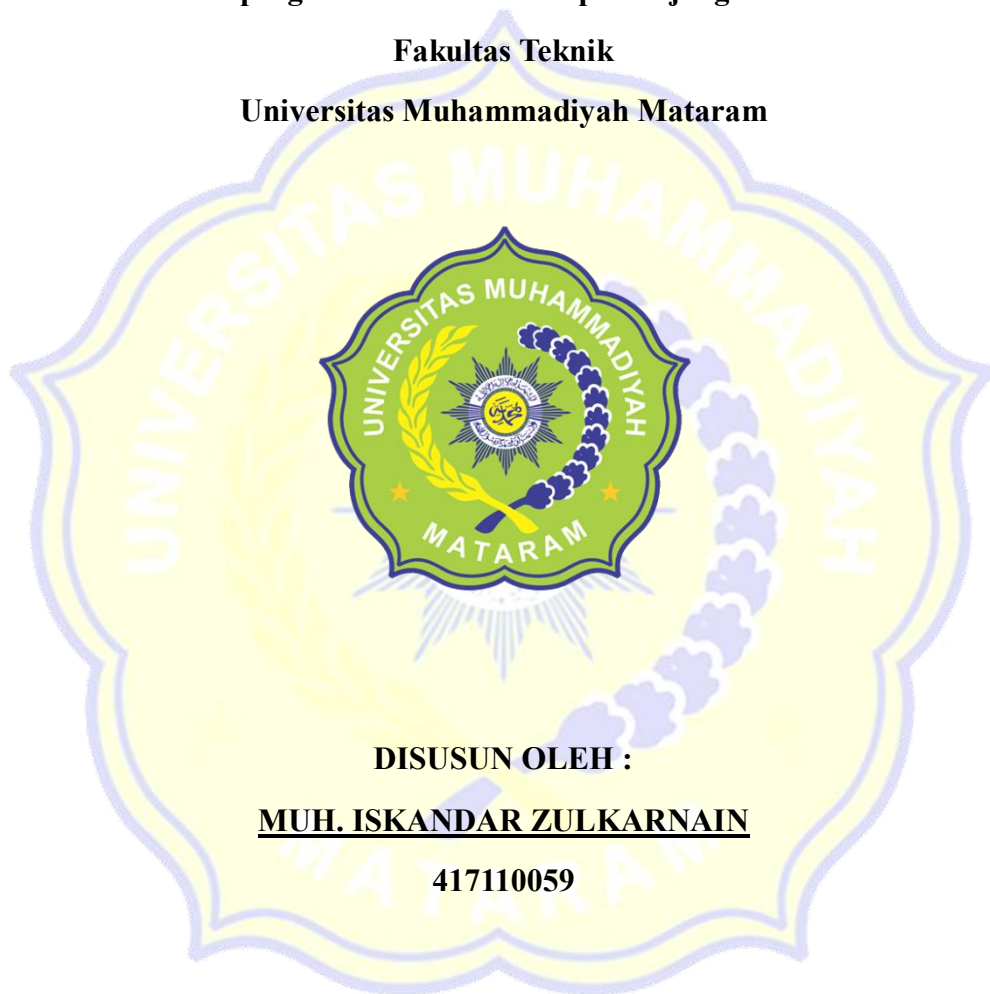


**SKRIPSI**  
**STUDI PENGARUH SPILLWAY SABO DAM TIPE CELAH TERHADAP**  
**ALIRAN DEBRIS**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi**  
**Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I**  
**Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Mataram**



**DISUSUN OLEH :**

**MUH. ISKANDAR ZULKARNAIN**

**417110059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH SPILLWEY SABO DAM TIPE CELAH TERHADAP  
ALIRAN DEBRIS**

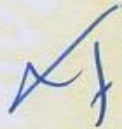
Disusun Oleh:

**MUH. ISKANDAR ZULKARNAIN**

**417110059**

**Mataram, 07 Agustus 2021**

**Pembimbing I,**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.**  
**NIDN. 0824017501**

**Pembimbing II,**



**Ir. Agus Partono, MT**  
**NIDN. 0809085901**

**Mengetahui,**

**Universitas Muhammadiyah Mataram  
Fakultas Teknik**

**Dekan,**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.**  
**NIDN. 0824017501**

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SKRIPSI**

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR**

Yang Disiapkan dan Disusun Oleh:

MUH. ISKANDAR ZULKARNAIN

417110059

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada hari, Jumat 13 Agustus 2021  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

- |                |                                      |   |
|----------------|--------------------------------------|---|
| 1. Penguji I   | : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT |  |
| 2. Penguji II  | : Ir. Agus Partono, MT               |  |
| 3. Penguji III | : Titik Wahyuningsih, ST., MT        |  |

**Mengetahui,**

**Universitas Muhammadiyah Mataram  
Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.**

NIDN. 0824017501

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul :

*“STUDI PENGARUH SPILLWEY SABO DAM TIPE CELAH TERHADAP ALIRAN DEBRIS”*

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apalagi terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggungjawab dan konsekuensi.

Mataram, Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan



**MUH. ISKANDAR ZULKARNAIN**

**NIM : 417110059**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH. ISKANDAR ZULKARNAIN  
NIM : 417110059  
Tempat/Tgl Lahir : BUNGTIANG 31 DESEMBER 1994  
Program Studi : TEKNIK SIPIL (S1)  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 085205894253 (Gawhiskandar39@gmail.com)  
Judul Penelitian : STUDI PENGARUH SPILLWAY SABO DAM TIPE CELAH TERHADAP ALIRAN DEBRIS

*Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 0%*

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya *bersedia menerima sanksi* sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 24 Agustus 2021

Penulis



MUH. ISKANDAR ZULKARNAIN  
NIM. 417110059

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos. M.A.  
NIDN: 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website: <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail: [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH. ISKANDAR ZULFARNAIN  
NIM : 417110059  
Tempat/Tgl Lahir : BUNGIANG 31 DESEMBER 1994  
Program Studi : TEKNIK SIPIL (SI)  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 085205894253 (@aluliskandar39@gmail.com)  
Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

STUDI PENGARUH SPILLWAY SABO DAM TIDIS PELAH  
TERHADAP ALIRAN DEBIS

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 24 Agustus 2021

Penulis

  
METERAI  
TEMPEL  
0051EAX360266869  
  
MUH. ISKANDAR ZULFARNAIN  
NIM. 417110059

Mengetahui,  
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT

  
Iskandar, S.Sos., M.A.  
NIDN. 0802048904

## **MOTTO**

Tetaplah cinta sejatimu hanya kepada ALLAH SWT dan jadilah pribadi yang  
selalu bersyukur terhadap nikmat yang telah diberikan  
walaupun itu hanya sebutir debu.



## PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, bimbingan dan karunia-Nya, sehingga penyusun Tugas Akhir dengan judul “Studi Pengaruh Spillwy Sabo Dam Tipe Celah Terhadap Aliran Debris“ dapat terselesaikan.

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini sebagai syarat menjenjang s1, penulis tak lupa mendapatkan bimbingan, arahan dan pengetahuan, hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini sesuai yang diharapkan. Sehubungan dengan selesainya tugas akhir ini penulis menyampaikan ucapan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Agustini Ernawati.ST,MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Ir Agus Partono, MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh Staf dan Pegawai Sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Rekan-Rekan Yang Telah Membantu Dalam Setiap Proses Eksperimen Dan Penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik.

Mataram, 7 Agustus 2021  
Penulis,

Muh. Isknadar Zulkarnain  
NIM : 417110059



## ABSTRAK

Fungsi sabo dam sebagai pengendali aliran debris belum optimal. Sehingga penelitian terkait model aliran kayu-sedimen-air (*wood-sediment-water flows*) perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik aliran, debit, dan sedimen dan memodelkan aliran dalam kondisi banjir. Penelitian terkait aliran debris kayu telah banyak dilakukan oleh peneliti di beberapa negara. Hasil penelitian tersebut merupakan acuan dalam penelitian ini. Permodelan dalam penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kemampuan sabo dam di sungai angka dalam mengendalikan debris.

Pada penelitian ini digunakan debris kayu yang memiliki panjang 8 cm dan berdiameter 6 mm. Dengan sedimen dasar berupa batu berdiameter terbesar yang telah dirata-ratakan 1.18 cm. Debit banjir digunakan debit 50 cm<sup>2</sup>/s, 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s dan 200 cm<sup>2</sup>/s dengan lebar flume 30 cm, panjang total flume 12 m dan kemiringan dasar flume 0.06 m. Debris kayu di susun dengan kemiringan pola 45 derajat yang telah di rencanakan berjarak 6 m dari bangunan sabo dam. Eksperimen dilakukan sebanyak sepuluh kali, 2 kali eksperimen dengan debit 50 cm<sup>2</sup>/s dan 2 kali eksperimen dengan debit 100 cm<sup>2</sup>/s, 2 kali eksperimen dengan debit 150 cm<sup>2</sup>/s, 2 kali eksperimen dengan debit 160 cm<sup>2</sup>/s dan 2 kali eksperimen dengan debit 200 cm<sup>2</sup>/s. Untuk setiap eksperimen pada debit 50 cm<sup>2</sup>/s, 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s, dan 200 cm<sup>2</sup>/s, menggunakan jumlah debris yang sama.

