

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### A. Tinjauan Umum

Pada penelitian dilakukan untuk mengetahui morfologi Sungai Code, distribusi ukuran sedimen dan *porositas* sedimen dasar Sungai Code pasca erupsi Gunung Merapi 2017, serta mengetahui jumlah angkutan sedimen yang terjadi setelah erupsi Gunung Merapi 2017. Penentuan morfologi sungai dipakai dari buku Dave Rosgen berjudul *Applied River Morphology* (1996), porositas sedimen menggunakan rumus dari buku Muhammad Sulaiman berjudul *Study On Porosity Of Sediment Mextures And A Bed Porosity Variation Model* (2008) dan untuk menentukan besarnya angkutan sedimen dasar Sungai Code menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Einstein.

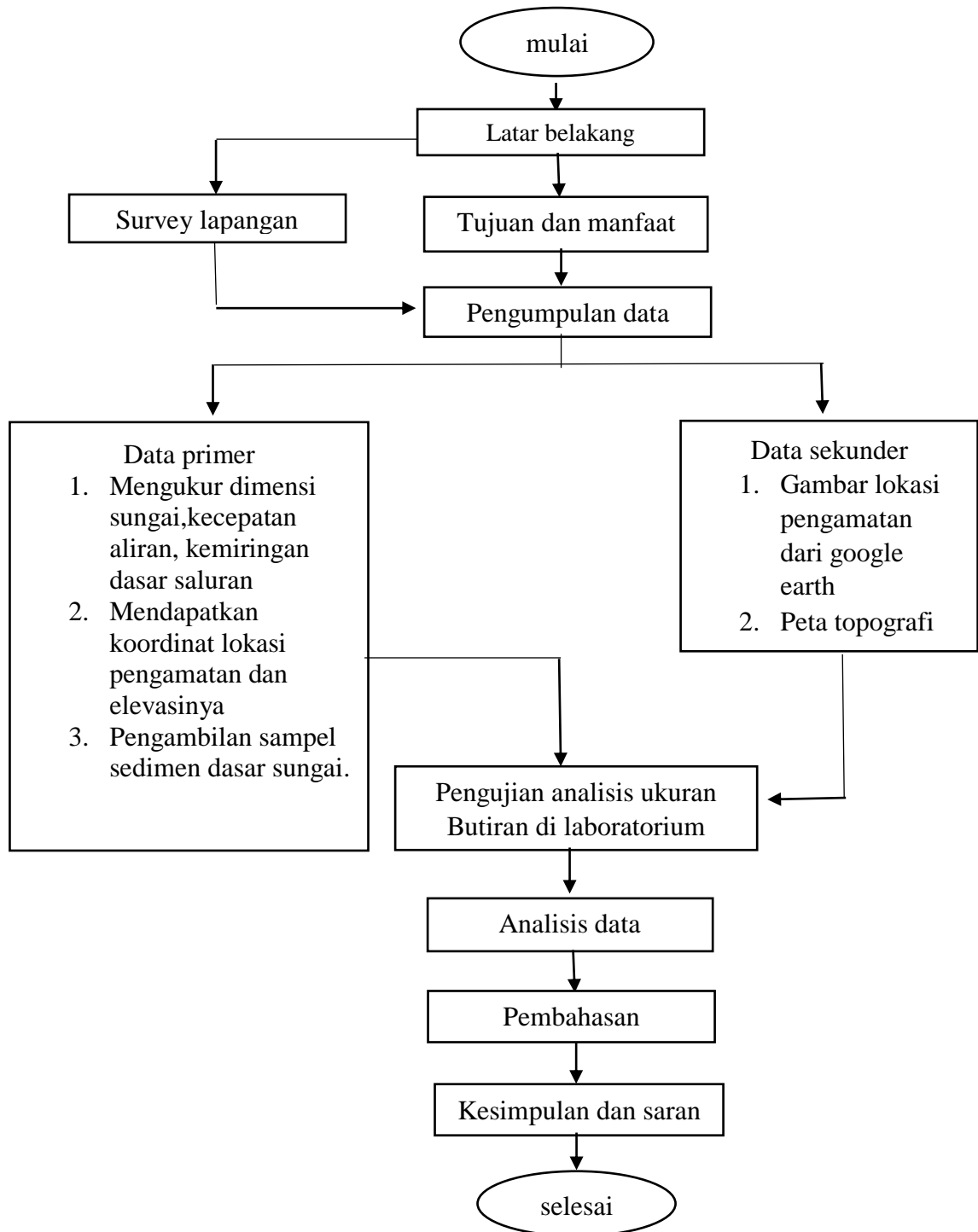
#### B. Maksud Dan Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi Sungai Code, *grandsixe* dan *porositas* tanah endapan lahar dingin yang melalui Sungai Code pasca erupsi Gunung Merapi tahun 2010. serta mengetahui jumlah angkutan sedimen pasca erupsi Gunung Merapi 2010.

Survei dilakukan pengambilan data langsung di lapangan dan di laboratorium, pengukuran tampang melintang dan tampang memanjang Sungai Code 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.

### C. Bagan Alir Penelitian

Tahap penelitian dari awal sampai akhir laporan di susun berdasarkan bagan alir yang dapat di lihat pada bagan dibawah.



Gambar 4.1 Bagan alir penelitian

#### D. Lokasi Pengamatan

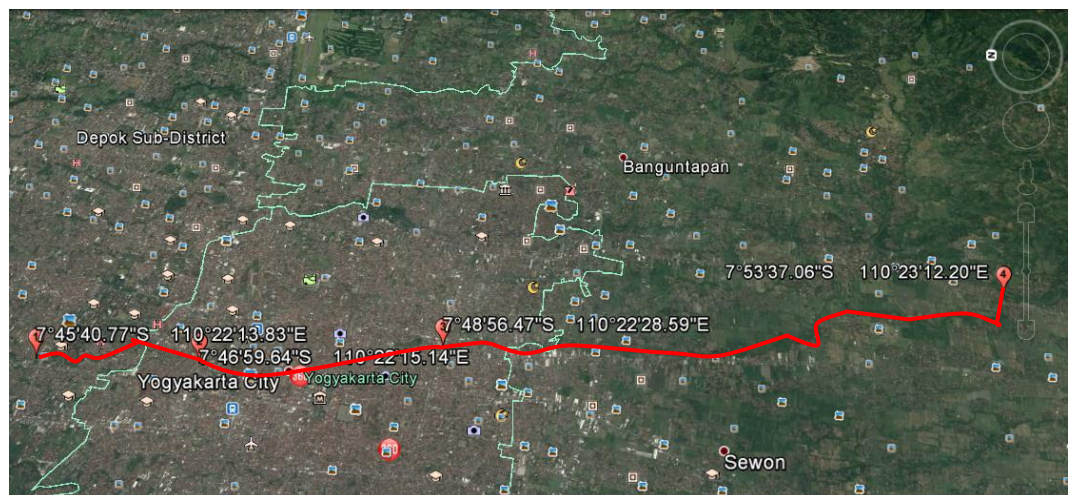
Pengambilan data pada Sungai Code dilakukan selama 2 hari yaitu pada tanggal 25 Maret dan 26 Maret 2017. Lokasi yang ditinjau adalah sepanjang Sungai Code dapat dilihat pada table 4.1:

Tabel 4.1 Lokasi penelitian

No	Lokasi	Elevasi	Koordinat
1	Jembatan Sarjito	+146	S 07°45'40,77"
			E 110°22'13.83"
2	Jembatan Gondolayu	+128	S 07°46'59.64"
			E 110°22'15.14"
3	Jembatan Tungkak	+126	S 07°48'56.47"
			E 110°22'28.59"
4	Muara Code daerah Jetis	+80	S 07°53'37.06"
			E 110°23'12.20"

Di bawah ini adalah peta Sungai Code dan gambar pada setiap segmen yang ditinjau yaitu:

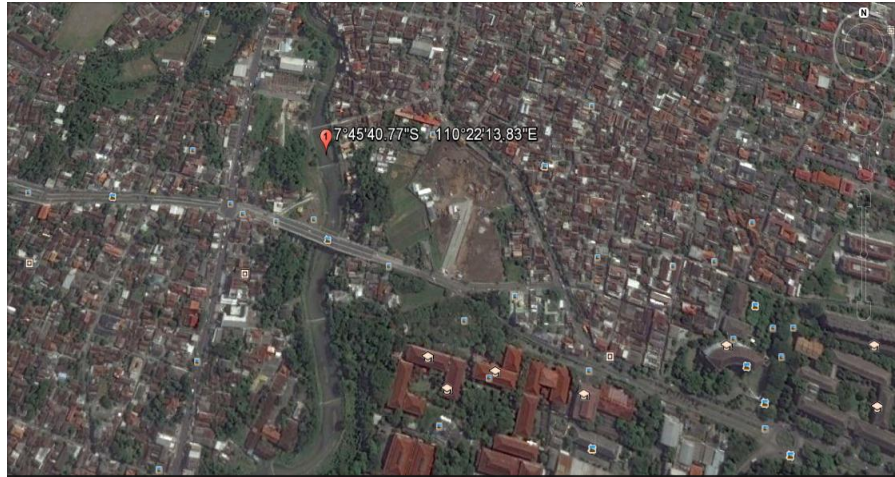
##### 1. Peta lokasi penelitian



Sumber : *google earth*

Gambar 4.2 Lokasi penelitian Sungai Code

## 2. Lokasi jembatan Sarjito

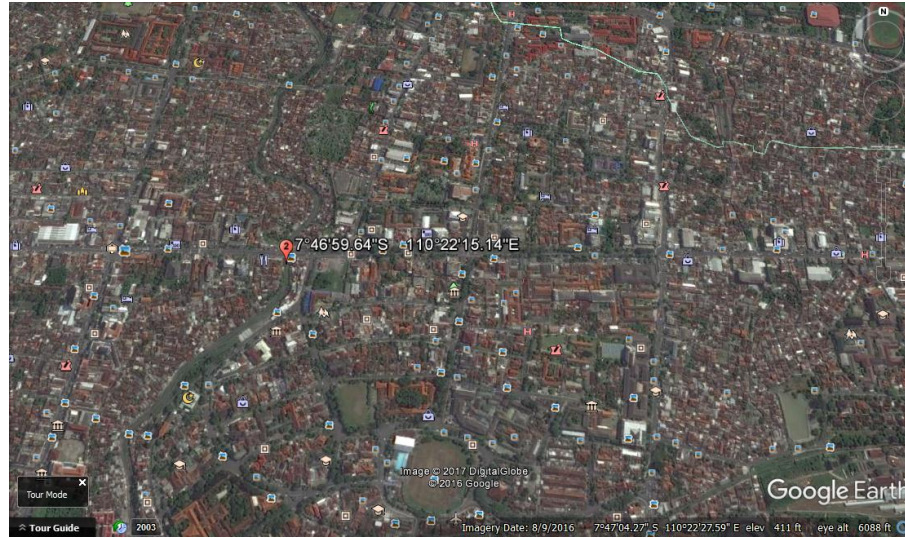


Gambar 4.3 Lokasi penelitian di Jembatan Sarjito



Gambar 4.4 Sungai Code di jembatan Sarjito

### 3. Jembatan Gondolayu

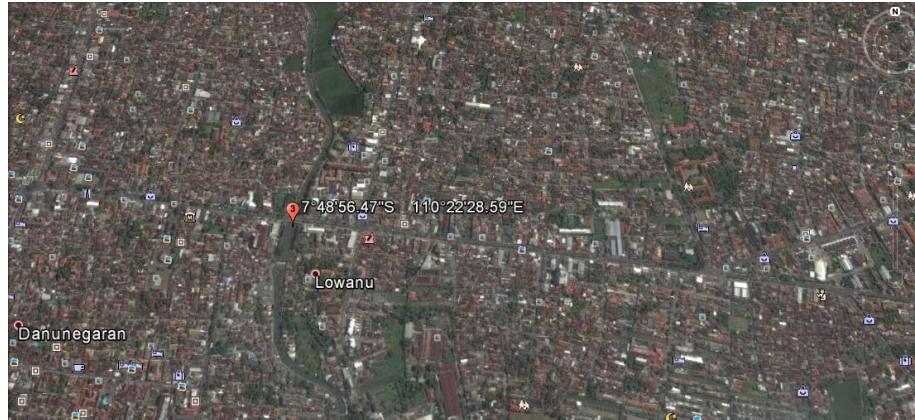


Gambar 4.5 Lokasi penelitian di Jembatan Gondolayu



Gambar 4.6 Sungai Code di Gondolayu

#### 4. Jembatan Tungkak

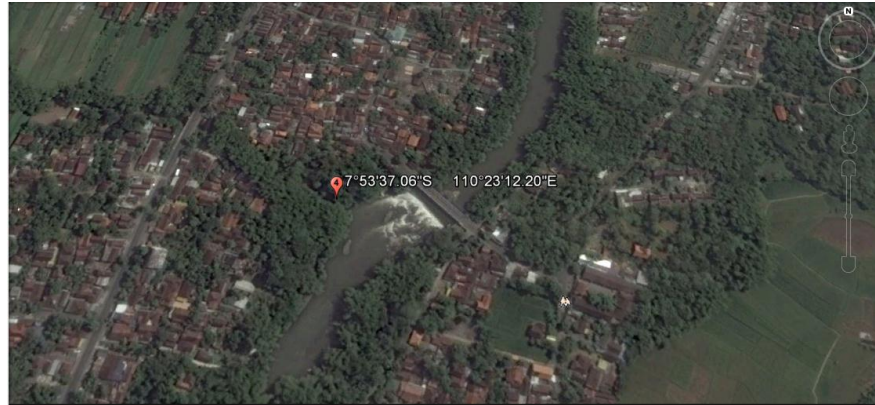


Gambar 4.7 Lokasi penelitian di Jembatan Tungkak



Gambar 4.8 Sungai Code di Tungkak

## 5. Muara Sungai Code di jetis



Gambar 4.9 Lokasi penelitian muara Code di Jetis



Gambar 4.10 Muara Code di Jetis

### E. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengambilan langsung (primer) yaitu dari pengambilan data langsung di lapangan dan dari hasil laboratorium. Pengambilan data juga dilakukan dengan cara tidak langsung (sekunder) yaitu referensi dari buku dan internet.

