

**JURNAL TUGAS AKHIR**

**EFEK PEMBENDUNGAN PADA BANGUNAN SABO TIPE BEAM**



**Oleh :**

**RICKY SAPUTRA**

**D 111 12 109**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2017**

# **EFEK PEMBENDUNGAN PADA BANGUNAN SABO TIPE BEAM**

*THE EFFECT OF DAMMING ON BEAM TYPE SABO BUILDING*

*Ricky Saputra, Farouk Maricar, Riswal Karamma  
Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar*

## **Alamat Korespondensi**

Ricky Saputra  
Fakultas Teknik Jurusan Sipil  
Universitas Hasanuddin Gowa, 92133  
HP : 085255552418  
Email : [rickysaputra916@yahoo.co.id](mailto:rickysaputra916@yahoo.co.id)

# EFEK PEMBENDUNGAN PADA BANGUNAN SABO TIPE BEAM

## *THE EFFECT OF DAMMING ON BEAM TYPE SABO BUILDING*

*Ricky Saputra<sup>1</sup>, Farouk Maricar<sup>2</sup>, Riswal Karamma<sup>2</sup>*

---

### ABSTRAK

Aliran debris yang dapat membawa berbagai ukuran sedimen merupakan persoalan yang sangat berdampak di sebelah hilir sungai seperti keberlanjutan oprasional waduk, degradasi dasar sungai, maupun dampak langsung terhadap wilayah pemukiman. Bangunan yang dapat menaggulangi masalah ini yaitu bangunan pengendali sedimen yakni bangunan sabo. Pengujian model fisik dilaboratorium dilakukan dengan menggunakan flume persegi yang mempunyai panjang 12 m, lebar 30 cm dan tinggi 50 cm dengan menggunakan dinding transparan pada kedua sisinya. Model sabo yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sabo tipe beam. Uji model di laboratorium dilakukan untuk melihat efek pembendungan pada bangunan sabo tipe beam yang disusun secara seri. Parameter dari penelitian ini yaitu berdasarkan variasi jarrak antar sabo (50 cm, 100 cm dan 150 cm), variasi debit (2.8 lit/det, 4.3 lit/det dan 5.8 lit/det), dan variaai waktu (20 detik, 40 detik dan 60 detik). Dari variasi penelitian akan dibandingkan lagi berdasarkan berat sedimen untuk jarak, debit dan waktu. Dari analisis yang telah dipeoleh menunjukkan untuk waktu, berat sedimen akan semakin berat apabila waktu pengaliran semakin lama begitupun dengan debit pengaliran jika semakin besar debit maka sedimen akan semakin berat. Akan tetapi semakin jauh jarak antar sabo maka semakin ringan sedimen yang akan tertahan pada bangunan sabo 2 nya. Hasil dari uji model ini menunjukkan bahwa sabo tipe terbuka lebih efisien dalam menangkap sedimen dengan ukuran besar.

**Kata Kunci :** Aliran Debris, Bangunan Sabo, Sedimen

### ABSTRACT

Debris flow can bring any size of sediment that cause issue which is very impact in the downstram of river like the continue of reservoir operational, degradation of base river although direct impact for resident area. The one building that can overcome about debris flow that is sediment manage building is sabo. experiment model fisik on laboratorium doing by square flume that have long 12m, wide 30 cm and height 50 cm with transparan wall on both ide. Model sobo that using in this eksperiment is sabo type beam. Experiment doing for see effect of damming on sabo type beam with series. The parameters of this research that is based on the variation between distance of sabo (50 cm, 100 cm and 150 cm), a variation of discharge (2.8 lit/sec, 4.3 lit/sec and 3.6 lit/sec), and the variation time (20 second, 40 seconds and 60 seconds). From the research will be compared more variations based on the weight of the sediment for distance, and time. From the analysis that has been retrieved show for a time, the weight of the sediment will be getting heavy in time the longer stream as stream discharge if the greater the discharge then sediment will be increasingly heavy. But the farther the distance between sabo increasingly lighter then the sediments will be stuck on the building of his 2 sabo. The result of the test of this model indicates that open type sabo is more efficient in capturing sediments with large size.

**Keywords:** Debris Flow, Sabo, Sediments

---

<sup>1</sup>Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

<sup>2</sup>Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Aliran debris dapat didefinisikan sebagai suatu aliran yang memiliki energi yang cukup besar untuk membawa berbagai jenis ukuran pasir maupun batu. Aliran debris terdiri dari pasir dan bebatuan yang mengalir dengan kecepatan tinggi secara gravitasi.

Salah satu bangunan yang dapat menanggulangi masalah aliran debris yaitu bangunan pengendali sedimen yakni bangunan sabo. Sabo adalah istilah yang berasal dari bahasa jepang yang terdiri atas kata SA yang berarti pasir (*sand*) dan BO yang berarti penanggulangan bencana yang diakibatkan pergerakan tanah sedimen yang dibawa oleh aliran air. Sabo merupakan suatu sistem penanggulangan bencana alam akibat erosi dan sedimentasi.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Bangunan Sabo

*Sabo* merupakan suatu sistem penanggulangan bencana alam akibat erosi dan sedimentasi. Termasuk di dalamnya erosi dan sedimentasi yang disebabkan oleh adanya lahar hujan, sedimen luruh, tanah longsor, dan lain-lain.

