil Perhitungan Proporsi Porositas pada Titik 3 Dusun Bungkus

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0.00011	0.0391	3.91	dd(1)	0.000075	3.91	0.075
d(2)	0.00016	0.0466	4.66	dd(2)	0.00015	8.57	0.15
d(3)	0.00023	0.1112	11.12	dd(3)	0.000177	19.69	0.177
d(4)	0.00036	0.0559	5.59	dd(4)	0.0003	25.28	0.3
d(5)	0.00050	0.0376	3.76	dd(5)	0.00043	29.05	0.425
d(6)	0.00084	0.0526	5.26	dd(6)	0.0006	34.30	0.6
d(7)	0.00167	0.1001	10.01	dd(7)	0.00118	44.31	1.18
d(8)	0.00334	0.1930	19.30	dd(8)	0.00235	63.60	2.35
d(9)	0.00672	0.1205	12.05	dd(9)	0.00475	75.65	4.75
d(10)	0.01100	0.0754	7.54	dd(10)	0.00952	83.19	9.52
d(11)	0.01557	0.1287	12.87	dd(11)	0.0127	96.06	12.7
d(12)	0.02203	0.0199	1.99	dd(12)	0.0191	98.05	19.1
d(13)	0.03028	0.0195	1.95	d(13)	0.0254	100.00	25.4

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

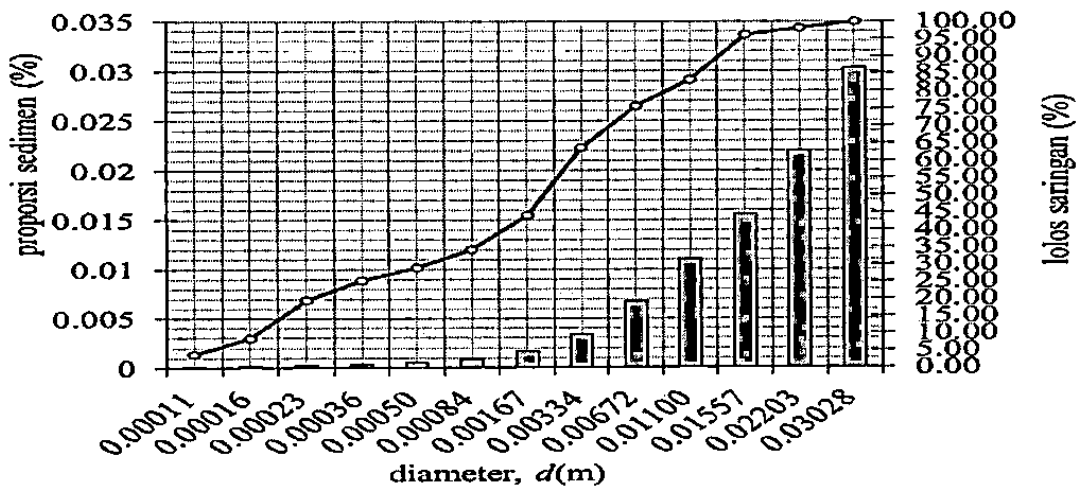
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

