

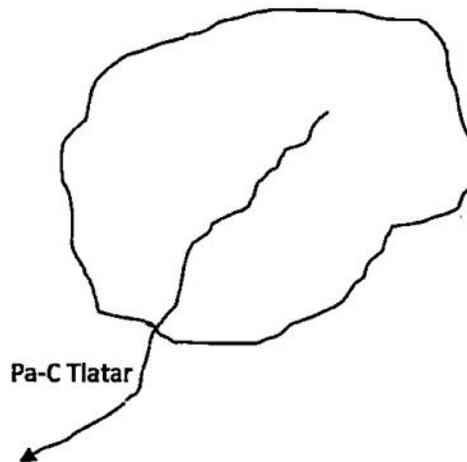
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan ini akan menjelaskan langkah-langkah perhitungan untuk mengetahui kemampuan bangunan Sabo dalam mengendalikan sedimen pada saat terjadi banjir dan kemampuan bangunan tersebut bangunan tersebut dalam mengalirkan sedimen ke arah hilir khususnya pada saat terjadi banjir.

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Tipe Aliran Sedimen



Gambar 4.1 Sketsa letak Sabo Dam Pa-C Tlatar

Data Pa-C Tlatar :

Daerah tangkapan sungai	: 1,12 km <sup>2</sup>
Kemiringan Dasar	: 0,034
Diamater representatif	: 5,2 cm
Lebar palung sungai	: 45 m

Data lain :

Konsentrasi butiran dasar statis (C <sub>o</sub> )	: 0.6
Sudut gesek dalam statis ( $\phi$ )	: 30 <sup>0</sup> tan $\phi$ = 0,7

Gravitasi bumi (g)	: 9,81
Density sedimen ( $d_m$ )	: 2,65 ton/m <sup>3</sup>
Density air ( $\rho_w$ )	: 1 ton/m <sup>3</sup>
Porositas (p)	: 0,3
Konstante eksperimen (k)	: 0,85

Tipe aliran Pa-C tlatar :

$$\begin{aligned} \tan \theta_d &= \frac{C * (\rho_s - \rho_w)}{C * (\rho_s - \rho_w) + \rho_w (1 + \frac{1}{k})} \tan \phi \\ &= \frac{0,6(1,46 - 1)}{0,6 * (1,46 - 1) + 1(1 + \frac{1}{0,85})} 0,7 \\ &= 0,0788 > \phi = 0,034 \end{aligned}$$

Jadi jenis aliran adalah hiperkonsentrasi

## 2. Kapasitas Bangunan Sabo

### 2.1. Sabo Dam Pa-C Tlatar

Berdasarkan perencanaan pada Pa-C Tlatar lebar pelimpah 60 m, tinggi pelimpah 2 m, kemiringan sayap 2:1, tinggi jagaan 1 m, tinggi sayap 2 m, maka kapasitas tampungnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$I_0 = 0,034$$