Bangunan sabo terdiri atas *sabo tipe tertutup* dan *sabo tipe terbuka*. Bangunan sabo tipe terbuka dapat dibedakan dalam beberapa bentuk, seperti *tipe beam*, *tipe slit* dan *tipe grid*.

### Aliran Debris

Aliran debris adalah aliran air yang bercampur dengan berbagai macam material batu, pasir, kayu yang bergerak akibat pengaruh gaya gravitasi sehingga mempunyai daya mobilitas yang besar.

Penyebab terjadinya aliran debris terdiri atas :

- 1) Hujan yang deras
- 2) Longsoran
- 3) Gempa bumi

### Studi Model

Model fisik dapat diklasifikasikan dalam dua tipe yaitu model tak distorsi dan model distorsi. Untuk model tak distorsi bentuk geometri antara model dan prototip adalah sama tetapi berbeda ukuran dengan suatu perbandingan ukuran atau skala tertentu. Sedangkan pada model distorsi bentuk antara model dan prototip tidak sama.

### Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis tanah lainnya.

## METODOLOGI PENELITIAN

## Variabel yang Diteliti

Variabel – variabel pada penelitian ini adalah

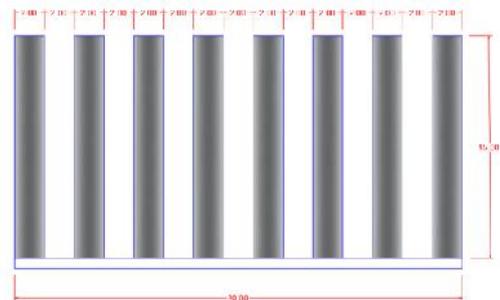
### 1. Variabel yang Diteliti

Variasi pada penelitian ini yaitu

- a. Variasi jarak antar sabo (L) : 50 cm, 100 cm, dan 150 cm
- b. Variasi debit (Q) : 2.8 liter/detik, 4,3 liter/detik dan 5.8 liter/detik
- c. Variasi waktu (T) : 20 detik, 40 detik dan 60 detik

### 2. Variabel Tetap:

- a. Ukuran sedimen dan material angkutan (Pasir dan kerikil)
- b. Kemiringan dasar saluran yang digunakan adalah  $10^\circ$
- c. Model sabo dam yang digunakan adalah Sabo Dam Tipe Beam

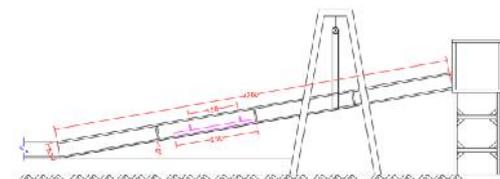


Gambar 1. Model Sabo dam Tipe Beam

## Alat dan Bahan Penelitian

Untuk melaksanakan proses eksperimental atau pemodelan fisik, alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Flume, dengan panjang saluran 12 m, lebar 30 cm, tinggi 50 cm, dan dengan kemiringan  $10^\circ$ .



Gambar 2. Desain Flume

2. Mesin pompa
3. Kamera Foto dan Video
4. *Point gauge*
5. *Stopwatch*
6. *Container*
7. Kertas
8. Pulpen
9. Timbangan
10. Oven

Sedangkan bahan model sedimen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Pasir (diameter 0,06 – 2 mm)

2. Kerikil (diameter 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm)

### Perancangan Model

1. Penentuan skala model  
Pada penelitian ini diasumsikan ketinggian bangunan prototipe yaitu 15 m atau 1500 cm, sedangkan ketinggian model rencana yang akan dibuat yaitu 0,15 m atau 15 cm. Maka skala tinggi yang akan digunakan yaitu :

$$n_h = \frac{H_p}{H_m} = \frac{1500}{15} = 100$$

Dimana :  $n_h$  = skala tinggi  
 $H_p$  = tinggi pada prototipe  
 $H_m$  = tinggi pada model

2. Variasi penelitian  
Variasi pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2, sehingga diperoleh jumlah *running* pada penelitian sebanyak 27 kali.

Tabel 2. Variasi penelitian

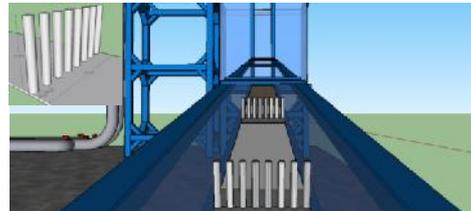
No	Variasi	Jumlah Variasi	Variasi
1	Jarak	$L_1$	0.5 meter
		$L_2$	1.0 meter
		$L_3$	1.5 meter
2	Debit	$Q_1$	2.8 lit/det
		$Q_2$	4.3 lit/det
		$Q_3$	5.8 lit/det
4	Waktu	$T_1$	20 detik
		$T_2$	40 detik
		$T_3$	60 detik