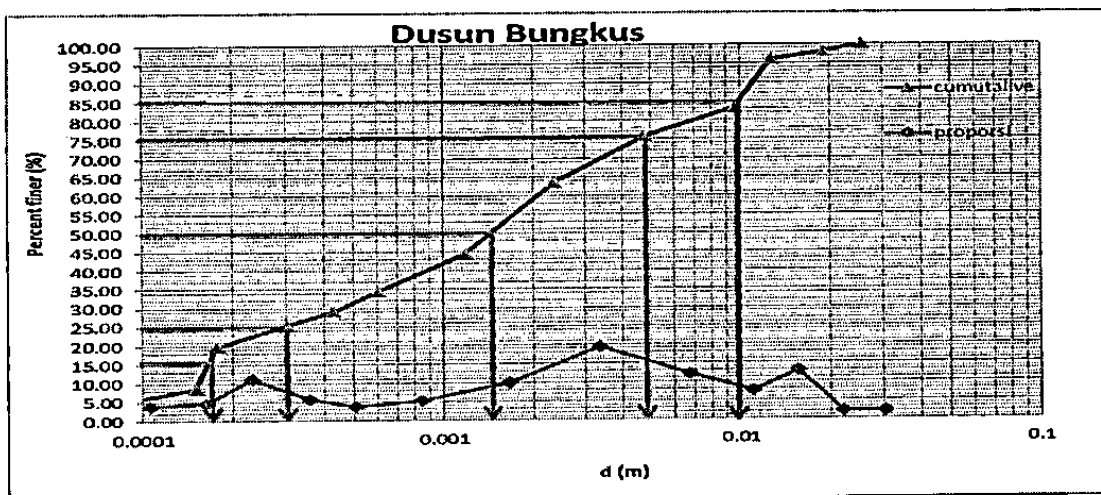
Proportion fs (%) = kolom 4

j-th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar 5.7 Gambar grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada Titik 3 Dusun Bungkus



Gambar 5.8 Diameter dominan ( $d_{50}$ ) dan diameter puncak ( $d_{10}$ ) pada Titik

Tabel 5.12. Hasil Perhitungan Standar Deviasi pada Titik 3 Dusun Bungkus

no	$d_j \times p_{sj}$ ( $d$ mean)	$d$	$d_j$	$p_{sj}$	$d$ mean	$\ln(d_j)$	$\ln(d)$	$\frac{((\ln(d_j) - \ln(d))^2) \times p_{sj}}$
1	0.000004	$d_1$	0.00011	0.0391	0.0056	-9.1514	-5.184415	0.6160
2	0.000008	$d_2$	0.00016	0.0466	0.0056	-8.7221	-5.184415	0.5832
3	0.000026	$d_3$	0.00023	0.1112	0.0056	-8.3755	-5.184415	1.1324
4	0.000020	$d_4$	0.00036	0.0559	0.0056	-7.9376	-5.184415	0.4238
5	0.000019	$d_5$	0.00050	0.0376	0.0056	-7.5910	-5.184415	0.2180
6	0.000044	$d_6$	0.00084	0.0526	0.0056	-7.0804	-5.184415	0.1889
7	0.000167	$d_7$	0.00167	0.1001	0.0056	-6.3978	-5.184415	0.1473
8	0.000645	$d_8$	0.00334	0.1930	0.0056	-5.7015	-5.184415	0.0516
9	0.000810	$d_9$	0.00672	0.1205	0.0056	-5.0020	-5.184415	0.0040
10	0.000829	$d_{10}$	0.01100	0.0754	0.0056	-4.5103	-5.184415	0.0343
11	0.002004	$d_{11}$	0.01557	0.1287	0.0056	-4.1621	-5.184415	0.1345
12	0.0004376	$d_{12}$	0.02203	0.0199	0.0056	-3.8155	-5.184415	0.0372
13	0.0005906	$d_{13}$	0.03028	0.0195	0.0056	-3.4972	-5.184415	1.8898
Jumlah	0.005603		0.09281	1		-2.3772	$\sigma$	2.3369

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2014)

Tabel 5.13. Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 3 Dusun Bungkus

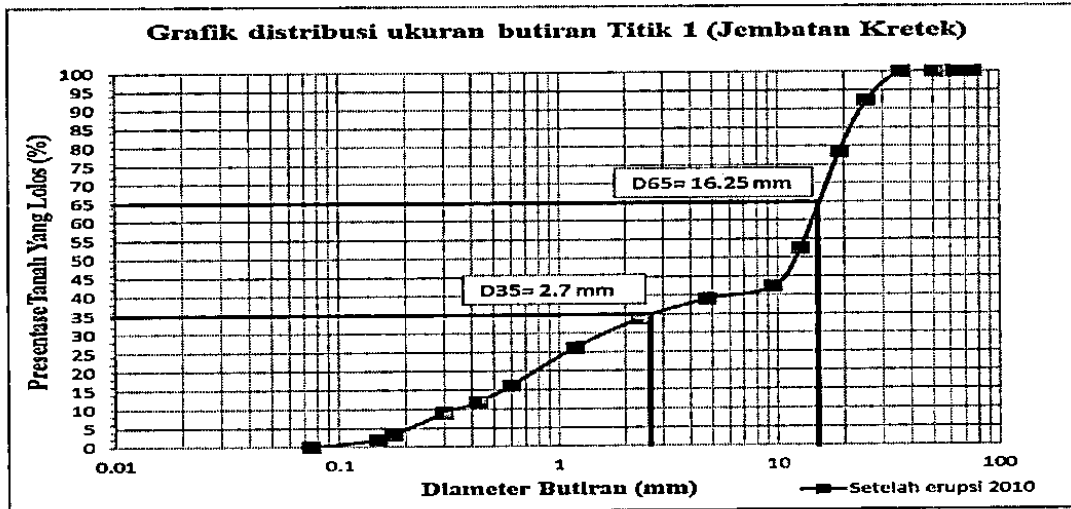
d maksimal	0.0254	m	
d minimal	0.000075	m	
Batas bawah	44.31	% butiran	
batas atas	63.6	% butiran	
d 50/dg	0.001525		
d puncak/d peak	0.00334		
Gama ( $\gamma$ )	0.482862		Log Normal
Beta ( $\beta$ )	0.348287		
sigma ( $\Sigma \sigma_L$ )	2.336861		
porositas	0.1561		