$$I_s = 0,5 \times I_0$$

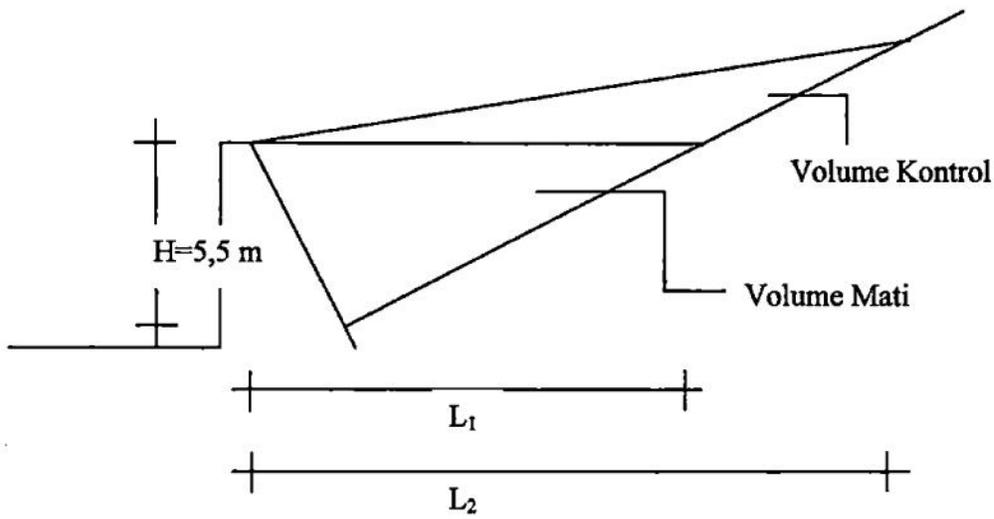
$$= 0,5 \times 0,034$$

$$= 0,017$$

$$I_d = 0,75 \times I_0$$

$$= 0,75 \times 0,034$$

$$= 0,0255$$



Gambar 4.2 Potongan memanjang Pa-C Tlatar

$$L_1 = \frac{H}{(I_0 - I_s)}$$

$$= \frac{5,5}{(0,034 - 0,017)}$$

$$= 323,53 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{H}{(I_0 - I_d)}$$

$$= \frac{5,5}{(0,034 - 0,0255)}$$

$$= 647,06 \text{ m}$$

Besarnya volume mati,  $V_s$  :

$$V_s = \frac{1}{2} \cdot H \cdot B \cdot L_1$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 5,5 \cdot 45 \cdot 323,53$$

$$= 40.036,84 \text{ m}^3$$

Besarnya volume total,  $V_{\text{tot}}$

$$V_{\text{tot}} = \frac{1}{2} \cdot H \cdot B \cdot L_2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 5,5 \cdot 45 \cdot 647,06$$

$$= 80.073,67 \text{ m}^3$$

Besar volume kontrol,  $V_c$  :

$$\begin{aligned} V_c &= 80.073,67 - 40.036,84 \\ &= 40.036,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi total sedimen yang mengendap di hulu check dam Pa-C Tlatar adalah sebesar  $40.036,84 \text{ m}^3$

### 3. Volume Aliran Sedimen (*Input*)

#### a. Curah hujan dan debit banjir

Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan volume aliran sedimen yang dapat dikendalikan oleh bangunan sabo adalah data curah hujan harian maksimum dan data curah hujan harian saat terjadi aliran debris dari stasiun Jrasah, Sleman, Yogyakarta. Tabel curah hujan harian maksimum tahunan stasiun Jrasah dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2012 dapat dilihat pada bab sebelumnya pada Tabel 3.2.

Tabel 4.2 berikut adalah tabel hasil analisis frekuensi curah hujan maksimum harian dari stasiun Jrasah. Analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Gumbel yang berdasarkan pada analisis statistik dengan menggunakan data curah hujan maksimum selama 24 jam dan data pengamatan selama 10 tahun. Perhitungan debit bulanan dari 2010 s/d 2012 dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.1. Analisis frekuensi curah hujan maksimum harian stasiun Jarakah

Tanggal	Xi (mm)	Xi urut (mm)	m	(n+1)/m	(Xi-Xrt) <sup>2</sup>
2002	53.2	177.5	1	12.00	131.103
2003	58.4	149.4	2	6.00	277.222
2004	42.8	144.5	3	4.00	464.402
2005	81	110	4	3.00	3141.6
2006	149.4	99.5	5	2.40	4428.9
2007	110	81	6	2.00	7233.5
2008	80	80	7	1.71	7404.6
2009	0	58.4	8	1.50	11588.5
2010	99.5	53.2	9	1.33	12735.1
2011	144.5	42.8	10	1.20	15190.6
2012	177.5	0	11	1.09	27572.6
	Jumlah	996.3			
	Rata-rata	166.05			
	Sx	52.4434			

Dari Persamaan (2.30) dan Tabel 4.2, diperoleh

Standar deviasi,  $S_x = 52,4434$

$X_{rata-rata} = 166,05$

Reduce Variate,  $Y_{t_2} = 0,3665$

$Y_{t_5} = 1,4999$

$Y_{t_{10}} = 2,2502$

$Y_{t_{20}} = 2,9606$

Reduce mean,  $Y_n = 0,4996$

Reduce standard deviation,  $S_n = 0,9676$

Besarnya curah hujan dalam periode ulang T tahun :

$$R_1 = X_{\text{rata-rata}} + (Y_1 - Y_n) / S_n \cdot S_x$$

$$\begin{aligned} R_2 &= 166,05 + (0,3665 - 0,4996) / 0,9676 \cdot 52,4434 \\ &= 158,84 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_5 &= 166,05 + (1,4999 - 0,4996) / 0,9676 \cdot 52,4434 \\ &= 220,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{10} &= 166,05 + (2,2502 - 0,4996) / 0,9676 \cdot 52,4434 \\ &= 260,93 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{20} &= 166,05 + (2,9606 - 0,4996) / 0,9676 \cdot 52,4434 \\ &= 299,43 \text{ mm} \end{aligned}$$