### Prosedur Pengambilan Data

Garis besar prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Melakukan kalibrasi alat,
2. Menyiapkan model sabo dam pada flume dengan susunan seri baik itu pada jarak antar sabo 50 cm, 100 cm dan 150 cm ,
3. Menempatkan sedimen pasir kerikil sebelum papan pengamatan,
4. Variasi sedimen yang telah ditempatkan di dalam flume dibuat agar jenuh terlebih dahulu,
5. Apabila variasi sedimen telah jenuh, setelah itu mengalirkan aliran air pada flume baik itu untuk debit airan 2.8 liter/detik, 4.3 liter/ detik dan 5.8 liter/detik
6. Mengamati angkutan sedimen yang melewati model sabo dam
7. Mematikan pompa agar aliran air di flume berhenti sesuai dengan waktu yang ditentukan baik itu waktu 20 detik, 40 detik, dan 60 detik.

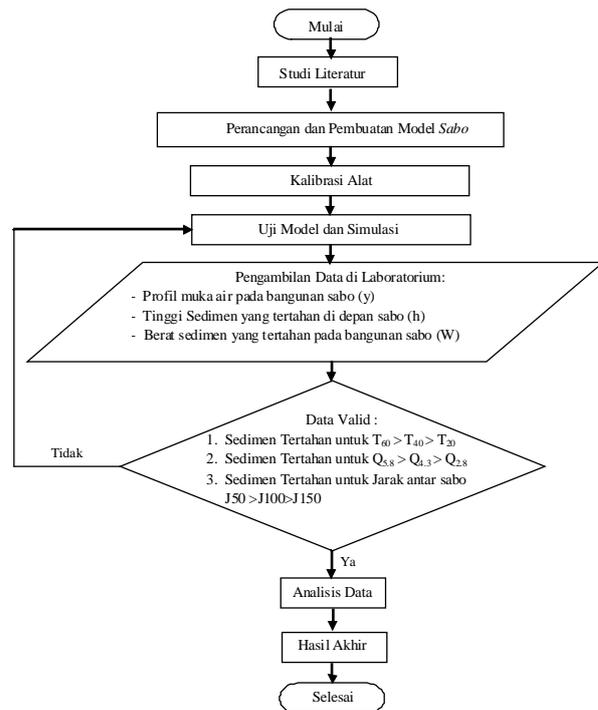
8. Melakukan pengambilan data tinggi sedimen yang telah dipasang secara seri,
9. Menimbang dan mencatat banyaknya sedimen yang terbawa oleh aliran air yang tertampung di depan sabo dam sepanjang papan pengamatan,
10. Mengulang prosedur 2 – 10 untuk berbagai variasi lainnya yang telah ditentukan.



Gambar 3. Tampak penempatan model bangunan sabo tipe beam

### Bagan Alir / Flowchart Penelitian

Bagan alir dalam penelitian ini dapat ditunjukkan dibawah ini :



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Debit Aliran

Tabel 3. Debit Aliran

No.	Kenaikan Pada Read Box (cm)	Debit (liter/detik)	Waktu (detik)		
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
1	2	2.8	20	40	60
2	3	4.3	20	40	60
3	4	5.8	20	40	60

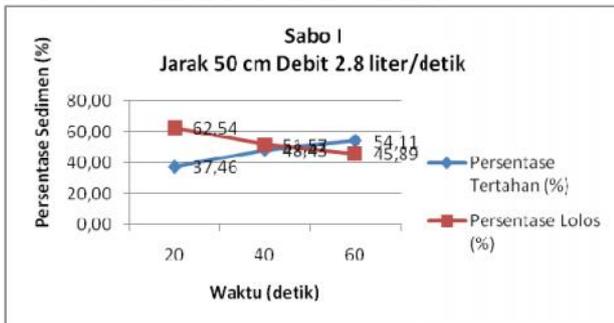
### Data Sedimen

Tabel 4. Data Sedimen Pasir dan Kerikil Sungai Jeneberang

Ukuran	Sedimen (kg)	Bobot (%)	Berat (kg)
Pasir 0,06 – 2,00 mm	150.00	60	90
Kerikil 1 cm		18	27
Kerikil 2 cm		10	15
Kerikil 3 cm		8	12
Kerikil 4 cm		4	6
Jumlah		100	150

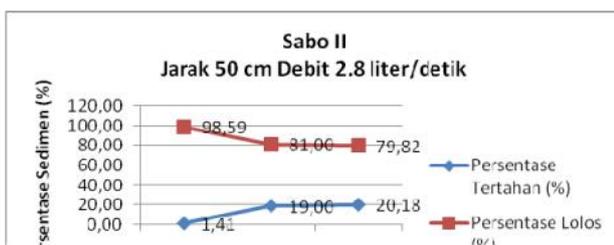
Sumber: Hasil Analisis Mekanika Tanah Universitas Hasanuddin

#### 1. Data Sedimen Tertahan dan Lolos



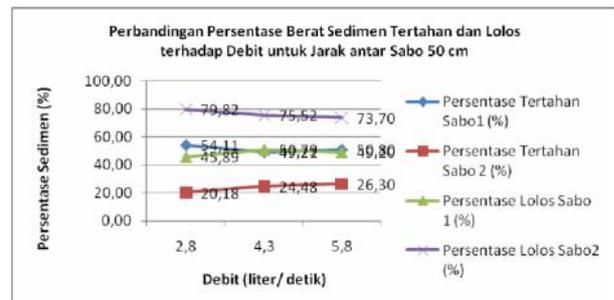
Gambar 4. Grafik Perbandingan Persentase Berat Sedimen Tertahan dan Lolos terhadap Waktu untuk Jarak antar Sabo 50 cm dan Debit 2.8 liter/detik pada Sabo 1.