Dengan digunakannya jumlah debris kayu yang sama dan 5 variasi debit. Deposisi kayu yang terjadi di hulu sabo dam bervariasi seperti tertahan di pinggir flume, tertahan di pulau kecil, tertahan akibat debris saling tertumpuk, dan tertahan oleh bangunan sabo dam itu sendiri. Dengan adanya sedimen dasar tidak tetap lalu digunakannya debit 50 cm<sup>2</sup>/s, 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s dan 200 cm<sup>2</sup>/s bahwa perubahan elevasi yang di akibatkan oleh debit 50 cm<sup>2</sup>/s terjadi penambah elevasi dasar sungai tertinggi sebesar +3,38 cm dan terendah sebesar ±0,00 cm. Dan dengan debit 100 cm<sup>2</sup>/s terjadi penambahan elevasi dasar sungai dan perubahan yang di akibatkan oleh adanya debit 100 cm<sup>2</sup>/s terjadi penambah tertinggi sebesar +3,38 cm dan terendah sebesar ±0,00 cm, dasar sungai tertinggi sebesar +7,67 cm dan terendah sebesar ±0,00 cm atau tidak terjadi penambahan elevasi dengan adanya debit . Dari hasil eksperimen dan jumlah debris kayu yang tertahan pada sabo dam terjadi kenaikan elevasi muka air yang di pengaruhi oleh adanya bangunan sabo dam, sehingga di dapat kenaikan muka air tertinggi sebesar 6,17 cm dan terendah sebesar 5,84 cm dari elevasi air normal.

**Kata kunci** : Sabo dam, deposisi kayu, penambah elevasi dasar sungai, kenaikan elevasi muka air, debris kayu, dan sedimen.

## ABSTRACT

The sabo dam's role as a debris flow controller is not ideal. Therefore, research due to the wood-sediment-water flows model is required to assess flow, discharge, and sediment properties and predict the flow under flood circumstances. Researchers in some nations have studied the flow of wood debris. The findings of these studies are used as a guide in this research. This study's modelling aims to anticipate the sabo dam's ability to regulate debris in the jackfruit river. In this study, wood debris with a length of 8 cm and a diameter of 6 mm was used. With the bottom sediment in the form of the largest diameter stone that has been averaged 1.18 cm. The flood discharge used was 50 cm<sup>2</sup>/s, 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s and 200 cm<sup>2</sup>/s with a flume width of 30 cm, a total flume length of 12 m and a flume base slope of 0.06 m. The wood debris is arranged with a planned 45-degree slope pattern, 6 m from the sabo dam building.

The experiment was repeated ten times, twice with a 50 cm<sup>2</sup>/s discharge and twice with a 100 cm<sup>2</sup>/s discharge, twice with a 150 cm<sup>2</sup>/s discharge, twice with a 160 cm<sup>2</sup>/s discharge, and twice with a 200 cm<sup>2</sup>/s discharge. The same amount of debris was employed in each experiment at discharges of 50 cm<sup>2</sup>/s, 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s, and 200 cm<sup>2</sup>/s. The wood deposition that occurred upstream of the sabo dam was varied by using the same amount of wood debris and five different discharges, such as being stuck on the edge of the flume, stuck on a small island, stuck due to debris piling up on top of each other, and being held back by the sabo dam-building itself. With the presence of unstable bottom sediment and 50 cm<sup>2</sup>/s, 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s and 200 cm<sup>2</sup>/s, elevation changes caused by a discharge of 50 cm<sup>2</sup>/s will increase the elevation of the riverbed. The highest is +3.38 cm, and the lowest is ±0.00 cm. With a discharge of 100 cm<sup>2</sup>/s, there is an increase in the riverbed elevation and the changes caused by a discharge of 100 cm<sup>2</sup>/s. The highest increase is +3.38 cm. The lowest is ±0.00 cm, the highest riverbed is +7.67 cm, and the lowest is ±0.00 cm, or there is no increase in elevation with the discharge. The water level increased due to the experimental results and the amount of wood debris maintained on the sabo dam, which was influenced by the presence of the sabo dam building, with the most significant water level rise being 6.17 cm. The lowest point was 5.84 centimetres above normal water level.

**Keywords:** Sabo dam, wood deposition, riverbed elevation increase, water level rise, wood debris, and sediment.



## DAFTAR ISI

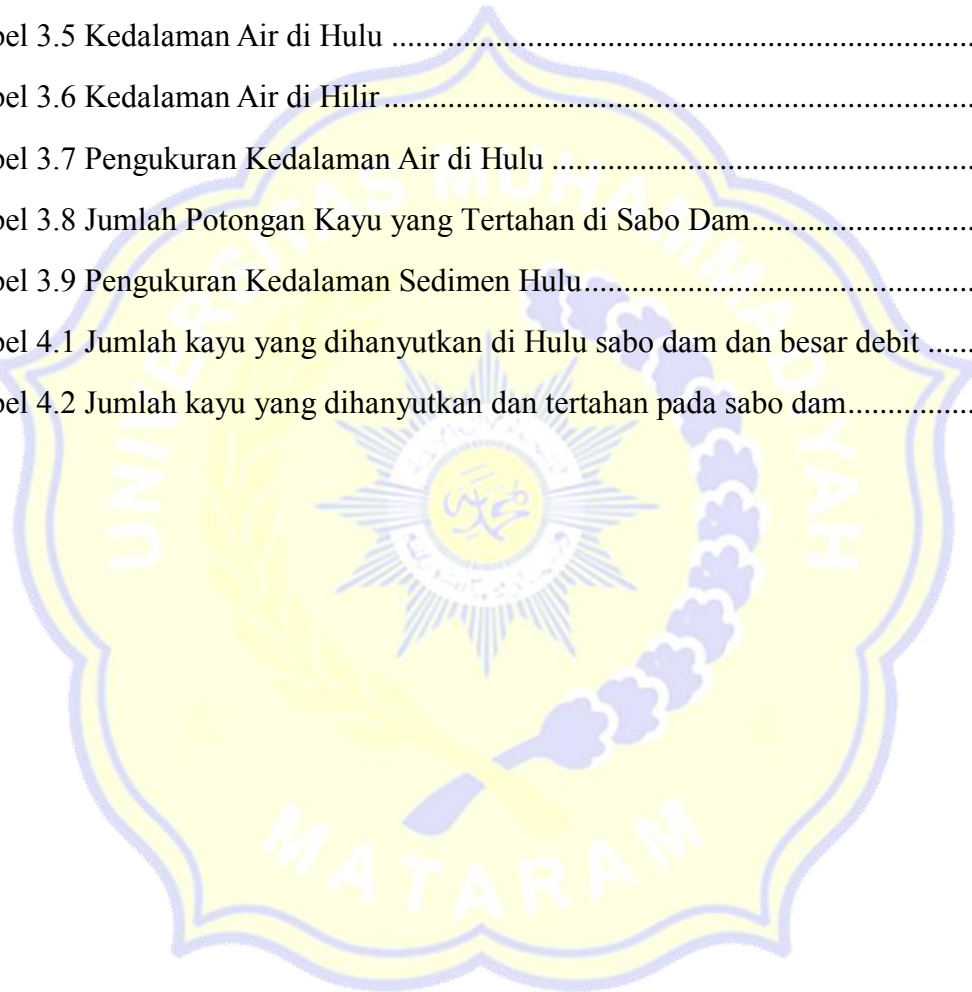
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI .....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.2 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Tipe Aliran Sedimen .....	5
2.2.1 Aliran Debris (kayu) .....	5
2.2.2 Batas Ambang Aliran Debris Kayu.....	6
2.2.3 Tipe Aliran Debris (Kayu) .....	6
2.2.4 Pola Aliran Debris (Kayu) .....	7
2.2.5 Deposisi Debris Kayu .....	8

2.2.6	Fungsi Sabo Dam .....	9
2.2.7	Perubahan Elevasi Dasar Sungai.....	10
2.2.8	Sedimen.....	10
2.2.9	Angkutan Material Di Dasar Sungai .....	10
2.3	Landasan Teori.....	11
2.3.1	Kenaikan Muka Air Dihulu Jembatan.....	11
2.3.2	Loss Koefisien Dan Keseimbangan Gaya .....	11
2.3.3	Ringkasan Studi Terdahulu Tentang Aliran Debris Kayu .....	12
2.4	Penelitian Yang Dilakukan Oleh Peneliti Lain .....	13
2.4.1	Curran, 2010.....	13
2.4.2	Villanueva al., 2014 .....	13
2.4.3	Lukas Schmoker dan Willi H. Hager, 2011 .....	13
2.4.4	Bertoldi et al., 2014.....	14
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1	Lokasi Studi .....	16
3.2	Bagan Alur Penelitian .....	16
3.2.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2.2	Tahap Persiapan .....	18
3.2.3	Tahap Percobaan Pendahuluan .....	24
3.2.4	Pelaksanaan Eksperimen.....	29
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1	Proses deposisi aliran debris kayu.....	40
4.1.1	Eksperimen 1.....	40
4.1.2	Eksperimen 2.....	42
4.1.3	Eksperimen 3.....	46
4.1.4	Eksperimen 4.....	48
4.1.5	Eksperimen 5.....	49
4.1.6	Eksperimen 6.....	51
4.1.7	Eksperimen 7.....	53