### C. Angkutan Sedimen

Contoh perhitungan angkutan sedimen pada titik 1 Jembatan Kretek.

Diketahui:

- Debit aliran ( $Q$ ) =  $20,7236 \text{ m}^3/\text{det}$
- Lebar aliran sungai =  $95,77 \text{ m}$
- Kemiringan dasar ( $S$ ) =  $0,24 \%$  ( $0,0024$ )
- Viskositas air ( $\mu$ ) =  $1,00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$
- Rapat massa rata-rata sedimen dasar sungai,  $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$
- Dengan  $d_{35} = 2,7 \text{ mm}$  dan  $d_{65} = 16,25 \text{ mm}$  dari grafik distribusi ukuran butiran.



Gambar 5.9  $D_{35}$  dan  $D_{65}$  pada grafik distribusi ukuran butir pada Titik 1 Jembatan Kretek

- Gradasi ukuran butir hasil analisis saringan.

Tabel 5.14 Analisis saringan pada titik 1 Jembatan Kretek.

Transport sedimen		
Interval ukuran butiran (mm)	Ukuran butiran rata-rata (mm)	% material
25.4-4.75	14.29	61
2.35-0.425	1.14	27.11
0.3-0,075	0.18	11.89
jumlah		100.00

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 1 Jembatan Kretek :

Dimisalkan,  $Rb' = 0.149$  m

a. Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran:

$$U_0' = \sqrt{gRb'S} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.12}$$

dengan:

$U_0'$  = kecepatan gesek akibat kekasaran butiran.

$g$  = percepatan gravitasi.

$S$  = *slope*/kemiringan dasar saluran.

$$\begin{aligned} U_0' &= \sqrt{9,81 \times 0,149 \times 0,0024} \\ &= 0,0592 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Tebal lapisan *sub-viscous*:

$$\delta = \frac{11,6\mu}{u_*} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.13}$$

dengan:

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

$\mu$  = viskositas/kekentalan air.

$U_0'$  = kecepatan gesek akibat kekasaran butiran

$$\delta' = \frac{11,6 \times 1,00 \times 10^{-6}}{0,0592}$$

$$= 0,0001959 \text{ m}$$

Diketahui  $k_s = d_{65} = 16,25 \times 10^{-3}$

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

dengan:

$k_s$  = kekasaran butiran.

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

$$\frac{k_s}{\delta'} = \frac{16,25 \times 10^{-3}}{0,0001959}$$

$$= 82,9714$$

Dari Gambar 3.23, untuk nilai  $k_s / \delta' = 82,9714$  diperoleh nilai faktor koreksi

pengaruh *viskositas*  $x = 1$ .

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

$$V = 5,75u_*' \log \left( \frac{12,27 Rb' x}{k_s} \right) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.14}$$

dengan:

$V$  = kecepatan aliran rata-rata.

$Rb'$  = jari-jari hidrolik.

$x$  = faktor koreksi pengaruh *viskositas*.

$k_s = d_{65}$  (kekasaran butiran).

$$V = 5,75 \times 0,0592 \log \left( \frac{12,27 \times 0,149 \times 1}{16,25 \times 10^{-3}} \right)$$

$$= 0,6986 \text{ m/det}$$

c. Intensitas aliran  $\Psi$ :

Dimana dari data distribusi ukuran butiran  $d_{35} = 2,7 \times 10^{-3}$

$$\Psi' = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d_{35}}{SRb'} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.15}$$

dengan:

$\Psi'$  = intensitas aliran.