Dari grafik perbandingan persentase berat sedimen tertahan dan lolos terhadap waktu untuk jarak antar sabo 50 cm dan debit 2.8 liter/detik pada sabo 1 diatas dapat dilihat tiap interval waktu untuk persentase sedimen tertahan mengalami kenaikan mulai 37.46 % untuk waktu ke 20 detik, 48,43 % untuk waktu 40 detik dan 54.11 % untuk waktu 60 detik. Sedangkan pada persentase lolos sedimen mengalami penurunan mulai 62.54 % untuk waktu 20 detik, 51,57 % untuk waktu ke 40 detik dan 45,89 % untuk waktu 60 detik. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu yang dijalankan dalam pengaliran maka semakin banyak sedimen yang akan tertahan. Semakin lama waktu yang dijalankan dalam pengaliran maka semakin sedikit sedimen yang akan lolos.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Persentase Berat Sedimen Tertahan dan Lolos terhadap Waktu untuk Jarak antar Sabo 50 cm dan Debit 2.8 liter/detik pada Sabo 2.

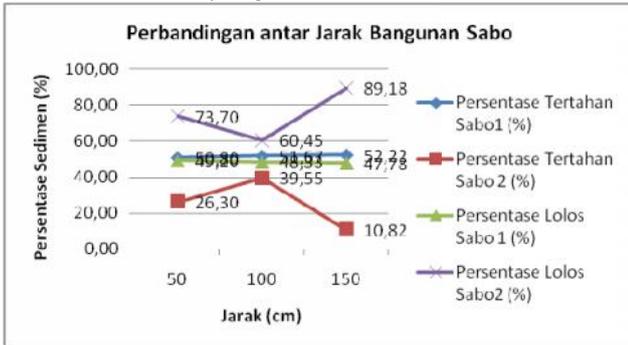
Dari grafik perbandingan persentase berat sedimen tertahan dan lolos terhadap waktu untuk jarak antar sabo 50 cm dan debit 2.8 liter/detik pada sabo 2 diatas dapat dilihat tiap interval waktu untuk persentase sedimen tertahan mengalami kenaikan mulai 1.41 % untuk waktu ke 20 detik, 19.00 % untuk waktu 40 detik dan 20.18 % untuk waktu 60 detik. Sedangkan pada persentase lolos sedimen mengalami penurunan mulai 98.59 % untuk waktu 20 detik, 81.00 % untuk waktu ke 40 detik dan 79.82 % untuk waktu 60 detik. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu yang dijalankan dalam pengaliran maka semakin banyak sedimen yang akan tertahan. Semakin lama waktu yang dijalankan dalam pengaliran maka semakin sedikit sedimen yang akan lolos.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Persentase Berat Sedimen Tertahan dan Lolos terhadap Debit untuk Jarak antar Sabo 50 cm

Dari grafik perbandingan persentase berat sedimen tertahan dan lolos terhadap debit untuk jarak antar sabo 50 cm diatas dapat dilihat tiap debit 2.8 lit/det, 4,3 lit/det dan 5.8 lit/det pada sabo 1 hampir sama. Sedangkan pada sabo 2 dapat terlihat dengan jelas untuk persentase sedimen tertahannya mengalami kenaikan mulai 20,18 % untuk debit 2,8 lit/det, 24,48 % untuk debit 4,3 lit/detik dan 26,30 untuk debit 5,8 lit/det. Dapat diambil kesimpulan bahwa pada sabo 1 untuk persentase sedimen tertahan dan

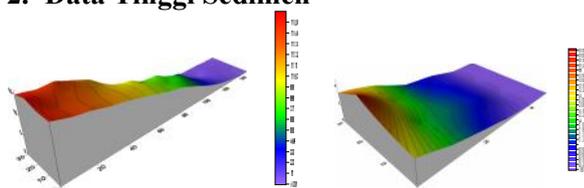
lolos hampir sama dikarenakan muatan untuk menahan sedimen pada sabo 1 sudah penuh. Sedangkan untuk sabo 2 dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar debit yang dialirkan maka semakin banyak sedimen yang akan tertahan. Semakin besar debit yang dialirkan maka semakin sedikit sedimen yang akan lolos.