Intensitas :

$$I_{Tr} = (Rt/24)(24/t)^{2/3}$$

$$T = L/W$$

$$W = 72(H/L)^{0,6}$$

Jika panjang sungai dari Pa-C tatar ke hulu,  $L=0,5$  km, selisih beda tinggi,  $H=0,017$  km dan luas tangkapan,  $A=1,12$  km<sup>2</sup>, maka :

$$\begin{aligned} W &= 72(0,017/0,5)^{0,6} \\ &= 9,467 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 0,5/9,467 \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= (158,84/24)(24/0,053)^{2/3} \\ &= 390,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_5 &= (220,27/24)(24/0,053)^{2/3} \\ &= 541,23 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$I_{10} = (260,93/24)(24/0,053)^{2/3}$$

$$= 641,12 \text{ mm}$$

$$I_{20} = (299,43/24)(24/0,053)^{2/3}$$

$$= 735,711 \text{ mm}$$

Debit banjir berdasarkan metode rasional dan koefisien run off (Fr) = 0,75

$$Q_{tr} = (1/36).C.I_{tr}. A$$

$$Q_2 = (1/36). 0,75. 390.28. 1,12$$

$$= 91,07 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_5 = (1/36). 0,75. 541,23. 1,12$$

$$= 126,287 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{10} = (1/36). 0,75. 641,12. 1,12$$

$$= 149,59 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{20} = (1/36). 0,75. 735,711. 1,12$$

$$= 171,67 \text{ m}^3/\text{detik}$$

#### b. Volume aliran sedimen

Perhitungan volume aliran sedimen didasarkan atas estimasi volume aliran sedimen di dalam suatu daerah pengaliran dan kapasitas kemampuan air untuk mengangkut sedimen dalam satu kali banjir. Dari persamaan (2.2) maka dapat diestimasi volume aliran sedimen perlu memperhatikan nilai koreksi *run off*. Hasil selengkapnya dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.2. Volume sedimen yang mengalir dalam satu kali banjir  
periode 2002 - 2012

Tanggal	R <sub>24</sub> (mm)	A (km <sup>2</sup> )	C <sub>d</sub>	1-C <sub>d</sub>	1-λ	Fr	V <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> )
31/03/2002	53.2	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	826.02
3/1/2003	58.4	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	906.76
15/03/2004	42.8	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	664.54
6/1/2005	81	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	1257.66
23/02/2006	149.4	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	2319.68
28/12/2007	110	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	1707.93
14/02/2008	80	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	1242.13
2009	0	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	0.00
28/05/2010	99.5	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	1544.90
3/12/2011	144.5	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	2243.60
22/02/2012	177.5	1,12	0,031	0,969	0,6	0,26	2755.98
Jumlah							15469,21

#### 4. Volume Sedimen yang Dapat Terkontrol di Sabo Dam

Debit aliran sedimen untuk masing-masing kondisi adalah sebagai berikut :

Dari analisis debit Januari tahun 2012

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2$$

Di mana :  $Q_{tot}$  : debit total

$Q_1$  : debit air yang melalui drip hole

$Q_2$  : debit yang melewati pelimpah

$$Q_1 : A \times p \times l$$

$$: p \times A \times k \times l$$

Nilai  $k = 10^{-2}$  m/detik (Tabel 2.1. koefisien permeabilitas, Mekanika tanah, R.F. Craig).