$\gamma_s$  = berat spesifik air.

$\gamma$  = berat spesifik sedimen.

$d_{35}$  = parameter angkutan.

$Rb'$  = jari-jari hidrolis.

$S$  = slope/kemiringan dasar saluran.

$$\Psi' = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d_{35}}{SRb'} = 1,65 \frac{2,7 \times 10^{-3}}{0,0024 \times 0,149}$$

$$= 12,4581$$

Dari gambar grafik 3.24 Einstein dan Barbossa (1952) untuk  $\Psi' = 12,4581$

diperoleh nilai  $V/u'' = 8$

$$\frac{V}{u''} = 10 \rightarrow u'' = \frac{0,6986}{8} = 0,0873 \text{ m/det}$$

Dimana  $u''$  adalah kecepatan gesek akibat pengaruh konfigurasi dasar (*Shape*



$$u_0'' \sqrt{g R b'' S} \rightarrow R b'' = \frac{(u_0'')^2}{g \cdot S} = \frac{0,0873^2}{9,81 \times 0,0024} = 0,3239 \text{ m}$$

dengan:

$S$  = kemiringan dasar.

$g$  = gravitasi.

$R b''$  = jari-jari hidrolik untuk penyimpangan saluran.

$u_0''$  = kecepatan gesek akibat konfigurasi dasar.

d. Jari-jari total diperoleh cara sebagai berikut:

$$R b = R b' + R b'' \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.17}$$

dengan:

$R b$  = jari-jari hidrolik total.

$R b'$  = jari-jari hidrolik rencana/coba-coba.

$R b''$  = jari-jari hidrolik akibat pengaruh konfigurasi dasar.

$$R b = 0,128 + 0,3239$$

$$= 0,4729 \text{ m}$$

Tinggi saluran di hitung dengan persamaan :

$$R b = \frac{h(b+mh)}{b+2h\sqrt{1+m^2}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.17 b}$$

dengan:

$R b$  = jari-jari hidrolik total.

$b$  = lebar sungai/saluran.

$h$  = tinggi saluran.

$$R_b = 0,4729 \frac{h(75,77 + 18,5h)}{75,77 + 2h\sqrt{1 + 18,5^2}}$$

$$= (h = 0,3951 \text{ m})$$

e. Kontrol hitungan debit:

$$Q = A \cdot V = (b \times h \times V) \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.18}$$

dengan:

$Q$  = debit aliran.

$A$  = luas penampang.

$V$  = kecepatan rata-rata.

$b$  = lebar saluran.

$$Q = 75,77 \times 0,3951 \times 0,6986$$

$$= 20,9122 \text{ m}^3/\text{det} \approx 20,7236 \text{ m}^3/\text{det}$$

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

$$w' = \gamma_s - \gamma \quad d_1$$

Persamaan 3.10

Intensitas aliran:

$$\Psi' d = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} = 1,65 \frac{d}{S.Rb} = 1,65 \frac{d}{0,0024 \times 0,149} = 4614,0940d$$

g. 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.

$$\begin{aligned} u_0' &= \sqrt{9,81 \times 0,149 \times 0,0024} \\ &= 0,0592 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Tebal lapisan *sub viscous*

$$\delta' = \frac{11,6 \cdot \mu}{u_0'}$$

dengan:

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

$\mu$  = viskositas/kekentalan air.

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

dengan:

$k_s$  = kekasaran butiran.

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

$$\begin{aligned} \frac{k_s}{\delta'} &= \frac{16,25 \times 10^{-3}}{0,0001959} \\ &= 82,9714 \end{aligned}$$

Dari Gambar 3.23, diperoleh nilai  $x$  (faktor koreksi pengaruh *viskositas*) = 1.

$$\Delta = \frac{d_{65}}{x}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{16,25 \times 10^{-3}}{1} \\ &= 0,0163 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta}{\delta'} = \frac{0,0163}{0,0001959}$$

$$= 82,9714$$

$$X = 0,77 \times \Delta$$

$$X = 0,77 \times 0,0163 = 0,0125 \text{ m}$$

$$\left[ \frac{\beta}{\beta x} \right]^2 = \left[ \frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \cdot X/\Delta)} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \cdot 0,0125/0,0163)} \right]^2 = 1,2645$$

Untuk  $\frac{d1}{X} = 1,1429$  dari Gambar 3.25, diperoleh nilai *hiding factor*  $\xi = 1,1$

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

dengan:

$k_s$  = kekasaran butiran.