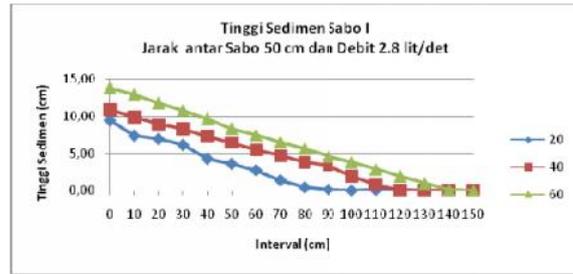
Gambar 7. Grafik Perbandingan Persentase Berat Sedimen Tertahan dan Lolos terhadap Jarak antar Sabo.

Dari grafik perbandingan persentase berat sedimen tertahan dan lolos terhadap jarak antar sabo diatas dapat dilihat tiap jarak antar sabo yaitu 50 cm, 100 cm dan 150 cm pada sabo 1 hampir sama. Sedangkan pada sabo 2 dapat dilihat bahwa persentase sedimen tertahan mulai 26.30 % untuk jarak 50 cm, 39,55 % untuk jarak 100 cm dan 10,82 % untuk jarak 150 cm. Sedangkan untuk persentase sedimen lolos pada sabo 2 mulai 73,70 % untuk jarak 50 cm, 60,45 % untuk jarak 100 cm, 89,18 % untuk jarak 150 cm. Dapat diambil kesimpulan untuk sabo 1 memiliki persentase sedimen tertahan dan lolos hampir sama hal ini di sebabkan karena muatan pada ssabo 1 sudah penuh. Untuk sabo 2 jika ditarik garis linear dari grafik persentase sedimen tertahan terhadap jarak antar sabo maka akan terlihat penurunan sedimen tertahan. Sedangkan untuk persentase lolos jika ditarik garis linear dari grafiknya maka akan terlihat kenaikan sedimen yang lolos pada bangunan sabo 2.

**2. Data Tinggi Sedimen**

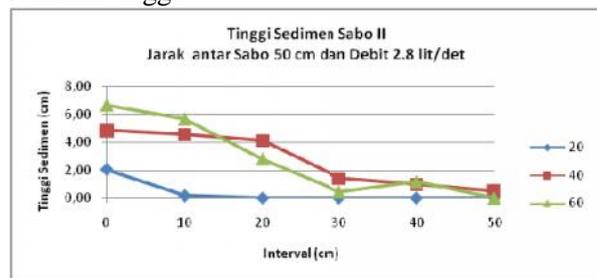


Bangunan I  
Bangunan II  
Gambar 8. Tinggi Sedimen Tertahan dengan Aplikasi Surfer 11



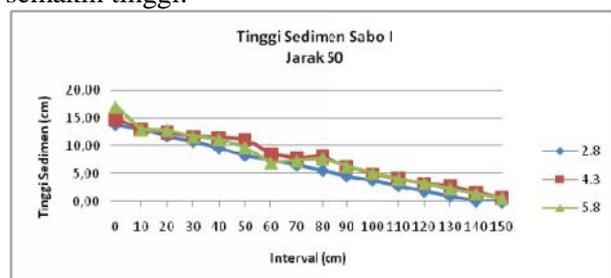
Gambar 9. Grafik Perbandingan Tinggi Sedimen Tertahan Tiap Waktu untuk Jarak antar Sabo 50 cm dan Debit 2.8 liter/detik pada Sabo 1.

Dari grafik perbandingan tinggi sedimen tertahan tiap waktu untuk jarak antar sabo 50 cm dan debit 2.8 liter/detik pada sabo 1 diatas dapat dilihat mulai waktu ke 20 detik tinggi sedimen lebih rendah dibanding tinggi sedimen pada waktu ke 40 dan waktu ke 60 yang memiliki tinggi sedimen yang paling besar. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu yang dijalankan dalam pengaliran maka semakin banyak sedimen yang akan tertahan menyebabkan tinggi sedimen juga semakin tinggi.



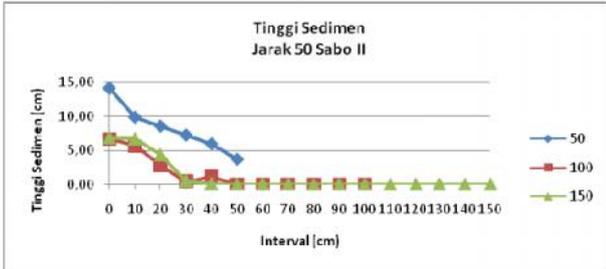
Gambar 10. Grafik Perbandingan Tinggi Sedimen Tertahan Tiap Waktu untuk Jarak antar Sabo 50 cm dan Debit 2.8 liter/detik pada Sabo 2

Dari grafik perbandingan tinggi sedimen tertahan tiap waktu untuk jarak antar sabo 50 cm dan debit 2.8 liter/detik pada sabo 2 diatas dapat dilihat mulai waktu ke 20 detik tinggi sedimen lebih rendah dibanding tinggi sedimen pada waktu ke 40 dan waktu ke 60 yang memiliki tinggi sedimen yang paling besar. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu yang dijalankan dalam pengaliran maka semakin banyak sedimen yang akan tertahan menyebabkan tinggi sedimen juga semakin tinggi.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Tinggi Sedimen Tertahan Tiap Jarak antar Sabo.pada Sabo 1