4.1.8	Eksperimen 8.....	55
4.1.9	Eksperimen 9.....	57
4.1.10	Eksperimen 10.....	59
4.2	Pengaruh banjir terhadap perubahan elevasi dasar sungai.....	62
4.2.1	Eksperimen 1.....	62
4.2.2	Eksperimen 2.....	64
4.2.3	Eksperimen 3.....	65
4.2.4	Eksperimen 4.....	67
4.2.5	Eksperimen 5.....	68
4.2.6	Eksperimen 6.....	70
4.2.7	Eksperimen 7.....	71
4.2.8	Eksperimen 8.....	73
4.2.9	Eksperimen 9.....	74
4.2.10	Eksperimen 10.....	76
4.3	Kenaikan Muka Air (Back Water Rise).....	77
4.3.1	Eksperimen 1.....	79
4.3.2	Eksperimen 2.....	80
4.3.3	Eksperimen 3.....	81
4.3.4	Eksperimen 4.....	82
4.3.5	Eksperimen 5.....	83
4.3.6	Eksperimen 6.....	84
4.3.7	Eksperimen 7.....	86
4.3.8	Eksperimen 8.....	87
4.3.9	Eksperimen 9.....	88
4.3.10	Eksperimen 10.....	89
4.4	<i>Loss Koefisien Sabo Dam</i> .....	91
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>93</b>
5.1	Kesimpulan .....	93
5.2	Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>95</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Daftar Alat Penelitian.....	19
Tabel 3.3 Daftar Bahan Penelitian .....	20
Tabel 3.4 Jadwal Eksperimen.....	28
Tabel 3.5 Kedalaman Air di Hulu .....	35
Tabel 3.6 Kedalaman Air di Hilir .....	36
Tabel 3.7 Pengukuran Kedalaman Air di Hulu .....	36
Tabel 3.8 Jumlah Potongan Kayu yang Tertahan di Sabo Dam.....	39
Tabel 3.9 Pengukuran Kedalaman Sedimen Hulu.....	39
Tabel 4.1 Jumlah kayu yang dihanyutkan di Hulu sabo dam dan besar debit .....	40
Tabel 4.2 Jumlah kayu yang dihanyutkan dan tertahan pada sabo dam.....	78



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe Aliran Debris, (a) Padat, (b) Semi Padat dan (c) Tidak Padat.....	7
Gambar 2.2 Pola aliran pada penampang sungai, (a) Melengkung, (b) Cenderung lurus.....	7
Gambar 2.3 Skema Pepohonan dan Jembatan yang Menahan debris kayu .....	9
Gambar 3.1 Peta Lokasi Studi.....	15
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian.....	16
Gambar 3.3 Sabo Dam Desa Belanting Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur.....	17
Gambar 3.4 Sket Tampak Samping Flume.....	20
Gambar 3.5 Dasar Tetap Flume, Proses persiapan dan Proses Pemasangan.....	21
Gambar 3.6 Dasar Tidak Tetap, (a) Proses Penumpahan dan (b) Proses Perataan Permukaan.....	22
Gambar 3.7 Model Sabo Dam, Tampak Atas, dan Tampak Depan.....	22
Gambar 3.8 Model Debris.....	23
Gambar 3.9 Perlengkapan Penelitian Saringan Ukuran 40 cm x 40 cm .....	24
Gambar 3.10 Pengujian Dasar Flume Tetap.....	25
Gambar 3.11 Uji Dasar Flume Tidak Tetap .....	26
Gambar 3.12 Pengukuran Debit dan Waktu Pengukuran Muka Air .....	27
Gambar 3.13 Sketsa Model Sabo Dam dan Flume Arah x,y Serta Letak Pengukurannya (cm).....	28
Gambar 3.14 Persiapan Debris Kayu, Perendaman Kayu.....	29
Gambar 3.15 Menaikkan Flume.....	30
Gambar 3.16 Menyusun Debris Kayu.....	30
Gambar 3.17 Penempatan Posisi Kamera .....	31
Gambar 3.18 Menghidupkan Pompa.....	32
Gambar 3.19 Mulai Penelitian .....	32
Gambar 3.20 Pengaturan Muka Air .....	33

Gambar 3.21 Pengukuran Debit di Hilir Flume .....	34
Gambar 3.22 Mengecek Debit .....	34
Gambar 3.23 Pengukuran Permukaan Air.....	35
Gambar 3.24 Kondisi Sedimen di Sabo Dam .....	37
Gambar 3.25 Kayu yang Tertinggal di Dinding flume.....	38
Gambar 3.26 Pengukuran Permukaan Air.....	38
Gambar 4.1 Formasi Debris Kayu (Eks. 1).....	41
Gambar 4.2 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	41
Gambar 4.3 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	42
Gambar 4.4 Formasi Debris Kayu (Eks. 2).....	43
Gambar 4.5 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	44
Gambar 4.6 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	45
Gambar 4.7 Formasi Debris Kayu (Eks. 3).....	46
Gambar 4.8 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	47
Gambar 4.9 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	47
Gambar 4.10 Formasi Debris Kayu (Eks. 4).....	48
Gambar 4.11 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	49
Gambar 4.12 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	49
Gambar 4.13 Formasi Debris Kayu (Eks. 5).....	50
Gambar 4.14 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	50
Gambar 4.15 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	51
Gambar 4.16 Formasi Debris Kayu (Eks. 6).....	52
Gambar 4.17 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	52



Gambar 4.18 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	53
Gambar 4.19 Formasi Debris Kayu (Eks. 7).....	54
Gambar 4.20 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam .....	54
Gambar 4.21 Kayu tertahan di Hulu Sabo Dam .....	55
Gambar 4.22 Formasi Debris Kayu (Eks. 8).....	56
Gambar 4.23 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam .....	56
Gambar 4.24 Deposisi debris kayu .....	57
Gambar 4.25 Formasi debris kayu .....	58
Gambar 4.26 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam .....	58
Gambar 4.27 Deposisi debris kayu .....	59
Gambar 4.28 Formasi debris kayu .....	60
Gambar 4.29 Deposisi Debris Kayu dan Jarak Kayu Yang Tertahan di Hulu Sabo Dam.....	60
Gambar 4.30 Kontur tertahan di Hulu Sabo Dam.....	60
Gambar 4.31 Penyebab kayu bisa tertahan pada daerah Hulu Sabo Dam .....	61
Gambar 4.32 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 1) .....	63
Gambar 4.33 Perubahan Elevasi .....	63
Gambar 4.34 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 2) .....	64
Gambar 4.35 Perubahan Elevasi .....	65
Gambar 4.36 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 3) .....	66
Gambar 4.37 Perubahan Elevasi .....	66
Gambar 4.38 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 4) .....	67
Gambar 4.39 Perubahan Elevasi .....	68
Gambar 4.40 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 5) .....	69
Gambar 4.41 Perubahan Elevasi .....	69
Gambar 4.42 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 6) .....	70

Gambar 4.43 Perubahan Elevasi .....	71
Gambar 4.44 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 7) .....	72
Gambar 4.45 Perubahan Elevasi .....	72
Gambar 4.46 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 8) .....	73
Gambar 4.47 Perubahan Elevasi .....	74
Gambar 4.48 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 9) .....	75
Gambar 4.49 Perubahan Elevasi .....	75
Gambar 4.50 Kontur Akibat Sedimen (Eks. 10) .....	76
Gambar 4.51 Perubahan Elevasi .....	77
Gambar 4.52 Perbandingan Jumlah Kayu yang di Hanyutkan terhadap yang Tertahan.....	78
Gambar 4.53 Kenaikan Muka Air (Eks. 1) .....	80
Gambar 4.54 Kenaikan Muka Air (Eks. 2) .....	81
Gambar 4.55 Kenaikan Muka Air (Eks. 3) .....	82
Gambar 4.56 Kenaikan Muka Air (Eks. 4) .....	83
Gambar 4.57 Kenaikan Muka Air (Eks. 5) .....	84
Gambar 4.58 Kenaikan Muka Air (Eks. 6) .....	85
Gambar 4.59 Kenaikan Muka Air (Eks. 7) .....	86
Gambar 4.60 Kenaikan Muka Air (Eks. 8) .....	87
Gambar 4.61 Kenaikan Muka Air (Eks. 9) .....	88
Gambar 4.62 Kenaikan Muka Air (Eks. 10) .....	90
Gambar 4.63 Kenaikan Muka Air Terhadap Bangunan Sabo Dam .....	90
Gambar 4.64 Debit yang terjadi dan jumlah kayu yang tertahan.....	91

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah sebuah Provinsi di Indonesia dengan luas wilayah 20.153,15 km<sup>2</sup>. Sesuai dengan namanya, provinsi ini meliputi bagian barat Kepulauan Nusa Tenggara. Dua pulau terbesar di Provinsi ini adalah Lombok yang terletak di barat dan Sumbawa yang terletak di timur. Secara geografis terletak pada 116° - 117° Bujur Timur dan 8° - 9° Lintang Selatan dengan batas wilayahnya di sebelah Barat berbatasan dengan Selat Lombok, Provinsi Bali, sebelah Timur dengan Selat Sape, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Sebelah Utara dengan Laut Jawa dan Laut Flores dan Sebelah Selatan dengan Samudra Indonesia Sungai-sungai di NTB dikelompokkan ke dalam dua wilayah sungai yaitu Lombok yang terdiri dari 197 wilayah sungai dan Sumbawa 555 wilayah sungai dengan curah hujan tertinggi yaitu pada bulan November 2017 sebesar 504 m<sup>3</sup> (BWS Nusa Tenggara I, 2017).