#### 1. Data Morfologi

Pengambilan data dilakukan langsung ke lokasi sungai code persegmen, data-data yang didapat yaitu pengukuran tampang melintang dan tampang memanjang Sungai Code berupa lebar saluran sungai, lebar banjir, lebar aliran, lebar bantaran kanan, lebar

bantaran kiri, kedalaman aliran, kecepatan aliran, tinggi tebing kanan, tinggi tebing kiri, kemiringan sungai menggunakan tiap-tiap segmen 10 m.

a. Data yang diamati adalah sebagai berikut:

- 1) Tampang memanjang berupa koordinat lokasi, elevasi tanah dari muka air laut, slope saluran sungai persegmen per 10 meter.
- 2) Tampang melintang berupa lebar aliran, lebar saluran, lebar bantaran, lebar banjir, tinggi tebing, kedalaman air.
- 3) Kecepatan aliran.
- 4) Pengambilan sampel sedimen untuk uji analisis ukuran butiran (*grandsize*) di laboratorium

Data hasil pengamatan kemudian dimasukkan dalam formulir pengamatan yang ditunjukkan pada tabel 4.2 seperti berikut:



Tabel 4.2 Contoh lembar pengamatan

Lokasi : Sungai Code		Koordinat :
Hari Tanggal :		
Jam :		Elevasi :
<p>SKETSA LAPANGAN</p>		
No	Data	Keterangan/Ukuran
1	Lebar aliran	
2	Lebar banjir	
3	Lebar bantaran kanan	
4	Lebar bantaran kiri	
5	Kedalaman aliran	
6	Material dasar sungai	
7	Tinggi tebing kanan	
8	Tinggi tebing kiri	
9	Penambangan (yes/no)	
10	Kecepatan aliran	
11	Kemiringan saluran	
12	Lebar saluran	

b. 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 4.11 *Global Position System (GPS) Garmin 60*

2) Meteran 100 meter

Meteran 100 dan digunakan untuk mengukur lebar aliran lebar bantaran, tinggi tebing, lebar saluran sungai.



Gambar 4.12 Meteran 100

3) Cetok

Cetok digunakan untuk mengambil sampel sedimen dasar sungai untuk diuji di laboratorium.



Gambar 4.13 Cetok

4) Meteran 5 meter

Meteran 5 meter dipakai untuk mengukur tinggi permukaan aliran air



Gambar 4.14 Meteran 5 meter

5) Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengetahui kecepatan aliran sungai.



Gambar 4.15 Stopwatch

6) Bola plastik

Bola plastik digunakan untuk mengetahui kecepatan aliran sungai.



Gambar 4.16 bola plastik

7) Selang plastik

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



Gambar 4.17 Selang plastik

8) Tongkat bambu

Tongkat dipakai untuk menentukan titik estimasi elevasi.



Gambar 4.18 Tongkat Bambu

2. Data distribusi butiran

Pengambilan sampel dilakukan dilapangan pada tanggal 25 Maret 2017 sampai 26 Maret 2017 dan kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Teknologi Beton program S1 Teknik Sipil UMY pada tanggal 30 Maret 2017. adapun alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Peralatan yang digunakan

1) Saringan

Saringan digunakan untuk menyaring sampel sedimen



Gambar 4.19 Saringan

2) Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengetahui berat sampel sedimen dasar sungai



Gambar 4.20 Timbangan

3) *Shave shaker machine*

*Shave shaker machine* digunakan untuk mengayak sampel sedimen dasar sungai pada saringan



Gambar 4.21 *Shave shaker machine*

4) Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan sampel sedimen



Gambar 4.22 Oven

5) Pan

Pan digunakan untuk meletakkan sampel sedimen dari lapangan untuk dimasukkan dalam oven dan untuk menimbang sampel yang sudah dikeringkan.



Gambar 4.23 Pan

- b. Langkah – langkah kerja pengujian distribusi butiran, yaitu:
- 1) Letakkan sampel sedimen di dalam cawan setelah itu dikeringkan dengan cara dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105 sampai mengering
  - 2) Mengambil sampel sedimen dari dalam oven
  - 3) Memasukkan sampe sedimen ke dalam set ayakan
  - 4) Memasang set ayakan kedalam alat getar ayakan (*shave shaker meachine* ) kemudian digetarkan.
  - 5) Mengambil ayakan dari atas alat getar kekmudian sampel sedimen yang tertinggal dari masing-masing ayakan ditimbang.
- c. Hasil pengujian di laboratorium
- Sampel sedimen dasar sungai diuji di laboratorium kemudian hasilnya disusun dalam sebuah tabel 4.3 seperti contoh di bawah:



Tabel 4.3 Analisis ukuran butiran

Lokasi asal sampel		Muara Sungai Code daerah Jetis			
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 (%)	Kumulatif (gr)	Kumulatif (%)	Lolos (%)
76.2	-	-	-	-	100
63.5	-	-	-	-	100
508	-	-	-	-	100
36.1	-	-	-	-	100
25.4	-	-	-	-	100
19.1	-	-	-	-	100
12.7	10,63	2,126	10,63	2,126	97,874
11.2	9,64	1,928	20,27	4,054	95,946
9.52	10,64	2,128	30,91	6,182	93,818
4.75	6,64	1,328	37,55	7,51	92,49
2.35	77,53	15,506	115,08	23,016	76,984
1.18	64,54	12,908	179,62	35,924	64,076
0.6	64,79	12,958	244,41	48,882	51,118
0.425	32,59	6,518	277	55,4	44,6
0,3	14,94	2,988	291,94	58,388	41,612
0.15	133,39	26,678	425,33	85,066	14,934
0.075	74,19	14,838	499,34	100	100
Pan			499,34		0
jumlah	499,34	100			

Sumber : Penelitian 2017

Perhitungan

1) Berat tertahan (%)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tertahan (\%)} &= \frac{\text{berat tertahan (gr)}}{\text{berat total tertahan}} \times 100 \\
 &= \frac{10,63}{500} \times 100 \\
 &= 2,126 \%
 \end{aligned}$$