Dari grafik perbandingan tinggi sedimen tertahan tiap jarak antar sabo pada sabo 1 diatas dapat dilihat bahwa tinggi sedimen untuk jarak 50 cm, 100 cm dan 150 cm hampir sama karena muatan tampungan sedimen pada sabo telah penuh.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Tinggi Sedimen Tertahan Tiap Jarak antar Sabo pada Sabo 2

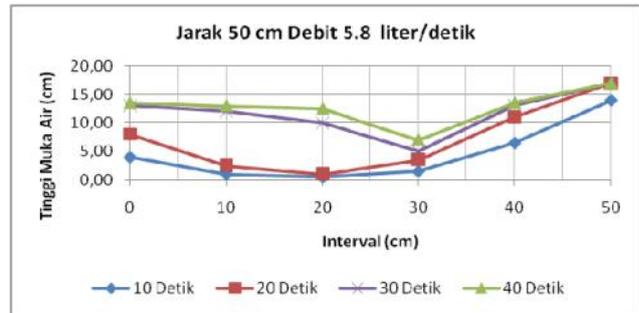
Dari grafik perbandingan tinggi sedimen tertahan tiap jarak antar sabo pada sabo 2 diatas dapat dilihat bahwa tinggi sedimen yang paling besar terlihat pada jarak antar sabo paling kecil yaitu jarak 50 cm. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin jauh jarak antar sabo maka semakin rendah tinggi sedimen yang tertahan pada sabo 2.

### 3. Tinggi Muka Air Video

Tabel 5. Pengamatan Tinggi Muka Air

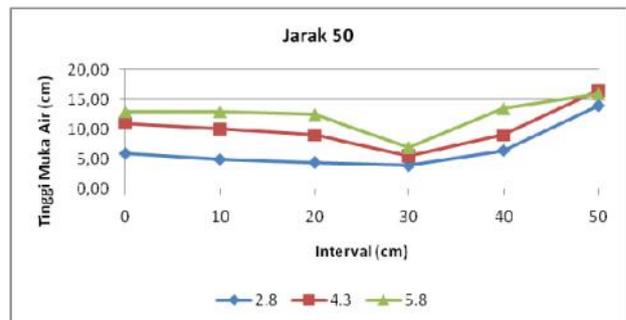
Jarak Antar Check Dam (cm)	Jenis Material Angkutan	Debit Aliran (liter/detik)	waktu (detik)	Tinggi Sedimen (Point Gauge) Bangunan II (cm)	
				Interval	Tinggi
50	Pasir + Kerikil	5.8	10 Detik	0	4.00
				10	1.00
				20	0.50
				30	1.50
				50	14.00
			20 Detik	0	8.00
				10	2.50
				20	1.00
				30	3.50
				50	17.00
			30 Detik	0	13.00
				10	12.00
				20	10.00
				30	5.00
				50	17.00
			40 Detik	0	13.50
				10	13.00
				20	12.50
				30	7.00
				50	17.00

Dari data yang telah didapatkan ini akan dibuat grafik perbandingannya sebagai berikut :



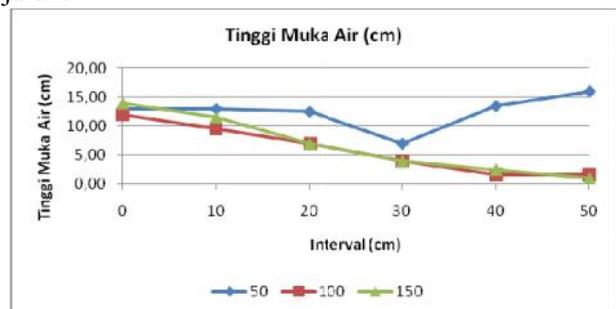
Gambar 13. Grafik Perbandingan Tinggi Muka Air antar Waktu Pada Jarak 50 cm dan Debit 5.8 liter/detik untuk Pengamatan pada Sabo 2

Dari grafik perbandingan tinggi muka air antar waktu pada jarak 50 cm dan debit 5.8 liter/detik untuk pengamatan pada sabo 2 dapat dilihat tinggi muka air dari yang paling rendah ke yang paling tinggi mulai dari waktu pengaliran 10 detik, 20 detik 30 detik dan 10 detik. Dapat diambil kesimpulan bahwa tinggi muka air tiap interval akan semakin tinggi dikarenakan sedimen juga semakin banyak tertahan untuk tiap interval waktunya.



Gambar 14 Grafik Perbandingan Tinggi Muka Air antar Debit Pada Jarak 50 cm

Dari grafik perbandingan tinggi muka air antar debit pada jarak 50 cm untuk tinjauan pada sabo 2 diatas dapat dilihat tinggi muka air dari yang terendah ke tertinggi mulai dari debit 2,8 lit/det, 4,3 lit/det dan 5,8 lit/det. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar debit yang dialirkan maka tinggi muka air juga akan semakin tinggi. Setelah grafik perbandingan antar debit, maka dapat pula melakukan perbandingan tinggi muka air antar jarak.