Sungai nangka terletak di wilayah Desa Belanting Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat. Luas daerah aliran ini seluas 32,06 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 15,68 km (BWS Nusa Tenggara I, 2017). Sungai nangka mempunyai utilitas cukup tinggi, yaitu pemanfaatan untuk pertanian, air baku, dan tambak. Kondisi sungai memiliki morfologi sangat curam dibagian hulu dan landai di bagian hilir. Tata guna lahan pada daerah aliran sungai nangka terdiri dari hutan, sawah, kebun, ladang, dan pemukiman. Kawasan belanting seperti umumnya wilayah pulau lombok bagian utara merupakan kawasan yang rawan terhadap bahaya longsor. Hal ini disebabkan kondisi topografi di kawasan belanting sangat curam dan kondisi lapisan batuan yang terdiri dari batuan belum kompak yang bersentuhan dengan batuan yang lebih kompak yang berada di bagian bawahnya.

Aliran debris adalah campuran pasir, batu, kayu dan air bergerak secara kolesif dari dasar sampai permukaan aliran, terjadi apabila kemiringan dasar sungai lebih besar atau sama dengan kemiringan kritis aliran debris. Material longsor berupa tanah, pasir batu dari ukuran kecil sampai besar, dan batang-batang pohon bercampur dengan air mengalir ke arah hilir mengakibatkan bencana pada daerah yang dilaluinya. Bencana ini terjadi pada tanggal 13 Maret 2012 (Hidayaturrahman, 2018) dengan banyak sekali dampak negatif yang terjadi sehingga perubahan morfologi sungai berupa pendangkalan, pemindahan alur, bahkan

hilangnya alur sungai lama akan sangat berbahaya jika tidak ditangani secara seksama dan secepatnya. Berdasarkan kondisi ini efektifitas sabo dam di sungai angka perlu ditinjau ulang.

Fungsi sabo dam sebagai pengendali aliran debris belum optimal. Sehingga penelitian terkait model aliran kayu-sedimen-air (*wood-sediment-water flows*) perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik aliran, debit, dan sedimen dan memodelkan aliran dalam kondisi banjir. Penelitian terkait aliran debris kayu telah banyak dilakukan oleh peneliti di beberapa negara. Hasil penelitian tersebut merupakan acuan dalam penelitian ini. Permodelan dalam penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kemampuan sabo dam di Sungai Angka dalam mengendalikan debris.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah yaitu :

- A. Bagaimana proses deposis aliran debris kayu?
- B. Pengaruh banjir terhadap perubahan elevasi dasar sungai?
- C. Bagaimana kenaikan muka air pada saat proses penghanyuta debris?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang hendak dicapai yaitu untuk membuat model prediksi kenaikan permukaan air di hulu sabo dam yang menahan debris saat banjir dan memiliki target luaran pada penelitian ini mencakup :

- A. Bagaimana proses deposisi aliran debris kayu?
- B. Pengaruh banjir terhadap perubahan elevasi dasar sungai?
- C. Bagaimana kenaikan muka air pada saat proses penghanyuta debris?

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang terdapat pada makalah ini, yaitu :

- a Penelitian ini dilakukan hanya untuk meninjau proses deposisi aliran debris dan pengaruh terhadap spillwy di hulu Sabo Dam;
- b Untuk debris yang digunakan dalam penelitian ini yaitu debris kayu yang memiliki ukuran panjang rata-rata 8 cm dan tidak menggunakan jenis debris lain selain kayu;

- c Tidak menghitung volume sedimen, kecepatan sedimen, total konsentrasi sedimen, gaya geser dasar flume, berat sedimen dan perhitungan sedimen lainnya;
- d Tidak mengamati tipe aliran sedimen;

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini rencananya dilakukan di Laboratorium Hidrolika Program Studi Rekayasa Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Hasil penelitian ini rencananya akan dipublikasikan di jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini membahas beberapa teori yang berkaitan dengan perencanaan Sabo Dam. Pada perencanaan Sabo Dam, selain diperlukan tinjauan mengenai desain Sabo Dam, diperlukan juga tinjauan mengenai pola tindakan pengendalian aliran debris untuk menentukan lokasi perencanaan Sabo Dam yang sesuai. Ada beberapa penelitian atau perencanaan terdahulu yang serupa antara lain:

2.1.1 Suparman, T. Soetopo, Soenar Wirjotijoso, Djoko Suprawoto, Hendro Pradono, dalam buku dengan judul “Sabo: Untuk Penanggulangan Bencana Akibat Aliran Sedimen”

- a SABO adalah istilah yang berasal dari Jepang yang terdiri dari kata SA yang berarti pasir (sand) dan BO yang berarti penanggulangan (prevention). Jadi kata SABO mempunyai arti Penanggulangan bencana yang diakibatkan pergerakan tanah atau sedimen yang dibawa oleh aliran air. Kata SABO diusulkan oleh seorang ahli konservasi dari Amerika Serikat, yang bernama Dr. Lowdermilk pada kunjungannya ke Jepang pada tahun 1951.
- b Aliran Debris, runtuh/rombakan (debris flow) adalah aliran air yang mempunyai kecepatan tinggi yang membawa bahan-bahan sedimen campuran terdiri dari bermacam bahan, antara lain batu, tanah, pasir dan batang-batang kayu.
- c Sedimentasi adalah proses pengendapan sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh suatu aliran air, es dan atau angin pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti.

2.1.2 Joko Cahyono dalam catatannya dengan judul “Perhitungan Desain *Sabo Dam*”. Hasil yang didapatkan adalah pada angka keamanan stabilitas terhadap geser dan daya dukung tanah sebesar 4 karena tinggi *main dam* (H) > 15m. Perhitungan debit rencana direncanakan mampu mengalirkan debit dengan kala ulang 50 tahun.

Bapak Joko Cahyono menjelaskan istilah Sabo berasal dari bahasa Jepang. Kata Sa berarti material sedimen (batu, kerikil, dan pasir) dan Kata Bo berarti

pengendali. Secara umum Sabo merupakan bangunan dam atau bangunan dengan pelimpas yang dibangun untuk mencegah bahaya banjir lahar.

## 2.2 Tipe Aliran Sedimen

Aliran sedimen pada alur curam dimana air sebagai salah satu pemicunya (Kironoto, 2018) dapat dibedakan menjadi 3 macam tipe aliran yaitu :

a) Aliran debris (*debris flow*)

Aliran debris yaitu suatu aliran campuran antara batu, pasir, batang kayu dan air yang bergerak secara kolektif (*mass movement*) dari permukaan aliran sampai dasar aliran.

b) Aliran transisi debris (*immature debris*) atau (*hyperconcentration flow*) Aliran transisi debris yaitu Aliran transisi antara aliran debris (aliran kolektif) dan aliran bed load (aliran traktif). Aliran transisi debris mempunyai dua lapisan aliran dimana lapisan aliran bawah berupa aliran kolektif sedangkan lapisan atas berupa lapisan traktif.

c) Aliran / Angkutan dasar yaitu angkutan butiran sedimen yang bergerak secara individu menggelinding (*rolling*), atau loncat (*jumping*) karena gaya traktif aliran dasar ini terjadi apabila kemiringan dasar sungai lebih kecil dari pada kemiringan kritis aliran transisi debris.