$\Delta$  = tebal lapisan *sub viscous*.

$$\frac{k_s}{\delta'} = \frac{d_{65}}{\delta'} = \frac{16,25 \times 10^{-3}}{0,0001959}$$

$$= 82,9714 > 5$$

dari grafik 3.26 diperoleh nilai koreksi gaya angkat ( $Y$ ) = 0,5.

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

$$\psi_{oi}' = \xi_1 Y_1 \left( \frac{\beta}{\beta_x} \right)^2 \Psi d$$

dengan:

$\Psi_{oi}'$  = intensitas aliran yang telah dikoreksi.

$\xi_1$  = faktor koreksi *hiding factor* (fungsi dari  $d/x$ ).

$Y_1$  = faktor koreksi terhadap koefisien gaya angkat.

$$\psi_{oi}' = \xi_1 Y_1 \left( \frac{\beta}{\beta_x} \right)^2 \Psi d$$

- i. Dari grafik Einstein (3.27) untuk nilai  $\Psi_{0,1} = 45,8556$ , nilai  $\theta$  berada di luar kurva, Maka nilai  $\theta = 0,0001$ . Selanjutnya besar angkutan sedimen dasar untuk fraksi butiran berukuran  $d_1$  adalah:

$$(i_b q_b)_1 = i_b \theta_1 \rho_s (g d_1)^{3/2} \left( \frac{\rho - \rho_s}{\rho} \right)^{1/2}$$

dengan:

$q_b$  = besar angkutan sedimen dasar

$i_{b1}$  = fraksi angkutan dasar berukuran  $d_1$

$g$  = percepatan gravitasi

$d_1$  = ukuran rata-rata  $d_1$

$$\begin{aligned} (i_b q_b)_1 &= i_b \theta_1 \rho_s (g d_1)^{3/2} \left( \frac{\rho - \rho_s}{\rho} \right)^{1/2} \\ &= 0,6100 \times 0,0001 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,01429)^{3/2} (1,65)^{1/2} \\ &= 0,0000891 \text{ Kg/m.det.} \end{aligned}$$

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

$$\frac{d_2}{X} = \frac{0,00114}{0,0125} = 0,0911 < 0,1$$

Untuk  $\frac{d_2}{X} = 0,0911$  dari Gambar 3.19, diperoleh nilai *hiding factor*  $\xi = 100$

Untuk  $\frac{d_{65}}{X} = 0,0714$  dari Gambar 3.20, diperoleh nilai koreksi gaya angkat

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned}\psi \cdot i' &= \xi_2 Y_2 \left( \frac{\beta}{\beta_x} \right)^2 \Psi d \\ &= 100 \times 0,5 \times 1,2645 \times 4614,0940 \times 0,00114 \\ &= 332,5617\end{aligned}$$

Untuk  $\Psi_{s_i} = 387,1226$  dari Gambar 3.27, diperoleh nilai  $\theta = 0,0001$ .

Selanjutnya besar angkutan sedimen untuk fraksi butiran  $d_2$ .

$$\begin{aligned}(i_b q_b)_2 &= i_b \theta_2 \rho_s (g d_1)^{3/2} \left( \frac{\rho - \rho_s}{\rho} \right)^{1/2} \\ &= 0,2711 \times 0,0001 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00114)^{3/2} \times (1,65)^{1/2} \\ &= 0,0000002513 \text{ Kg/m.det.}\end{aligned}$$

Untuk fraksi ukuran butiran,  $d_3 = 0,18 \text{ mm} = 0,00018 \text{ m}$

$$\frac{d_3}{X} = \frac{0,00018}{0,0125} = 0,0144 < 0,1$$

Untuk  $\frac{d_3}{X} = 0,0144$  dari Gambar 3.19, diperoleh nilai *hiding factor*  $\xi = 100$

Untuk  $\frac{d_{65}}{\delta'} = 82,9714$  dari Gambar 3.20, diperoleh nilai koreksi gaya angkat

$$Y = 0,5$$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned}\psi \cdot i' &= \xi_3 Y_3 \left( \frac{\beta}{\beta_x} \right)^2 \Psi d \\ &= 100 \times 0,5 \times 1,2645 \times 4611,0940 \times 0,00018 \\ &= 42,5777\end{aligned}$$