Gambar 15. Grafik Perbandingan Tinggi Muka Air antar Jarak Sabo

Dari grafik perbandingan tinggi muka air antar jarak sabo diatas dapat dilihat bahwa tinggi muka air dari yang tertinggi ke terendah mulai dari jarak 50 cm, 100 cm dan 150. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin dekat jarak antar sabo, maka semakin tinggi pula kenaikan muka airnya.

**Metode Tahapan Standar**

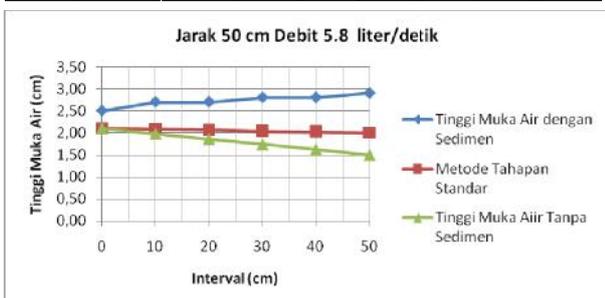
Tabel 6. Perhitungan Metode Tahapan Standar (Ven Te Chow – Open Channel Hydraulic)

Debit (Q)	Z	Y	A	V	$V^2/g$	H	K	$V^2/g$	$H_p$	$H_s$	$H_t$	$H_d$	$H_e$
2.8	0.50	2.50	6.50	0.43	0.12	0.50	1.30	0.15	0.0000				0.50
4.3	0.50	2.50	6.50	0.65	0.40	0.50	1.30	0.35	0.1455	0.1767	1.0	1.77	0.754
5.8	0.50	2.50	6.50	0.85	0.69	0.50	1.30	0.71	0.1903	0.1767	1.0	1.77	0.851
7.0	0.50	2.50	6.50	1.07	1.06	0.50	1.30	1.15	0.2851	0.1767	1.0	1.77	0.911
8.5	0.50	2.50	6.50	1.30	1.47	0.50	1.30	1.55	0.3929	0.1767	1.0	1.77	0.941
10	0.50	2.50	6.50	1.55	1.98	0.50	1.30	1.95	0.5155	0.1767	1.0	1.77	0.961

Dari tabel diatas dapat diamati bahwa kedalaman aliran semakin menipis apabila stasiun semakin menjauh dari bangunan sabo. Hal ini berbanding terbalik dengan nilai kecepatan aliran yang semakin kecil ketika mendekati sabo. Dapat disimpulkan bahwa semakin tipis tinggi muka air maka semakin besar kecepatan alirannya. Begitu pula nilai kemiringan geseran yang dimana semakin tipis tinggi muka air maka semakin besar pula nilai kemiringan gesernya. Adapun untuk kehilangan tekanan juga memiliki sifat yang sama. Untuk nilai  $h_e = 0$  karena tidak adanya pusaran yang terjadi dalam pengaliran.

Tabel 7. Perbandingan Metode Tahapan Standar dengan data pengamatan video

Jarak Antar Check Dam (cm)	Jenis Material Angkutan	Debit Aliran (liter/detik)	Tinggi Muka Air Tanpa Sedimen		Metode Tahapan Standar		Tinggi Muka Air dengan Sedimen	
			Interval	Tinggi	Interval	Tinggi	Interval	Tinggi
50	Pasir + Kerikil	5.8	0	2.10	0	2.10	0	2.50
			10	1.98	10	2.08	10	2.70
			20	1.86	20	2.06	20	2.70
			30	1.74	30	2.04	30	2.80
			40	1.62	40	2.02	40	2.80
			50	1.50	50	2.00	50	2.90



Gambar 15. Grafik Perbandingan Metode Tahapan Standard dan Pengamatan Tinggi Muka Air

Dari grafik perbandingan antara metode tahapan standar, pengamatan langsung aliran dengan sedimen dan tanpa sedimen dapat dilihat bahwa tinggi muka air dengan sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan tinggi muka air tanpa sedimen dan tinggi muka air dengan menggunakan metode tahapan standar. Dari grafik juga dapat diambil kesimpulan bahwa tinggi muka air akan lebih tinggi apabila dialirkan bersama sedimen dibanding pengaliran air tanpa sedimen.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

1. Semakin lama waktu yang dialirkan maka semakin berat sedimen yang akan tertahan pada bangunan sabo yaitu seperti sabo 1 pada jarak antar sabo 50 cm untuk debit 2.8 liter/detik pada waktu 20 detik, 40 detik dan 60 detik, persentase berat sedimen tertahan adalah 37.46 %, 48.43 % dan 54.11 %. Sedangkan untuk sedimen lolos yaitu 62.54 %, 51.57 % dan 45.89 %. Semakin besar debit yang dialirkan maka semakin berat sedimen yang akan tertahan pada bangunan sabo, semakin besar debit yang dialirkan maka semakin ringan sedimen yang tertahan seperti untuk debit 2.8 liter/detik, 4.3 liter/detik dan 5.8 liter/detik memiliki nilai persentase berat sedimen tertahan yaitu 20.18 %, 24.48 % dan 26.30 % sedangkan untuk berat sedimen lolos yaitu 79.82 %, 75.52 % dan 73.70 %. Semakin jauh jarak antar sabo maka semakin sedikit sedimen yang akan tertahan pada bangunan 2 seperti untuk jarak antar sabo 50 cm, 100 cm dan 150 cm untuk persentase berat sedimen tertahan yaitu 26.30 %, 39.55 % dan 10.82% sedangkan persentase lolos yaitu 73.70 %, 60.45 % dan 89.18 % .
2. Semakin lama waktu yang dialirkan maka tinggi sedimen akan semakin tinggi yang ada pada bangunan sabo. Semakin besar debit yang dialirkan