### 2.2.1 Aliran Debris (Kayu)

Aliran debris tergantung pada kondisi morfologi sungai, debit aliran, ketersediaan debris dan karakteristik debris. Menurut Diehl (1997) parameter penting untuk aliran debris meliputi :

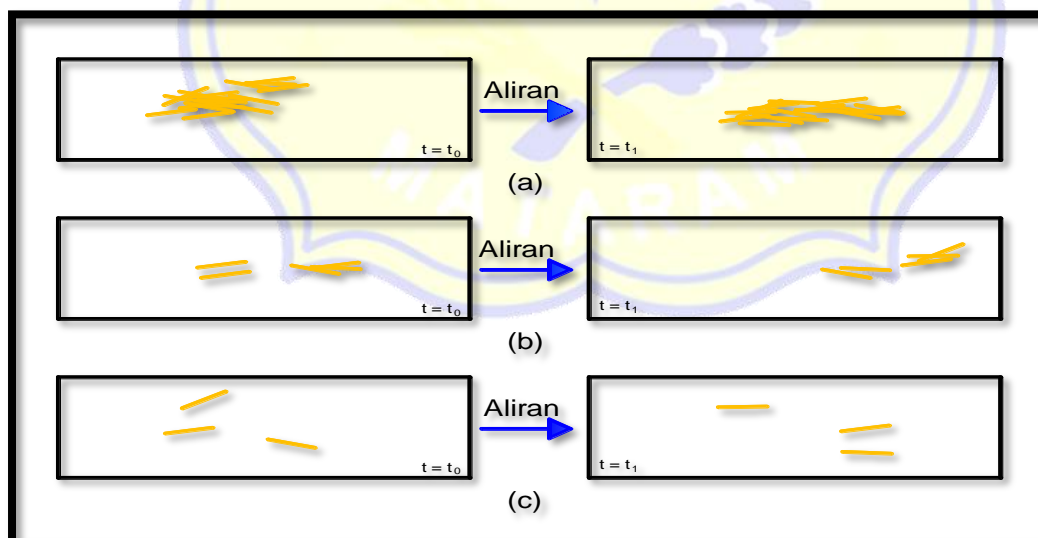
- 1) Rasio panjang debris dan lebar sungai.
- 2) Rasio diameter debris dan kedalaman air sungai dan.
- 3) Orientasi debris terhadap arah aliran sungai.

### 2.2.2 Batas Ambang Aliran Debris Kayu

Braudrick and Grant (2001) mengasumsikan bahwa batas ambang debris mulai bergerak adalah saat dia berpindah sejauh setengah dari panjangnya. Kedalaman aliran sebesar diameter pangkal kayu tersebut di tambah panjang akar dari pangkal kayu tersebut merupakan kondisi batas yang memungkinkan debris kayu dapat mengapung (Diehl, 1997). Aliran debris kayu merupakan fungsi dari sudut kayu terhadap arah aliran, ada atau tidaknya akar, massa jenis kayu dan diameter kayu. Batas ambang aliran debris kayu tidak dipengaruhi oleh panjangnya bila ukurannya lebih kecil dari lebar sungai (Braudrick and Grant, 2001). Tetapi rasio panjang debris kayu terhadap lebar sungai kemungkinan mempengaruhi stabilitas debris kayu di sepanjang jaringan sungai (Bocchiola et al., 2008).

### 2.2.3 Tipe Aliran Debris (Kayu)

Umumnya debris bergerak di atas permukaan air sejajar dengan arah aliran sebagai individu dan memiliki kecepatan yang sama dengan kecepatan air Diehl, (1997). Braudrick and Grant (2001) membagi aliran tersebut menjadi dua jenis yaitu mengambang dan menggelinding atau meluncur. Gerakan pertama terjadi bila gaya apung air cukup untuk mengapungkan kayu. Gerakan kedua bila debris tersebut bergerak dengan menyentuh dasar sungai. Selanjutnya Braudrick et al. (1997) membagi tipe aliran debris menjadi tiga yaitu tidak padat, semi padat dan padat dapat dilihat pada gambar 2.1



Sumber

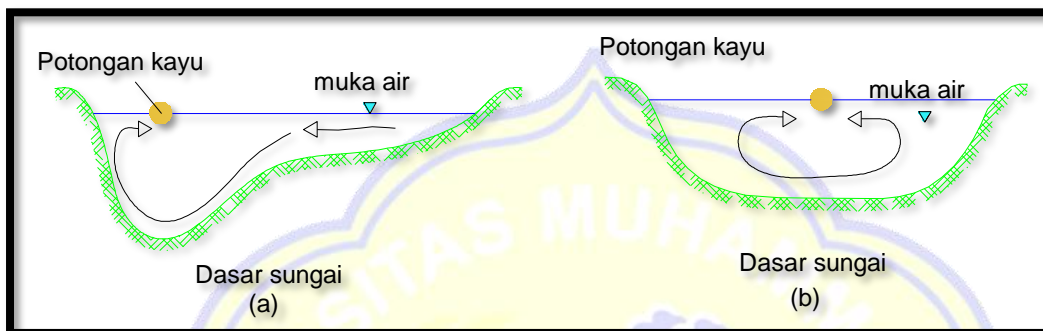
: Braudrick et al. 1997



Gambar 2.1 Tipe aliran debris, (a) padat, (b) semi padat dan (c) tidak padat.

#### 2.2.4 Pola Aliran Debris (Kayu)

Aliran debris Kayu umumnya berkonsentrasi pada zona konvergensi, yaitu pada kedalaman air yang paling besar disuatu sungai dapat dilihat pada gambar 2.2



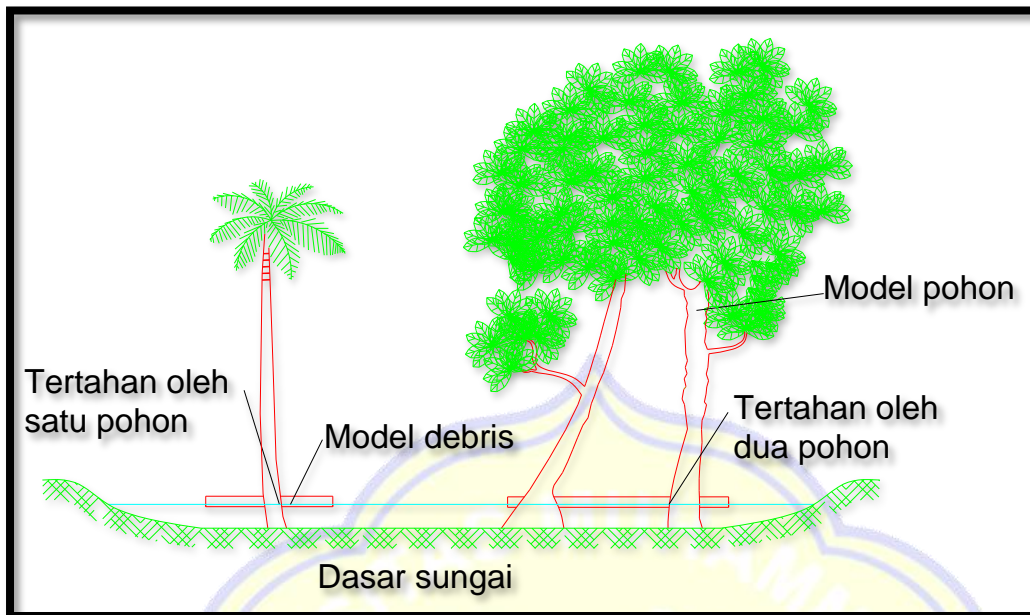
Diehl, 1997

Sumber :

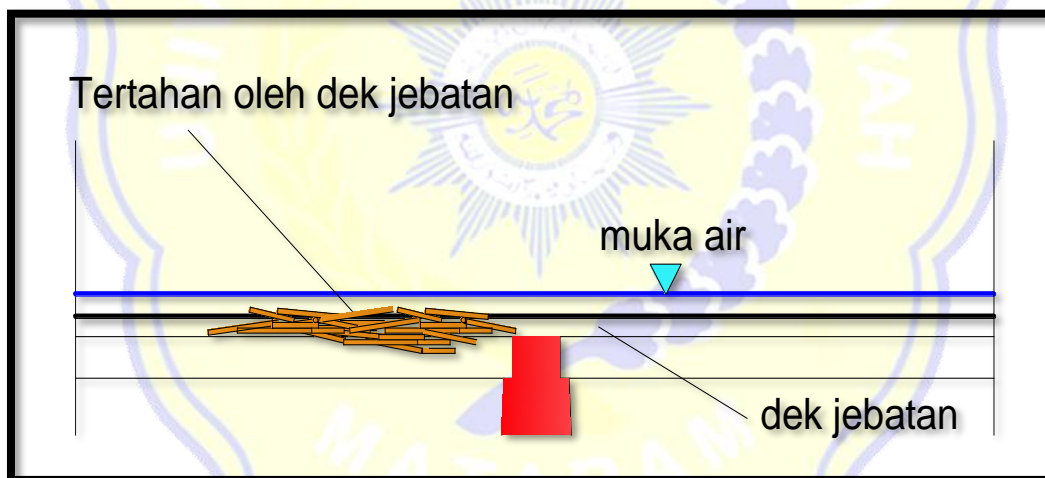
Gambar 2.2 Pola aliran pada penampang sungai, (a) Melengkung, (b) Cenderung lurus