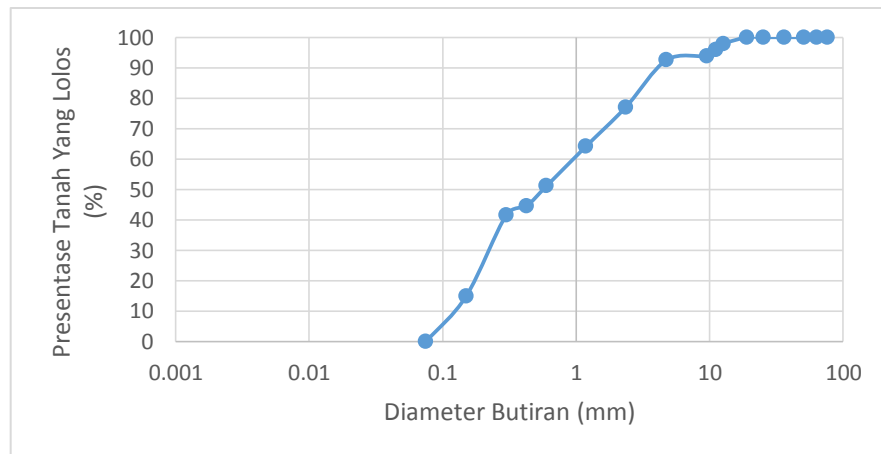
2) Berat komulatif (%)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Berat komulatif sebelumnya (\%)} + \text{Berat tertahan yang ditinjau} \\
 &= 2,126 + 1,928 \\
 &= 4,054 \%
 \end{aligned}$$

3) Berat komulatif lolos ayakan (%)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat komulatif lolos ayakan (\%)} &= 100\% - \text{berat komulatif \%} \\
 &= 100 - 2,126 \\
 &= 97,874\%
 \end{aligned}$$

4) Dari hasil perhitungan kemudian ditampilkan dalam grafik ( Gambar 4.20 ).



Gambar 4.24 Grafik analisis ukuran butiran

5) Dihitung jumlah sampel tanah yang hilang selama proses pengujian dengan rumus.

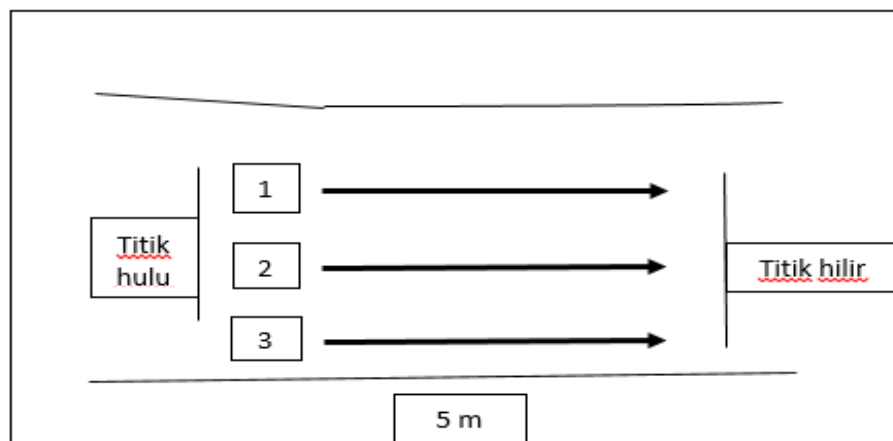
$$\begin{aligned}
 &= \frac{w-w_i}{w} \times 100 \% \\
 &= \frac{500-499,34}{500} \times 100 \% = 0,0013 \% \\
 &= 0,00132 \%
 \end{aligned}$$

## F. Contoh perhitungan

Contoh perhitungan digunakan untuk menentukan tipe morfologi, distribusi butiran sedimen dasar Sungai Code, kemudian data dari analisis distribusi butiran dapat mengetahui porositas dan jumlah angkutan sedimen. contoh perhitungan ini akan menjelaskan langkah-langkah pengerjaan dan rumus-rumus untuk menghitung perhitungan hidrometri dan menentukan tipe morfologi, porositas, serta jumlah angkutan sedimen yang melewati aliran Sungai Code. contoh perhitungan diambil dari data pada segmen muara Sungai Code yaitu di daerah Jetis.

### 1. Perhitungan hidrometri

#### a. Kecepatan aliran



Gambar 4.25 Pengambilan data kecepatan aliran

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{L}{T} \\
 &= \left( \frac{5}{30,55} + \frac{5}{18,31} + \frac{5}{10,12} \right) / 3 \\
 &= \frac{0,163 + 0,273 + 0,494}{3} \\
 &= 0,31 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

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 0,85-0,95.

$$\begin{aligned}
 V &= 0,31 \cdot 0,90 \\
 &= 0,279 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

b. Luas penampang basah aliran sungai

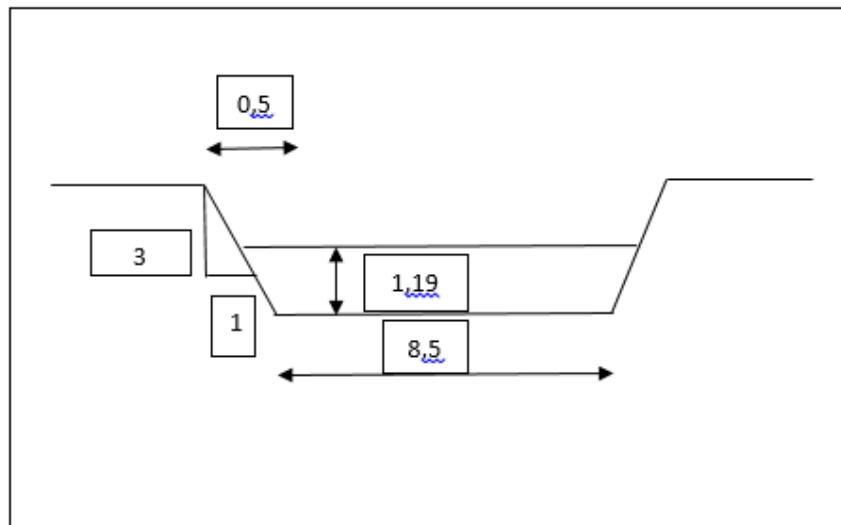
Menentukan nilai m, nilai m adalah kemiringan talud.

Karena vertical = 1 maka 1 jika disamakan adalah 0,5/0,5 maka untuk mendapatkan nilai m dibagi dengan 0,5.

Lebar tebing =  $0,5/0,5 = 1$

Kedalaman aliran =  $1,5/0,5 = 3$

$$\begin{aligned}
 A &= h (b + m \cdot h) \\
 &= 1,19 (8,5 + 0,42 \cdot 1,19) \\
 &= 10,71 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 4.26 Sketsa penampang melintang sungai

c. Debit

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= 13,485 \cdot 0,279 \\
 &= 2,9881 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2. Analisis perhitungan morfologi

a. Menghitung entrenchment ratio

$$\begin{aligned} \text{entrenchment ratio} &= \frac{\text{lebar aliran banjir}(wfpa)}{\text{lebar aliran sungai}(wbkf)} \\ &= \frac{31,9}{8,5} \\ &= 3,752 \text{ (tipe sungai C,D,E)} \end{aligned}$$

b. Menghitung width/depth ratio (w/d ratio)