$p$  = porositas

$$\frac{p}{(1-p)} = \lambda \text{ (void ratio, diambil sebesar 0,4)}$$

$$p = 0,4 - 0,4p$$

$$= 0,2857$$

$$\begin{aligned}
 A &= \text{luasan lubang drip hole} \\
 &= p \times b \times h \\
 &= 0,2857 \times 1 \times 1 \\
 &= 0,2857 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah lubang drip hole 3 buah, maka :

$$\begin{aligned}
 A &= 3 \times 0,2857 \\
 &= 0,8571 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \tan \theta \text{ (dianggap tampungan selalu penuh)} \\
 &= 0,034 \text{ (kemiringan rata-rata)}
 \end{aligned}$$

Debit yang melewati drip hole

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= p \times A \times k \times i \\
 &= 0,2857 \times 0,8571 \times 10^{-2} \times 0,034 \\
 &= 8,33 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Debit yang melewati pelimpah

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= Q_{\text{tot}} - Q_1 \\
 &= 202,51 - 8,33 \times 10^{-5} \\
 &= 202,509
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= A \times V \\
 &= (b \times h) \times (1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}) \text{ dianggap tepi tebing tegak} \\
 &= (45 \times h) \times (1/0,035) \times (A/P)^{2/3} \times (0,034)^{1/2}
 \end{aligned}$$

$$202,509 = 45 \times h \times (1/0,035) \times (45 \times h / 45 + 2h)^{2/3} \times 0,034^{1/2}$$

$$h = 3,685 \text{ m}$$

Jika diameter butiran  $d = 6 \text{ mm}$ , maka tegangan geser yang terjadi :

$$\begin{aligned}
 Re &= U \cdot d / \nu \\
 &= (g \times h \times I)^{1/2} \times d / \nu \\
 &= (9,81 \times 3,685 \times 0,034)^{1/2} \times 0,006 / 10^{-6} \\
 &= 6651,873 > 400
 \end{aligned}$$

Dari diagram Shield yang terlampir pada lampiran 4 dengan bilangan

Reynold  $> 400$  diperoleh :

$$\theta_c = 0,06$$

$$\theta_c = \tau_c / (\rho_s - \rho_w) \times d$$

$$0,06 = \tau_c / ((2650 - 1000) \times 0,006)$$

$$\tau_c = 0,166 \text{ N/m}^2$$

Keadaan seimbang :

$$\tau_c = \tau$$

$$0,166 = \rho \times g \times h \times I$$

$$0,166 = 1000 \times 9,81 \times 3,685 \times I_c$$

$$I_c = 0,000016 \quad (\text{tidak sama dengan } I \text{ awal} = 0,034)$$

Tegangan geser yang terjadi jika  $I = 0,000016$

$$\begin{aligned} Re &= (g \times h \times I)^{1/2} \times d/v \\ &= (9,81 \times 3,685 \times 0,000016)^{1/2} \times 0,006/10^{-6} \\ &= 144,3 \end{aligned}$$

Dari diagram Shield didapat

$$\theta_c = 0,05$$

$$\theta_c = \tau_c / (\rho_s - \rho_w) \times d$$

$$0,05 = \tau_c / ((2650 - 1000) \times 0,006)$$

$$\tau_c = 0,495 \text{ N/m}^2$$

Keadaan seimbang

$$\tau_c = \tau$$

$$0,495 = \rho \times g \times h \times I$$

$$0,495 = 1000 \times 9,81 \times 3,685 \times I_c$$

$$I_c = 0,0000248$$

Tegangan geser yang terjadi jika  $I = 0,0000248$

$$\begin{aligned} Re &= (g \times h \times I)^{1/2} \times d/v \\ &= (9,81 \times 3,685 \times 0,0000248)^{1/2} \times 0,006/10^{-6} \\ &= 133,49 \end{aligned}$$

Dari diagram Shield didapat

$$\theta_c = 0,049$$

$$\theta_c = \tau_c / (\rho_s - \rho_w) \times d$$

$$0,049 = \tau_c / ((2650 - 1000) \times 0,006)$$

$$\tau_c = 0,4851 \text{ N/m}^2$$

Kedaaan seimbang

$$\tau_c = \tau$$

$$0,4851 = \rho \times g \times h \times I$$

$$0,4851 = 1000 \times 9,81 \times 2,17 \times I_c$$

$$I_c = 0,0000243$$

Tegangan geser yang terjadi jika  $I = 0,0000243$

$$Re = (g \times h \times I)^{1/2} \times d/v$$

$$= (9,81 \times 2,17 \times 0,0000298)^{1/2} \times 0,006/10^{-6}$$

$$= 132,15$$

Dari diagram Shield didapat

$$\theta_c = 0,049$$

$$\theta_c = \tau_c / (\rho_s - \rho_w) \times d$$

$$0,049 = \tau_c / ((2650 - 1000) \times 0,006)$$

$$\tau_c = 0,4851 \text{ N/m}^2$$

Kedaaan seimbang

$$\tau_c = \tau$$

$$0,4851 = \rho \times g \times h \times I$$

$$0,4851 = 1000 \times 9,81 \times 2,17 \times I_c$$

$$I_c = 0,0000243 \text{ (sama dengan } I \text{ awal} = 0,0000243)$$

Rangkuman perhitungan di atas dapat di lihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil perhitungan kemiringan kritis di Pa-C Tlatar