#### 2.2.5 Deposisi Debris Kayu

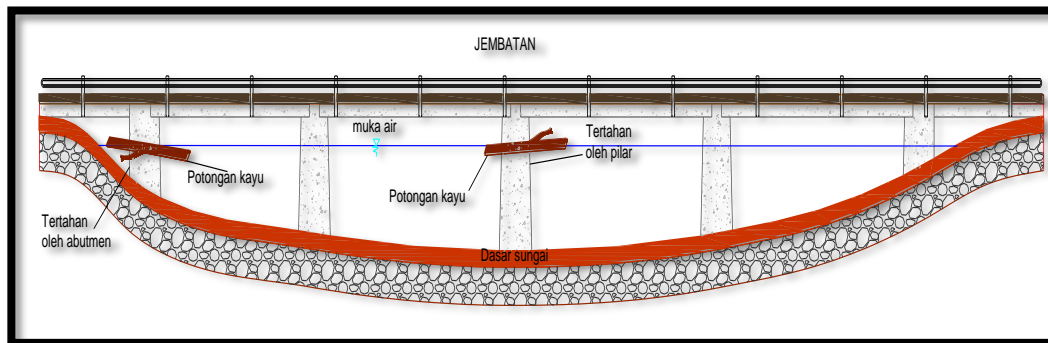
Debris kayu cenderung terhenti di belokan sungai dan pulau-pulau kecil (*bar*) di sungai. Pepohonan di tepi sungai dan batu-batu besar dapat menahan aliran debris (Braudrick and Grant 2001), Bocchiola et al., 2008). Bocchiola et al. (2008) membagi deposisi debris (kayu) menjadi dua yaitu debris yang tertahan oleh satu pohon dan debris yang tertahan oleh dua pohon (Gambar 2.3a). Bagian jembatan seperti pilar, dek dan abutment (Gambar 2.3c) juga dapat menahan debris (Diehl, 1997); serta bridge deck (Gambar 2.3b) (Rusyda M.I 2015b)



(a) Debris yang tertahan oleh pepohonan



(b) Debris yang tertahan oleh dek jembatan



(c)

Debris yang tertahan oleh tiang dan abutment jembatan

Gambar 2.3 Skema Pepohonan dan Jembatan yang menahan debris kayu

### 2.2.6 Fungsi Sabo Dam

Disamping dapat pula menahan sebagian gerakan sedimen, fungsi utama sabo dam / bendung penahan sedimen adalah untuk mengatur jumlah sedimen yang bergerak secara fluvial dalam kepekatan yang tinggi, sehingga jumlah sedimen yang meluap ke hilir tidak berlebihan. Besarnya sedimen yang masuk akan seimbang dengan kemampuan daya angkut aliran air sungainya, sehingga sedimentasi pada daerah kipas pengendapan dapat dihindarkan. Selain itu sabo dam ini berfungsi untuk memantapkan serta mencegah terjadinya degradasi alur sungai di daerah kipas pengendapan (dapat memperkecil kemiringan dasar sungai) sehingga alur sungai di daerah ini tidak mudah berpindah-pindah (Fitra F.S, 2016).

### 2.2.7 Perubahan Elevasi Dasar Sungai

Karena muatan dasar selalu bergerak, maka permukaan dasar sungai kadang-kadang naik (agradasi), tetapi kadang-kadang turun (degradasi) dan naik turunnya dasar sungai disebut alterasi dasar sungai Muatan melayang tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai, tetapi dapat mengendap di dasar waduk-waduk atau muara-muara sungai, yang menimbulkan pendangkalan-pendangkalan waduk atau muara sungai tersebut dan menyebabkan timbulnya berbagai masalah. Penghasil sedimen terbesar adalah erosi permukaan lereng pegunungan, erosi sungai (dasar dan tebing alur sungai) dan bahan-bahan hasil letusan gunung berapi yang masih aktif (Fitra F.S, 2016).

## 2.2.8 Sedimen

Sedimen adalah pecahan pecahan material umumnya terdiri atas uraian batu-batuan secara fisis dan secara kimia. Partikel seperti ini mempunyai ukuran dari yang besar (*boulder*) sampai yang sangat halus (koloid), dan beragam bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*), dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral, atau material organik yang ditransforkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Usman, 2014).

## 2.2.9 Angkutan Material Di Dasar Sungai

Angkutan material di dasar sungai terdiri dari *bed load* dan *suspended load*. Proses pengangkutan material dasar sungai tersebut sangat tergantung dari *roughness drag*, sedangkan *from drag* sama sekali tidak berperan (Kironoto, 2018).

## 2.3 Landasan Teori

### 2.3.1 Kenaikan Muka Air di Hulu Jembatan

Persamaan untuk menghitung kenaikan muka air di hulu jembatan yang menahan debris kayu dapat dilihat pada persamaan 2.1 dan 2.2

Rusyda M.I (2020)

$$\Delta h_{ud}^j = h_u^j - h_d^j \dots\dots\dots 2.1$$

$$\Delta h_u^{jn} = h_u^j - h_u^n \dots\dots\dots 2.2$$

dengan :

$h_u^j$  = kedalaman air di hulu jembatan (ada debris);

$h_d^j$  = kedalaman air di hilir jembatan (ada debris di hulu jembatan);

$h_u^n$  = kedalaman air di hulu jembatan (tanpa debris di hulu jembatan) dan

$h_d^n$  = kedalaman air di hulu jembatan (tanpa debris);

### 2.3.2 Loss Koefisien Dan Keseimbangan Gaya

Kehilangan tinggi tekanan akibat di Jembatan yang menahan debris saat banjir di sungai dapat disebut juga ‘*loss koefisien*’ dan Dinyatakan dengan Persamaan 2.3 sampai dengan persamaan 2.6 untuk menghitung ‘*loss koefisien*’ adalah sebagai berikut :

Rusyda M.I (2020)

$$f_d^j \equiv \Delta E_{ud}^j / ((v_d^j)^2 / 2g) \dots\dots\dots 2.3$$

$$\Delta E_{ud}^j \equiv \left\{ \frac{(v_u^j)^2}{2g} + h_u^j \right\} - \left\{ \frac{(v_d^j)^2}{2g} + h_d^j \right\} \dots\dots\dots 2.4$$

$$v_u^j = q / h_u^j \dots\dots\dots 2.5$$

$$v_d^j = q / h_d^j \dots\dots\dots 2.6$$

dengan :

$f_d^j$  : *loss koefisien* karena adanya debris

$v_u^j$  : kecepatan di hulu akibat debris

$v_d^j$  : kecepatan di hilir karena adanya debris

$E_{ud}^j$  : kehilangan energi antara hulu dan hilir karena adanya debris

$q$  : debit perunit lebar

### 2.3.3 Ringkasan Studi Terdahulu Tentang Aliran Debris Kayu

Debris yang dimaksud dalam rencana penelitian ini adalah kayu yang terbawa oleh banjir. Selanjutnya dalam rencana penelitian ini istilah debris kayu merupakan penyederhanaan dari debris berupa batang-batang kayu.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh pengusul untuk menjadi penelitian lagi dan menunjang rencana penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Rusyda M.I (2020) dan Rusyda M.I (2015b). melakukan penelitian terkait karakteristik kayu yang terdeposisi di sungai dan dataran banjir saat banjir yang terjadi di Jepang pada bulan Juli 2012 melalui studi lapangan. Kayu beserta sedimen yang terbawa oleh banjir ada yang tertahan oleh rumah, tiang listrik, jembatan dan pepohonan di tepi sungai dalam jumlah yang besar dan ada yang terdeposisi di dataran banjir. Rusyda et al. (2013b) memperkenalkan persamaan untuk memprediksi volume ‘semu’ debris kayu dapat dilihat pada persamaan 2.7

Rusyda M.I (2020)

$$V_{wd} = CA_o^\alpha \dots\dots\dots 2.7$$

dengan :

$V_{wd}$  = Volume ‘semu’ debris (kayu) yang tertahan,

$A_o$  = Luas ‘semu’ debris (kayu),

$C = 2.5$  dan

$\alpha = 3/2$ .

Rusyda M.I (2015b) melakukan penelitian dengan flume eksperimen berukuran panjang 12 meter, lebar 30 cm dan berubahan *acrylic*. Model debris kayu yang digunakan berukuran panjang 7 cm dan lebar 3 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah model debris kayu yang dijatuhkan, kepadatan model debris kayu dan orientasi model debris (sudut debris terhadap arah aliran air di sungai) berpengaruh terhadap tertahannya debris di jembatan.

## 2.4 Penelitian Yang Dilakukan Oleh Peneliti Lain

### 2.4.1 Curran, 2010

Luas Daerah aliran sungai 5.473 km<sup>2</sup> kemiringan sungai apad daerah studi adalah 5.7 x 10<sup>-4</sup> . Area study mencakup sungai beton berlapis di kota San Antonio dan hingga muara sungai.. Data yang diperoleh dari Sungai San Antonio dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2007 dimanfaatkan untuk membuat model yang dapat memprediksi aliran debris (kayu) dan jarak yang ditempuh oleh debris tersebut. Model tersebut memberikan hasil yang cukup baik dalam meprediksi aliran debris dan jarak yang ditempuh debris pada sungai dengan kemiringan landai.