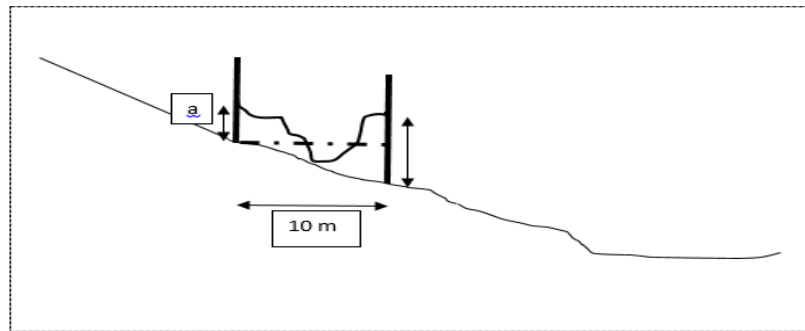
$$\begin{aligned} \text{Width/depth ratio} &= \frac{\text{lebar aliran sungai}(wbkf)}{\text{kedalaman aliran}(dbkf)} \\ &= \frac{8,5}{1,19} \\ &= 7,14 \text{ (tipe sungai c)} \end{aligned}$$

c. Menghitung kemiringan sungai (slope)

Menghitung kemiringan dilakukan per titik tinjauan dengan jarak 100 m dan penentuan elevasi atas dengan estimasi +100 m diatas permukaan air laut.pengambilan data dilakukan dengan jarak 10 m dengan jarak total 100 m.

$$\begin{aligned} \text{Kemiringan sungai} &= \frac{\text{elevasi}}{100} \times 100 \% \\ &= \frac{80}{100} \times 100 \% \\ &= 0,8 \% \rightarrow 0,008 \text{ ( tipe sungai A,C,E,F)} \end{aligned}$$

Contoh pengukuran kemiringan (*slope*) dapat dilihat pada gambar 4.23 dibawah ini.



Gambar 4.27 Pengukuran kemiringan sungai (*slope* )

- d. Menentukan jenis butiran material permukaan yang dominan (D-50). dari tabel analisis ukuran butiran pada segmen 4 muara Sungai Code di daerah Jetis, diketahui nilai  $D_{50} = 0,53$  mm, jadi dapat disimpulkan bahwa material dasar permukaan yang dominan adalah material lanau berukuran kurang lebih 0,53 mm. jadi dapat disimpulkan bahwa morfologi Sungai Code pada tinjauan segmen muara Sungai Code daerah Jetis adalah sungai tipe C5

### 3. Perhitungan jumlah angkutan sedimen

Data aliran dan sedimen:

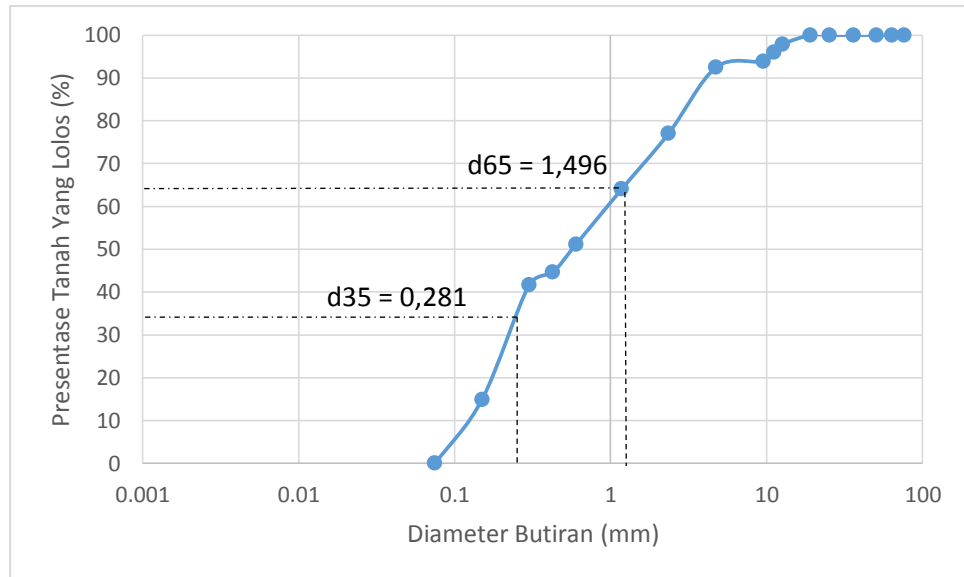
Debit aliran,  $Q = 2,9881 \text{ m}^3/\text{detik}$

Lebar aliran,  $B = 8,5 \text{ m}$

Slope,  $S = 0,008$

Viskositas air,  $\nu = 1,0 \times 10^{-6}$

Rapat massa rata-rata sedimen dasar sungai,  $\gamma = 2650 \text{ kg/m}^2$



Gambar 4.28 D35 dan D65 pada grafik distribusi ukuran butiran pada Muara Code daerah Jetis

Ukuran butiran hasil analisis saringan pada segmen 4 Muara Code di daerah Jetis ditunjukkan pada tabel 4.4:

Table 4.4 Ukuran butiran hasil analisis saringan

Interval ukuran butiran (mm)	Ukuran butiran rata-rata (mm)	% Material
12,7-4,75	9,542	0,075%
2,35-0,425	1,138	0,478%
0,3-0,075	0,175	0,445%

$$D_{35} = 0,281 \text{ mm}$$

$$D_{65} = 1,496 \text{ mm}$$

Mencari nilai  $R_b'$  dengan cara coba-coba, sehingga hasil hitungan debit aliran yang didasarkan pada nilai  $R_b'$  nilainya sama dengan debit aliran yang diketahui,  $Q = 3,2171 \text{ m}^3/\text{detik}$

$$R_b' = 0,148 \text{ coba-coba}$$

Kecepatan gesek akibat kekasaran butiran

$$U' = \sqrt{g \cdot R_b' \cdot S}$$

$$= \sqrt{9,81 \cdot 0,148 \cdot 0,008}$$

$$= 0,1077 \text{ m/s}$$

Tebal lapisan sub-viscous

$$\delta' = \frac{11,6 \cdot \nu}{U'} = \frac{11,6 \cdot 1,0 \times 10^{-6}}{0,1077} = 0,00010 \text{ m}$$

Nilai  $ks = d65$

$$\frac{ks}{\delta'} = \frac{d65}{\delta'} = \frac{0,00149}{0,00010} = 13,89 \text{ sama}$$

Nilai  $\frac{ks}{\delta'} = 13,89$  dari gambar 3.14, diperoleh nilai  $x = 1,1$

Kecepatan aliran rata-rata  $V$ , dihitung dengan persamaan logaritma

$$V = 5,75 \cdot U' \cdot \log\left(12,27 \frac{Rb' \cdot x}{Ks}\right)$$

$$= 5,75 \cdot 0,1077 \cdot \log\left(12,27 \frac{0,167 \cdot 1,1}{0,00149}\right) = 1,9368 \text{ m/s}$$