Slope	Re	$\theta_c$	$\tau_c$	$I_c$
0,034	5120,1	0,06	0,594	0,0000298
0,0000298	146,23	0,05	0,495	0,0000248
0,0000248	133,49	0,049	0,4851	0,0000243
0,0000243	132,15	0,049	0,4851	0,0000243

Dari persamaan (2.33) dan Tabel 4.3. di atas didapat debit sedimen, sebagai berikut :

$$I = 0,034$$

$$I_c = 0,0000243$$

Perhitungan volume sedimen dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Perhitungan volume sedimen di Pa-C Tlatar

I	L(m)	$Y=L \operatorname{tg} \alpha$	$\Delta y$	$V_s$
0,034		17		
	500		16,988	4247
0,0000243		0,012		

## **B. Pembahasan**

### **1. Umum**

Penelitian ini dilakukan pada sabo dam Pa-C Tlatar (Pa-C Krogowan) yang terdapat di sungai Pabelan di daerah Muntilan, Magelang Jawa Tengah. Sabo Dam Pa-C Tlatar ini pada bagian Main Dam telah tertutup sepenuhnya dengan sedimen. Penelitian yang dilakukan di Sabo Dam Pa-C Tlatar ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dalam mengendalikan sedimen.

### **2. Tinjauan Debit Aliran Debris**

Penelitian debit aliran debris dilakukan di Sungai Pabelan. Adapun untuk mengetahui analisis tersebut diperlukan data curah hujan harian maksimum dan data curah hujan harian saat terjadi aliran debris dari stasiun Jrasah, Sleman, Yogyakarta. Analisis frekuensi curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode Gumbel yang berdasarkan pada analisis statistik dengan menggunakan data curah hujan maksimum selama 24 jam dan data pengamatan selama 11 tahun.

Berdasarkan analisis yang dilakukan diperoleh debit aliran berdasarkan curah hujan maksimum dengan periode ulang 2, 5, 10 dan 20 tahun yaitu sebesar 91,07 m<sup>3</sup>/detik, 126,287 m<sup>3</sup>/detik, 149,59 m<sup>3</sup>/detik dan 171,67 m<sup>3</sup>/detik. Kemudian volume sedimen yang mengalir berdasarkan satu kali banjir pada periode 2002 sampai 2012 adalah sebesar 15469,21 m<sup>3</sup>, sedangkan berdasarkan perencanaan volume kontrol sedimen adalah sebesar 40.036,84 m<sup>3</sup>. Jadi prosentasenya adalah  $15469,21/40.036,84 \times 100\% = 38.64 \%$

### **3. Tinjauan Berdasarkan Volume Sedimen yang Dapat Dikontrol Bangunan Sabo**

Dalam analisis untuk Pa-C Tlatar data pengukuran yang ada tidak sama waktunya dengan data debit yang ada, sehingga dilakukan analisis berdasarkan data pada waktu terdekat. Dari hasil estimasi volume aliran sedimen yang terangkut dalam satu kali banjir pada tabel 4.3 dan

perhitungan volume endapan hasil analisis ( Tabel 4.4) dapat diketahui prosentase volume sedimen yang mengendap, sebagai berikut :

Volume sedimen yang mengendap pada analisis adalah  $4.247 \text{ m}^3$  sedang estimasi volume aliran sedimen adalah  $2.755,98 \text{ m}^3$  (dari tabel 4.1 tahun 2012 ). Jadi prosentasenya adalah  $2.755,98/4.247 \times 100\% = 64,89\%$ . Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa volume sedimen yang dapat dikontrol bangunan sabo adalah sebesar 64,89%.

Hasil ini hanya berdasarkan dari satu kali banjir yaitu pada saat curah hujan maksimum, padahal di daerah gunung seperti gunung Merapi sering terjadi hujan yang artinya akan sering terjadi banjir. Sehingga perlu dilakukan analisis lanjutan untuk banjir-banjir kecil.