maka semakin tinggi sedimen yang ada pada bangunan sabo. Semakin jauh jarak antar sabo maka semakin rendah sedimen yang ada pada bangunan 2. Dalam hal ini tinggi sedimen berbanding lurus dengan berat sedimen tertahan pada bangunan sabo yaitu semakin berat sedimen yang tertahan pada bangunan sabo maka tinggi sedimen juga akan semakin tinggi

3. Dari hasil pengamatan video untuk tinggi muka air dengan sedimen dan tanpa sedimen serta analisis dengan metode tahapan standar, dapat diambil kesimpulan bahwa tinggi muka air dengan sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan tinggi muka air tanpa sedimen dan metode tahapan standar. Untuk tinggi muka air dengan sedimen, semakin dekat dengan bangunan sabo maka tinggi muka airnya akan semakin rendah. Untuk tinggi muka air tanpa sedimen dan metode tahapan standar, semakin dekt dengan bangunan sabo maka tinggi muka airnya akan semakin tinggi.

Y (m)	Z (m)	W (m)	A (m)	V (m)	W <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	H (m)	K (m)	K <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	S <sub>0</sub> (m)	S <sub>0</sub> <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	S <sub>0</sub> <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	S <sub>0</sub> <sup>4</sup> (m <sup>4</sup> )	S <sub>0</sub> <sup>5</sup> (m <sup>5</sup> )	M (m)
1	0.33	2.10	65.0	67.36	4.42	62.93	1.30	1.69	0.1690					61.63
55	62.32	2.58	62.4	62.94	4.10	61.34	1.85	3.42	0.1743	0.1742	0.1742	0.1742	0.1742	61.34
24	61.32	2.68	61.8	63.48	4.49	60.99	1.91	3.65	0.1809	0.1809	0.1809	0.1809	0.1809	60.99
50	60.99	2.64	61.2	64.72	4.38	60.33	1.93	3.73	0.1855	0.1855	0.1855	0.1855	0.1855	60.33
50	60.33	2.62	61.5	65.70	4.47	59.86	1.92	3.69	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	59.86
50	60.33	2.60	61.0	66.60	4.36	59.24	1.94	3.76	0.1875	0.1875	0.1875	0.1875	0.1875	59.24

### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memvariasikan kemiringan saluran yang merupakan salah satu hal yang cukup berpengaruh terhadap sedimen yang tertahan pada bangunan *Sabo*.
2. Perlu dilakukan penelitian dimana model *Sabo* dibuat lebih dari satu dan disusun sepanjang hulu sehingga kinerja *Sabo* dapat terlihat dengan baik.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk gabungan tipe sabo.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Cahyono, J. 2000. Pengantar Teknologi Sabo, di download dari website. <http://jcpoweryogyakarta.blogspot.com/2009/03/teknologi-sabo-dam.html>

[03/teknologi-sabo-dam.html](http://jcpoweryogyakarta.blogspot.com/2009/03/teknologi-sabo-dam.html), diakses tgl. 06 Mei 2016.

[2] Cahyono, J. 2012. Penanggulangan Daya Rusak Aliran Debris. E book. Yogyakarta

[3] Chow, V. T. 1985. Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydrolics). Erlangga. Jakarta

[4] Japan International Cooperation Agency (JICA). 2011. Sabo untuk Penanggulangan Bencana Akibat Aliran Debris. Yayasan Adhi Eka

[5] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2010. Petunjuk Pekerjaan Sabo – Pengenalan Bangunan Pengendali Sedimen (Sabo introduction). Direktorat Sungai dan Pantai. Yogyakarta

[6] Perencanaan Konstruksi Jalan Rel Peraturan Dinas No 10. 1986

[7] Maricar, F., dan Lopa, R.T . 2013. Studi Perilaku Bangunan Pengendali Sedimen Yang Berwawasan Lingkungan, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS) - Surakarta, 24-26 Oktober 2013.

[8] Pallu, M.S. 2012. Teori Dasar Angkutan Sedimen Di Dalam Saluran Terbuka. CV. Telaga Zamzam, Makassar.

[9] Triatmodjo, B. 2012. Hidrolika I. Cetakan ke – 13. Beta Offset. Yogyakarta.

[10] Triatmodjo, B. 2010. Hidrolika II. Cetakan ke – 8. Beta Offset. Yogyakarta.

[11] Wesley, L.D. 1974. Mekanika Tanah. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.