Intensitas aliran,  $\psi$

$$\Psi = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d35}{S \cdot Rb}$$

$$= 1,65 \frac{0,000281}{0,008 \cdot 0,148}$$

$$= 0,3915$$

Nilai  $\psi = 0,3915$  dari gambar 3.15, diperoleh nilai

$$\frac{V}{U'} = 100$$

$$U' = 1,9368 / 100 = 0,0193 \text{ m/s}$$

$$U' = \sqrt{g Rb'' S}$$



$$Rb'' = \frac{U'}{g S} = \frac{0,0193 \times 0,00193}{9,81 \cdot 0,008} = 0,00478$$

$$\begin{aligned} Rb &= Rb' + Rb'' \\ &= 0,148 + 0,00478 = 0,15278 \end{aligned}$$

$$Rb = \frac{Bh}{B+2h} = \frac{9,5h}{9,5+2h} = 0,15278 \text{ m} = h = 0,179$$

$$\text{Cara mencari nilai } h = 0,15278 = \frac{9,5h}{9,5+2h}$$

$$1,45141 + 0,30556 h = 9,5 h$$

$$1,45141 = 9,5 h - 0,30556 h$$

$$1,45141 = 9,1944$$

$$h = 0,157$$

Control hitungan debit

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V = (B h V') \\ &= 8,5 \cdot 0,1578 \cdot 1,9368 \\ &= 2,9046 \text{ m}^3/\text{s} \leftrightarrow 2,9881 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ok!!!} \end{aligned}$$

Jadi jari – jari hidraulik akibat kekasaran butiran yang dipakai adalah  $Rb' = 0,148$

Dengan berdasarkan nilai  $Rb'$  yang benar, selanjutnya dilakukan hitungan angkutan sedimen menurut Einstein.

$$\Psi' = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d}{S \cdot Rb} = 1,65 \frac{d}{0,008 \cdot 0,148} = 1393,581 d$$

$$\begin{aligned} U' &= \sqrt{G Rb'' S} \\ &= \sqrt{9,81 \cdot 0,157 \cdot 0,008} = 0,1110 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\delta' = \frac{11,6}{U'} = \frac{11,6 \cdot 1,0 \times 10^{-6}}{0,1144} = 0,00010 \text{ M}$$

$$\frac{KS}{\delta'} = \frac{d^{65}}{\delta'} = \frac{0,00149}{0,00010} = 13,89$$

Nilai  $\frac{KS}{\delta'} = 13,89$  dari gambar 3.14, diperoleh nilai  $x = 1$

Kekasaran dasar saluran

$$\Delta = \frac{d_{65}}{x} = \frac{0,00149}{1} = 0,00149 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta}{\delta'} = \frac{0,00135}{0,00010} = 13,89 > 1,8 \rightarrow x = 0,77 \cdot \Delta$$

$$= 0,77 \cdot 0,00149$$

$$= 0,00115 \text{ m}$$

$$\left[\frac{R}{R_x}\right]^2 = \left[\frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \cdot x / \Delta)}\right]^2 = \left[\frac{\log(10,6)}{\log(10,6 \cdot 0,00115 / 0,00149)}\right]^2$$

$$= 1,2644$$

D1 untuk fraksi ukuran butiran,  $d_1 = 9,542 \text{ mm} = 0,00954 \text{ m}$

$$\frac{d_1}{x} = \frac{0,00954}{0,00115} = 8,2835$$

Untuk  $\frac{d_1}{x} = 8,28$  dari gambar 3.16, diperoleh nilai hiding factor  $\xi = 1$

Untuk  $\frac{d_{65}}{\delta'} = 13,89$  dari gambar 3.17, diperoleh nilai koreksi gaya angkat

$$Y = 0,5$$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\Psi, I' = \xi \cdot Y \cdot \left[\frac{R}{R_x}\right]^2 \cdot \psi, '$$

$$= 1 \cdot 0,5 \cdot 1,2644 \cdot 1393,581 \text{ D1}$$

$$= 1 \cdot 0,5 \cdot 1,2644 \cdot 1393,581 \cdot 0,00954$$

$$= 8,4072$$

Untuk  $\psi, I' = 8,4072$  dari gambar 3.18, diperoleh nilai  $\theta = 0,2$

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

$$(ibqb)_1 = i_b \cdot \theta \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{3/2} \cdot \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{1/2}$$

$$= 0,075 \cdot 0,2.2650/9,81.(9,81. 0,00954)^{3/2} \cdot (1,65)^{1/2}$$

$$= 0,0000149$$

D2. Untuk fraksi ukuran butiran,  $d_2 = 1,138 \text{ mm} = 0,000114 \text{ m}$

$$\frac{d_2}{x} = \frac{0,00114}{0,00115} = 0,9896$$

Untuk  $\frac{d_2}{x} = 0,9896$  dari gambar 3.16, diperoleh nilai hiding factor  $\xi = 1,1$

Untuk  $\frac{d_{65}}{\delta'} = 13,89$  dari gambar 3.17, diperoleh nilai koreksi gaya angkat  $Y = 0,5$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\Psi, I' = \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[ \frac{R}{R_X} \right]^2 \cdot \psi, '$$

$$= 1,1 \cdot 0,5 \cdot 1,2644 \cdot 1393,581 \cdot d_2$$

$$= 1,1 \cdot 0,5 \cdot 1,2644 \cdot 1393,581 \cdot 0,00114$$

$$= 1,10486$$

Untuk  $\Psi, I' = 1,10486$  dari gambar 3.18, diperoleh nilai  $\theta = 6$

Selanjutnya besar angkutan sedimen untuk fraksi butiran  $d_1$

$$(ibqb)_2 = i_b \cdot \theta \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{3/2} \cdot \left( \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right)^{1/2}$$

$$= 0,0478 \cdot 6 \cdot 2650/9,81 \cdot (9,81 \cdot 0,00114)^{3/2} \cdot (1,65)^{1/2}$$

$$= 0,0001177$$

D3 untuk fraksi ukuran butiran,  $d_3 = 0,1755 \text{ mm} = 0,00018 \text{ m}$

$$\frac{d_3}{x} = \frac{0,00018}{0,00115} = 0,1562$$

Untuk  $\frac{d_{35}}{x} = 0,1562$  dari gambar 3.16, diperoleh nilai hiding factor  $\xi = 80$

Untuk  $\frac{d_{65}}{\delta'} = 13,89$  dari gambar 3.13, diperoleh nilai koreksi gaya angkat  $Y = 0,5$

Intensitas aliran yang telah dikoreksi

$$\begin{aligned}
 \Psi, I' &= \xi_1 \cdot Y_1 \cdot \left[ \frac{\beta}{\beta X} \right]^2 \cdot \psi, ' \\
 &= 80.0,5 \cdot 1,2644 \cdot 1393,581 \cdot d^3 \\
 &= 80.0,5 \cdot 1,2644 \cdot 1393,581 \cdot 0,00018 \\
 &= 12,68
 \end{aligned}$$