Untuk  $\Psi_{,i}' = 42,5777$  dari Gambar 3.27, diperoleh nilai  $\theta = 0,0001$

Selanjutnya besar angkutan sedimen untuk fraksi butiran  $d_3$ .

$$\begin{aligned}(i_b q_b)_3 &= i_b \theta_3 \rho_s (g d_1)^{3/2} \left( \frac{\rho - \rho_s}{\rho} \right)^{1/2} \\ &= 0,12 \times 0,0001 \times (2650/9,81) \times (9,81 \times 0,00018)^{3/2} \times (1,65)^{1/2} \\ &= 0,000000002618 \text{ Kg/m.det.}\end{aligned}$$

Setelah besar angkutan sedimen dasar diperoleh maka dijumlahkan besar angkutan sedimen dasar seluruh fraksi.

$$\begin{aligned}(i_b q_b)_{\text{total}} &= (i_b q_b)_1 + (i_b q_b)_2 + (i_b q_b)_3 \\ &= 0,0000891 + 0,0000002513 + 0,000000002618 \\ &= 0,00008936 \text{ Kg/m.det.}\end{aligned}$$

Jadi besar angkutan sedimen pada titik 1 adalah:

$$\begin{aligned}q_B &= (\Sigma i_b q_b) \times 60 \text{detik} \times 60 \text{menit} \times 24 \text{jam} \times B \\ &= 0,00008936 \times 60 \times 60 \times 24 \times 103,1 \\ &= 584,968 \text{ Kg/hari} = 0,585 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

Tabel 5.15. Hasil Perhitungan Analisis Angkutan Sedimen Titik 1 Jembatan Kretek.

Analisis Angkutan Sedimen Jembatan Kretek										
No	d (mm)	ib (%)	Rb'	$\psi'$	d/x	$\xi_i$	Y	$\psi_i'$	$\theta_i$	$(i_b q_b)_i$ (Kg/m.det)
1	0,01429	0,61	0,149	65,935	1,1421	1,1	0,5	458,556	0,0001	0,0000891
2	0,00114	0,27	0,149	5,260	0,0911	100	0,5	332,5617	0,0001	0,0000002513
3	0,00018	0,12	0,149	0,831	0,0144	100	0,5	425,777	0,0001	0,000000002618
$\Sigma$										0,0000001225
										qb = 584,968 (kg/hari)



abel 5.16. Hasil Perhitungan Analisis Angkutan Sedimen Titik 2 Dusun Samiran.

Analisis Angkutan Sedimen Dusun Samiran											
No	d (mm)	ib (%)	Rb'	$\psi$	d/x	$\xi_i$	Y	$\psi_i$	$\Theta_i$	$(ibqb)_i$ (Kg/m.det)	
1	0,01429	0,38	0,23	170,86	27,372	1	0,5	108,023	0,0001	0,00005498	
2	0,00114	0,30	0,23	13,63	0,2184	33	0,5	284,384	0,0001	0,000000028	
3	0,00018	0,32	0,23	2,15	0,0345	100	0,5	110,332	0,0001	0,000000007079	
$\Sigma$										0,00005527	
										qb =	361,809 (kg/hari)

abel 5.17. Hasil Perhitungan Analisis Angkutan Sedimen Titik 3 Dusun Bungkus.

Analisis Angkutan Sedimen Dusun Bungkus											
No	d (mm)	ib (%)	Rb'	$\psi$	d/x	$\xi_i$	Y	$\psi_i$	$\Theta_i$	$(ibqb)_i$ (Kg/m.det)	
1	0,01429	0,29	0,29	135,51	8,248	1	0,5	458,556	0,0001	0,00004243	
2	0,00114	0,47	0,29	10,81	0,658	2	0,5	13,669	0,0001	0,0000004321	
3	0,00018	0,24	0,29	1,71	0,104	100	0,5	87,505	0,0001	0,00000005359	
$\Sigma$										0,00004287	
										qb =	280,651 (kg/hari)

Dari hasil analisis angkutan sedimen perhitungan titik 1, 2 dan 3 dapat dilihat bahwa angkutan sedimen terbesar terjadi di titik 1 yaitu sebesar 584,968 kg/hari dan yang terkecil di titik 3 sebesar 280,651 kg/m.det. Selengkapnya perhitungan