Untuk  $\Psi, I' = 12,68$  dari gambar 3.18, diperoleh nilai  $\theta = 0$

Selanjutnya besar angkutan sedimen suspensi untuk fraksi butiran d1

$$\begin{aligned}
 (iBqB)_3 &= iB \cdot \theta \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot d_1)^{3/2} \cdot \left( \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right)^{1/2} \\
 &= 0,0445 \cdot 0,0009 \cdot 2650/9,81 \cdot (9,81 \cdot 0,00018)^{3/2} \cdot (1,65)^{1/2} \\
 &= 1,0311 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Nilai selengkapnya untuk menghitung angkutan sedimen

	d (mm)	ib (%)	Rb' (m)	$\Psi, '$	d/x	$\xi,$	Y	$\Psi, I'$	$\Theta.$	(iBqB) (kg/ms)
1	0,0095	0,00075	0,148	13.2975	8.2835	1	0,5	8.4072	0,2	$1,49 \times 10^{-5}$
2	0,0011	0,00478	0,148	1.5886	0.9896	1,1	0,5	1.1048	6	$1,1769 \times 10^{-4}$
3	0,0001	0,00445	0,148	0.2508	0.1562	80	0,5	12.6874	0,0008	$1,031 \times 10^{-6}$
									$\Sigma$	$1,32602 \times 10^{-4}$

Jadi besar angkutan sedimen:

$$\begin{aligned}
 Q_b &= (\Sigma iBqB) \times 60 \text{detik} \times 60 \text{menit} \times 24 \text{jam} \times b \\
 &= 1,32602 \times 10^{-4} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 9,5 \\
 &= 108,8393 \text{ kg/hari} = 0,1088 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

#### 4. Perhitungan porositas

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air atau udara. Porositas dapat dihitung setelah grafik distribusi ukuran butir diperoleh, dan ditentukan jenis

material dominannya. Hal ini penting agar dapat menentukan jenis distribusi ukuran butirannya.

Contoh perhitungan porositas material dasar sungai si segmen 4 muara Sungai Code daerah Jetis:

- a. Dengan berdasarkan hasil pengujian gradasi psj ( proporsi kelas j ) dapat dihitung dengan persamaan:

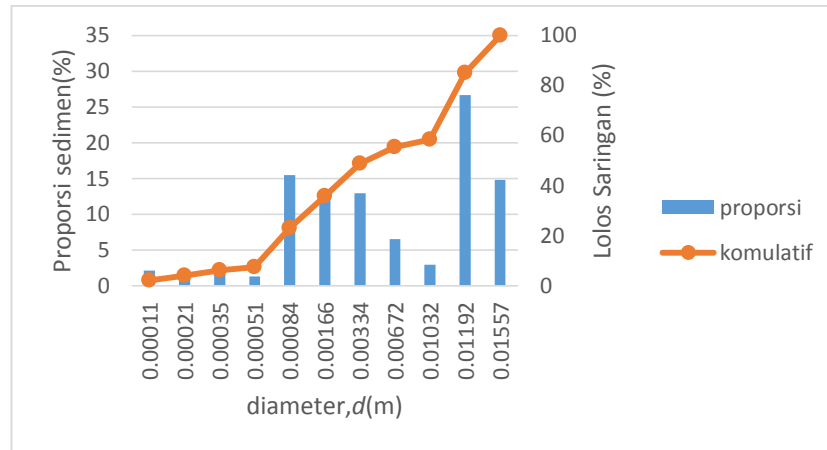
$$\begin{aligned} \text{Psj (proporsi) kelas 1} &= \frac{\%komulatif}{100} \\ &= \frac{2,126}{100} \\ &= 0,0212 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter butiran kelas 1} &= \sqrt{(dd1 \times dd2)} \\ &= \sqrt{(0,00075 \times 0,00015)} \\ &= 0,00011 \text{ m} \end{aligned}$$

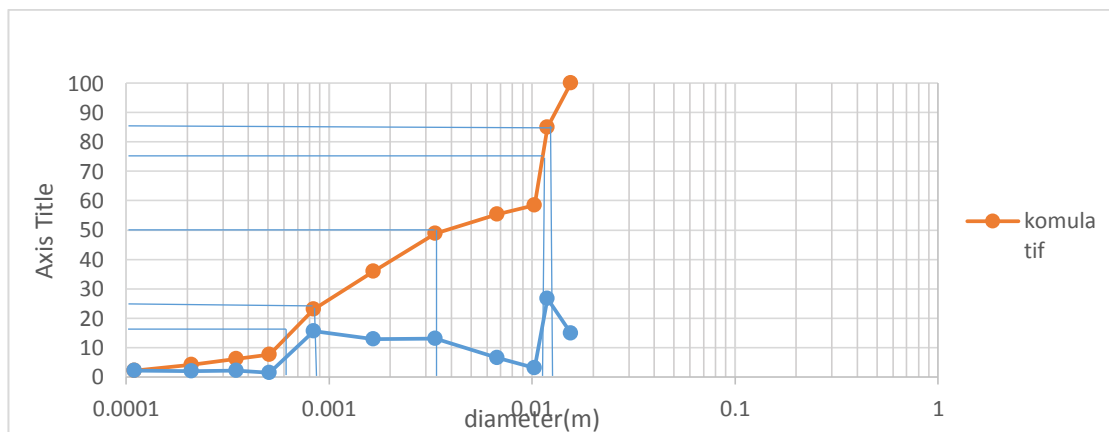
- b. Hasil perhitungan disajikan ke dalam tabel, seperti tabel 4.6:

Segmen 4 muara Sungai Code daerah Jetis						
Mewakili gs $d(j) = \sqrt{(dd(j) \times dd(j+1))}$	proporsi $fs(j)$	proporsi $fs(j) (\%)$	j-th ukuran butir $dd(j+1) = d(j)^2 / dd(j)$ (m)		Kumulatif distribusi ukuran butiran (%)	
$d(1)$	0,00011	0,0212	2,126	$dd(1)$	0,000075	2,126
$d(2)$	0,00021	0,0192	1,928	$dd(2)$	0,00015	4,054
$d(3)$	0,00035	0,0212	2,128	$dd(3)$	0,0003	6,182
$d(4)$	0,00051	0,0132	1,328	$dd(4)$	0,00043	7,51
$d(5)$	0,00084	0,1550	15,506	$dd(5)$	0,0006	23,016
$d(6)$	0,00166	0,1290	12,908	$dd(6)$	0,00118	35,924
$d(7)$	0,00334	0,1295	12,958	$dd(7)$	0,00235	48,882
$d(8)$	0,00672	0,0651	6,518	$dd(8)$	0,00475	55,4
$d(9)$	0,00326	0,0298	2,988	$dd(9)$	0,00952	58,388
$d(10)$	0,01192	0,2667	26,678	$dd(10)$	0,00112	85,066
$d(11)$	0,1557	0,1483	14,838	$dd(11)$	0,0127	100
					0,0191	

- c. Dari nilai pada tabel diatas dapat disajikan sebuah grafik kurva,kolom dan grafik.



Gambar 4.29 Gambar grafik distribusi ukuran butran dan kolom proporsi persentase sedimen.



Gambar 4.30 Diameter dominan ( $d_{50}$ ) dan  $d_{16}$ ,  $D_{25}$ ,  $D_{75}$ ,  $D_{85}$

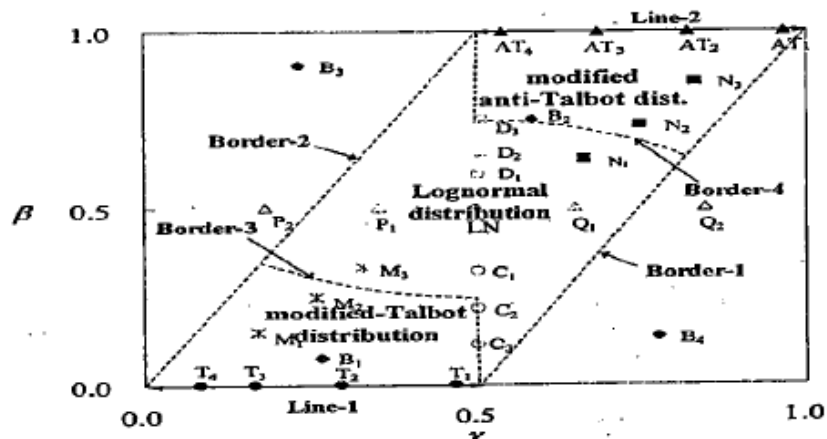
- d. Tipe distribusi ukuran butiran ditentukan berdasarkan nilai parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  ( gamma dan betta )

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

$$= \frac{\log 0,0127 - \log 0,00019}{\log 0,0127 - \log 0,000075}$$

$$= 1,2675$$

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{\log d_{\max} - \log d_{\text{peak}}}{\log d_{\max} - \log d_{\min}} \\ &= \frac{\log 0,0127 - \log 0,00331}{\log 0,0127 - \log 0,000075} \\ &= 1\end{aligned}$$



Gambar 4.31 Grafik hubungan  $\gamma$  dan  $\beta$  dengan tipe distribusi ukuran M Tallbot, lognormal dan M anti tallbot ( Sulaiman, 2008).

Dengan nilai parameter  $\gamma$  dan  $\beta$  ( gamma dan betta ) dan grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.25 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 M Talbot.

e. Diameter median (dmean) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}\text{Dmean} &= (d_j \times p_{sj}) \\ &= (0,00011 \times 0,0212) \\ &= 0,0000002\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama kemudian dihitung diameter median (dmean) seluruh fraksi kemudian dijumlahkan seluruhnya.

$$\begin{aligned} D_{\text{mean total}} &= (\sum d_{\text{mean}}) \\ &= 0,0023 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \ln(d_1) &= \ln(0,00011) \\ &= -9,1514 \end{aligned}$$

Dengan persamaan yang sama kemudian dihitung diameter seluruh fraksi.

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

$$\begin{aligned} \ln(d) &= \ln(0,0086) \\ &= -4,756 \end{aligned}$$

h. Setelah  $\ln(d_1)$  dan  $\ln(d)$  diketahui, standar deviasi ( $\sigma$ ) dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \sigma_{d1} &= (\ln(d_1) - \ln(d))^2 \cdot p_{sj} \\ &= (\ln(-9,1150) - \ln(-6,074))^2 \cdot 0,0212 \\ &= 0,03873 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, dihitung standar deviasi diameter seluruh fraksi diketahui, selanjutnya nilai standar deviasi dijumlahkan.

i. Hasil perhitungan selengkapnya diperlihatkan dalam tabel 4.7



Tabel 4.7 Perhitungan porositas material dasar sungai segmen 4 muara  
Sungai Code daerah Jetis

$(d \text{ mean})$ $= dj \times psj$		$dj$	$psj$	$dmean$	$Ln(dj)$	$Ln(d)$	$((ln(d)-ln(d))^x)psj$
$2,332 \times 10^{-6}$	d1	0,00011	0,0212	0,0030	-9,1150	-5,80914	0,23168
$3,072 \times 10^{-6}$	d2	0,00021	0,0192	0,0030	-8,4684	-5,80914	0,13577
$7,42 \times 10^{-6}$	d3	0,00035	0,0212	0,0030	-7,9575	-5,80914	0,09784
$6,732 \times 10^{-6}$	d4	0,00051	0,0132	0,0023	-7,5811	-5,80914	0,04144
$1,302 \times 10^{-4}$	d5	0,00084	0,1550	0,0023	-7,0821	-5,80914	0,25116
$2,1414 \times 10^{-4}$	d6	0,00166	0,1290	0,0030	-6,4009	-5,80914	0,04517
$4,3252 \times 10^{-4}$	d7	0,00334	0,1295	0,0030	-5,7017	-5,80914	0,00149
$4,37472 \times 10^{-4}$	d8	0,00672	0,0651	0,0030	-5,0026	-5,80914	0,04234
$9,7148 \times 10^{-5}$	d9	0,00326	0,0298	0,0030	-5,7260	-5,80914	0,00002
$3,17373 \times 10^{-4}$	d10	0,00119	0,2667	0,0030	-6,7338	-5,80914	0,22802
$7,34085 \times 10^{-4}$	d11	0,00495	0,1483	0,0030	-6,7338	-5,80914	0,01267
$\Sigma=0,0030$	$\Sigma \sigma_L = \sqrt{\Sigma \sigma_L d1}$						1.0876

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

Batas atas = 55,4, diameter = 0,00475

Batas bawah = 48,882, diameter = 0,00235

$$\begin{aligned}
 d_{50} &= d_{b \text{ bawah}} + \left( \frac{50 - b \text{ bawah}}{b \text{ atas} - b \text{ bawah}} \right) \cdot (d_{b \text{ atas}} - d_{b \text{ bawah}}) \\
 &= 0,00235 + \left( \frac{50 - 48,882}{55,4 - 48,882} \right) \cdot (0,00475 - 0,00235) \\
 &= 0,00276
 \end{aligned}$$

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

$D_{\text{puncak}}/d_{\text{peak}} =$

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

$$n_T(x\%) = \frac{\ln(F(DX\%))}{\ln\left(\frac{\log D_{x\%} - \log D_{\min}}{\log D_{\max} - \log D_{\min}}\right)}$$

$$n_T(16\%) = \frac{\ln(F(0,00063\%))}{\ln\left(\frac{\log 0,00063\% - \log 0,000075}{\log 0,0127 - \log 0,000075}\right)}$$

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

$$n_T = \frac{n_T(16\%) + n_T(25\%) + n_T(50\%) + n_T(75\%) + n_T(85\%)}{5}$$

$$\frac{n_T(0,5233) + n_T(0,1684) + (0,1003) + n_T(0,0718) + n_T(0,0647)}{5}$$

$$= 0,1857$$

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

$$\begin{aligned} d_{\max}/d_{\min} &= 0,0127/0,000075 \\ &= 169,3 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \gamma &= 0,0125 n_T + 0,3 \\ &= 0,0125 \times (0,1857) + 0,3 \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

- o. Jadi nilai porositas pada titik muara Sungai Code daerah Jetis adalah 0,285

D maksimal	0,0127
D minimal	0,000075
Batas atas	55,4
Batas bawah	48,882
D50/dg	0,00276
D puncak / d peak	0,00331
Gamma	1,267
Betta	1
Sigma	1.0876
porositas	0,32

Sumber : Hasil Analis Penelitian (2017 )