### 2.4.2 Villanueva et al., 2014

Penelitian ini dilakukan di Sungai Arroyo Cabrera, Spanyol. Luas Daerah Aliran Sungai 15.5 km<sup>2</sup> dengan rata rata kemiringan sungai 21.6%. Model Matematika 2 Dimensi digunakan untuk memodelkan aliran debris (kayu) pada kejadian banjir tahun 1997 di Spanyol. Model ini dibuat untuk mensimulasi aliran debris dan hidro dinamikanya. Aliran debris dipengaruhi oleh kondisi jembatan. Hasil pemodelan kemudian dibandingkan dengan

foto-foto setelah kejadian banjir tersebut. Model aliran debris berhasil memodelkan pola deposisi debris saat tertahan jembatan

#### 2.4.3 Lukas Schmocker dan Willi H. Hager, 2011

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrolika, hidrologi and glaciology, the Swiss Federal Institute of Technology ETH, Zurich. Flume berbentuk segiempat Panjang 13 meter, lebar 0.6 meter dan tinggi 0.6 meter. Dinding flume berbahan glass dan alasnya dari PVC. Kemiringan flume didesain sebesar 0.002 Debit yang digunakan sebesar 150 / 1 detik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menyelidiki probabilitas debris Kondisi aliran mengacu pada kejadian banjir di Swiss. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Froude Number*, *freeboard* dan karakteristik berpengaruh cukup besar terhadap kemungkinan debris tertahan oleh dek jembatan.

#### 2.4.4 Bertoldi et al., 2014

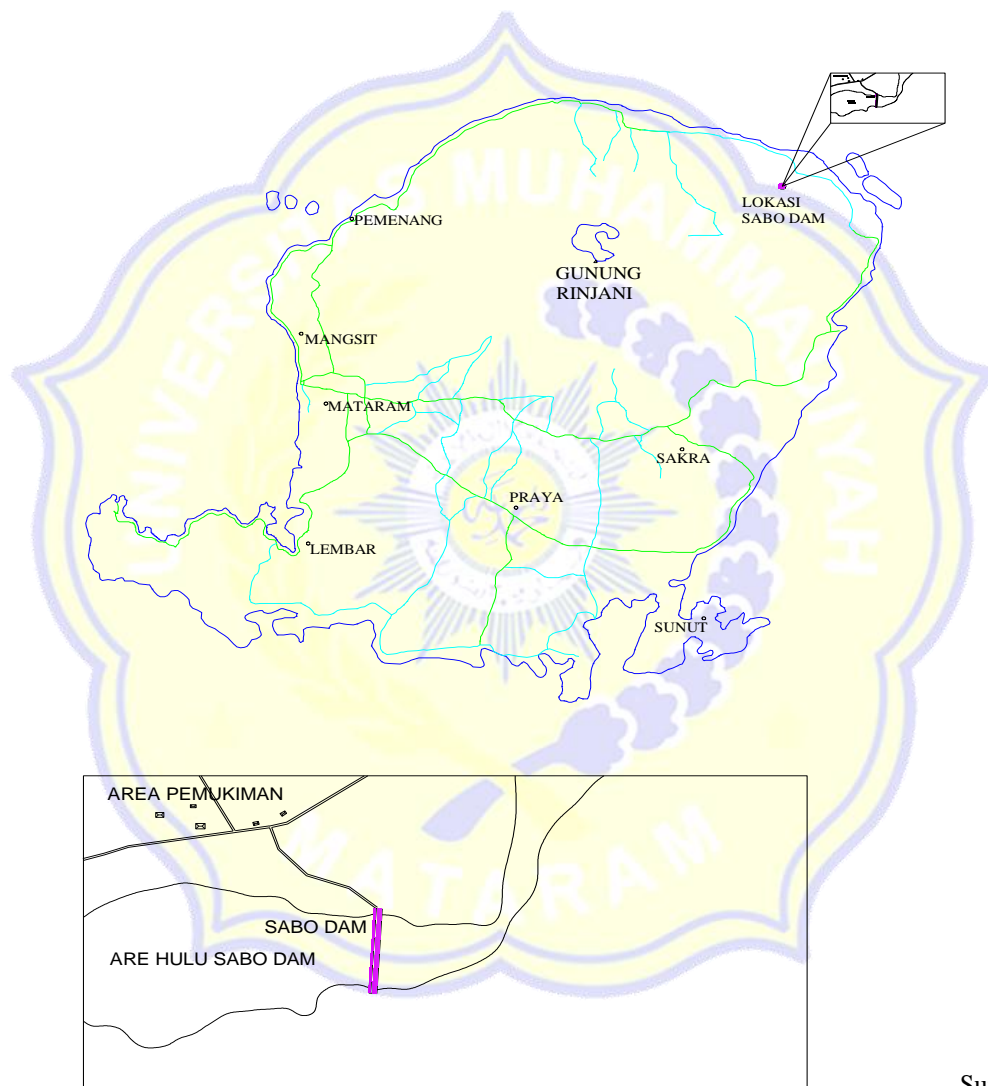
Penelitian dilakukan di University of Hull, Inggris. Menggunakan Tiga flume yang memiliki lebar masing masing 1.7 m dan panjang 11 meter. Ukuran rata-rata sedimen dasarnya adalah 0.73 mm. Debit yang dialirkan sebesar 1.26 liter/detik dan kemiringan flumanya sebesar 0.0013. Model debris yaitu batang kayu dengan panjang 8 cm dan diameternya 3 mm. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki perilaku aliran debris pada sungai berkelok. Model debris dengan akar dan tanpa akar digunakan untuk memodelkan aliran debris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debris akan tertahan di atas pulau-pulau kecil dan jumlah setiap kumpulan debris yang tertahan lebih kecil dari 5 batang. Jumlah debris yang tertahan tergantung jumlah aliran debris yang debris yang dilepaskan dari hulu flume.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Studi

Lokasi studi Sabo Dam Desa Belanting Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur dapat dilihat pada gambar 3.1



Sumber :

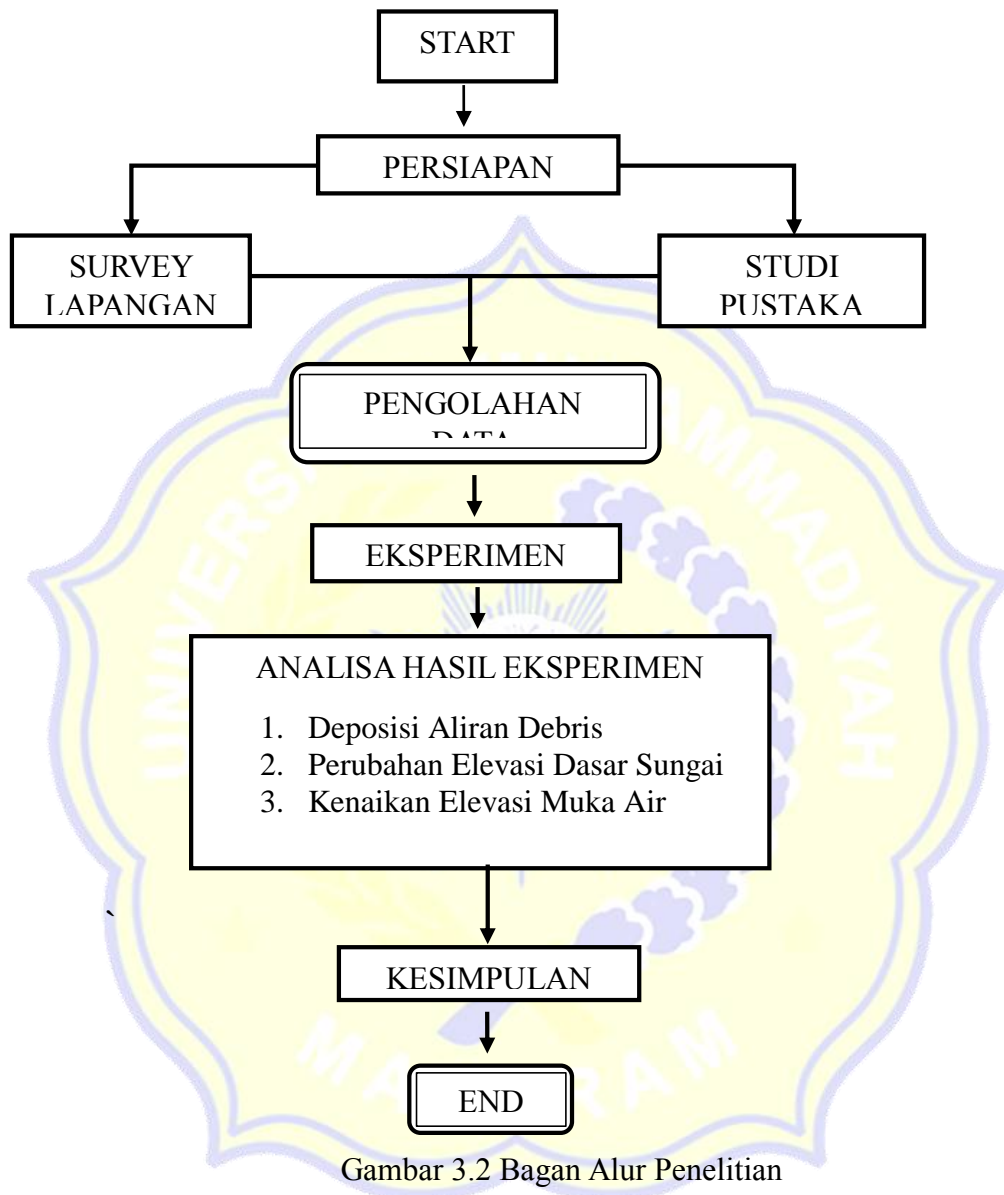
Imam, 2020

Gambar 3.1 Peta Lokasi Studi



### 3.2 Bagan Alur Penelitian

Tahapan alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

#### 3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian



Gambar 3.3 Sabo Dam Desa Belanting Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Hari, Tgl, Bulan, Tahun	Tempat Penelitian
1	Senin, 22 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
2	Senin, 22 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
3	Senin, 22 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
4	Rabo, 24 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
5	Rabo, 24 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
6	Rabo, 24 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
7	Senin, 29 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
8	Senin, 29 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
9	Rabo, 31 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT
10	Rabo, 31 Maret 2021	Laboratorium Hidrolika UMMAT

Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

### 3.2.2 Tahap Persiapan

## A. Survey Lokasi

Survey lokasi dilakukan pada tanggal 15 Maret 2021 di Desa Belanting, Kecamatan Sambelia, Kabupaten Lombok Timur. Tujuan Survey lokasi ini dilakukan untuk memperoleh :

- 1) Dimensi Sabo dam di lapangan :
  - a) Panjang 101,5 m
  - b) Lebar 15 m
  - c) Tinggi 16 m
  - d) Dimensi lubang limpasan Sabo Dam 6 x 2 m.
- 2) Penyekalaan data lapangan untuk model sabo dam di laboratorium
  - a) Panjang 30 cm
  - b) -Lebar Atas : 2,1 cm  
-Lebar Bawah : 6,3 cm
  - c) Tinggi 7,8 cm
  - d) Dimensi lubang limpasan Sabo Dam 2 x 6,63 cm
- 3) Dimensi dasar sungai :
  - a) Lebar 118 m
  - b) Kemiringan sungai ( $I = 0.06$ )

## B. Persiapan di Laboratorium

Sebelum dilaksanakan penelitian, yang harus dipersiapkan ialah Alat dan Bahan, dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2

- 1) Alat dan Bahan
  - a) Pesiapan Alat

Tabel 3.2 Daftar alat penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Kondisi	Keterangan
1	Kamera	1	Baik	Untuk Merekam Pergerakan Air
2	Stopwatch	2	Baik	Menghitung Waktu Kecepatan Arus Air
3	Penggaris	1	Baik	Mengukur Tinggi Permukaan sedimen
5	Timbangan	1	Baik	Menimbang air dalam Waktu yang ditentukan
6	Point Gage	1	Baik	Untuk mengukur tengginya permukaan air
7	Mesin pompa air	1	Baik	Sedot Air
8	Saringan	2	Baik	Mencegah Kotoran Lain Masuk
9	Ember	1	Baik	Untuk Menampung Air
10	Papan Pematik	2	Baik	Untuk Memadatkan Sedimen

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Alat yang di persiapkan sebelum mulai eksperimen yaitu Kamera 1 buah untuk merekam perilaku debris kayu, *Stopwatch* 2 buah untuk mencatat waktu pengukuran debit dan waktu air mulai dari menyentuh kayu yang telah disusun hingga menyentuh sabo dam, penggaris 1 buah untuk mengukur diameter kayu dan panjang kayu, Cawan yang digunakan untuk persiapan eksperimen yaitu berjumlah 8 buah. 4 buah cawannya untuk kayu yang di rendam secara terpisah menggunakan, 3 buah cawan untuk kayu yang tertahan di sabo dam, hulu, hilir dan 1 buah cawan lainnya untuk kayu yang lolos melewati sabo dam, 1 buah timbangan untuk mencari berat air, *point gage* (jangka sorong) 1 buah untuk mengukur kenaikan muka air dan elevasi dasar flume, 1 mesin pompa air untuk memompa air dari sungai ke flume, Saringan 1 buah untuk menahan kayu yang lolos melewati hilir flume, 1 buah ember digunakan menampung air di hilir flume untuk di timbang, dan 2 papan pemadat untuk memadatkan dasar tidak tetap sebelum melakukan eksperimen.

b) Pesiapan Bahan

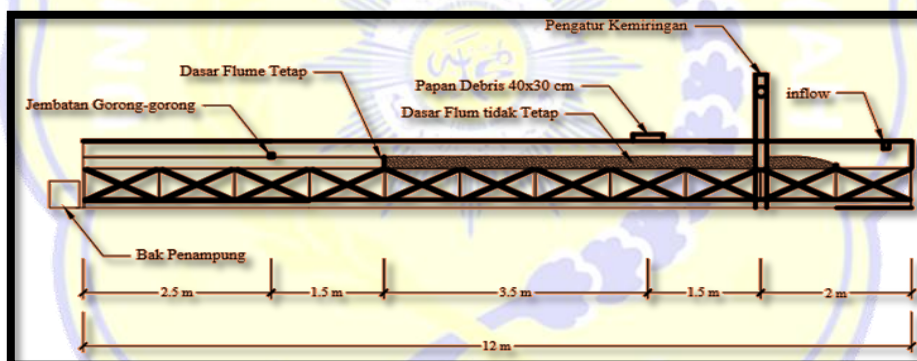
Table 3.3 Daftar bahan penelitian

No	Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Bensin	5 Liter	Untuk Menghidupkan Mesin Pompa
2	Kayu	Disesuaikan	Menjadi Debris
3	Batu	Disesuaikan	Menjadi Sedimen Dasar

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

2) Model hidraulika

Eksperimen ini direncanakan menggunakan flume di Laboratorium Hidrolika Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Flume tersebut berbentuk persegi empat yang kedua sisi dan dasarnya terbuat dari acrylic. Flume ini memiliki panjang 12 m, lebar 30 cm dan tinggi 40 cm, dapat dilihat pada gambar 3.4



Sumber : Rusyda M.I, 2015b

Gambar 3.4 Sket Tampak Samping Flume

a) Dasar tetap

Dasar tetap yaitu batu yang di lem pada permukaan papan. Proses ini dilakukan dalam waktu 2 hari dan 2 hari untuk proses pemasangannya.

Pemasangan ini dilakukan dari jarak 4 m dari hulu ke hilir flume dapat dilihat pada gambar 3.5



Sumber

: Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.5 Dasar Tetap Flume, Proses Persiapan dan Proses Pemasangan.

b) Dasar tidak tetap

Dasar tidak tetap yaitu batu yang ditumpahkan di atas flume dari jarak 2 m sampai 8 m dari hulu flume dan di padatkan hingga permukaan flume merata tertutup batu. proses ini dilakukan selama 2 hari. Batu yang digunakan ialah batu yang di sesuaikan dengan skala di lapangan dapat dilihat pada gambar 3.6



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021  
 Gambar 3.6 Dasar Tidak tetap, (a) Proses Penumpahan dan (b) Proses perataan permukaan.

### 3) Model Sabo dam

Model Sabo dam yang digunakan adalah model sabo dam (Sabo Dam Urat Malang Desa Belanting, Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur). Sabo Dam ini dibuat dari mortar dan difinishing dengan menggunakan pasta semen untuk melindungi sabo dam agar air yang mengalir tidak masuk ke pori-pori sabo dam. Pemasangan Sabo Dam ini dilakukan pada jarak 9.5 m dari hulu flume dapat dilihat pada gambar 3.7



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.7 Model Sabo dam, Tampak atas, dan Tampak depan

### 4) Model debris

Model debris yang digunakan adalah kayu .Sampel kayu yang digunakan sesuai berdasarkan ukurannya yaitu 8 cm dan berjumlah 120 batang dapat dilihat pada gambar 3.8



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.8 Model Debris

5) Saringan kayu

Saringan kayu terbuat dari kayu dengan ukuran 40 cm x 40 cm, dipasangkan kawat sebagai saringan sedimen yang lolos dari Sabo dam dapat dilihat pada gambar 3.9





Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.9 Perlengkapan Penelitian Saringan kayu ukuran 40 cm x 40 cm.

### 3.2.3 Tahap Percobaan Pendahuluan

#### A. Mengukur dasar permukaan

Sebelum dilakukan pengukuran dasar permukaan ini, terlebih dahulu harus dibuatkan jarak pengukuran pada bagian atas flume yang di sesuaikan dengan kondisi flume, dilakukan untuk mengetahui berapa kedalaman dasar permukaan flume di jarak yang telah ditentukan.

#### B. Uji aliran

Pengujian aliran air ini dilakukan selama 2 kali pengujian meliputi:

##### a. Pengujian ketahanan dasar flume tetap

Pengujian ketahanan dasar flume tetap dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat sedimen yang ditempel sebagai media dasar pada flume dapat dilihat pada gambar 3.10



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.10 Pengujian Dasar Flume Tetap

b. Pengujian ketahanan dasar flume tidak tetap

Pengujian ketahanan dasar flume tidak tetap dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat sedimen mampu bertahan pada saat dialirkan air dapat dilihat pada gambar 3.11



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.11 Uji Dasar Flume Tidak Tetap

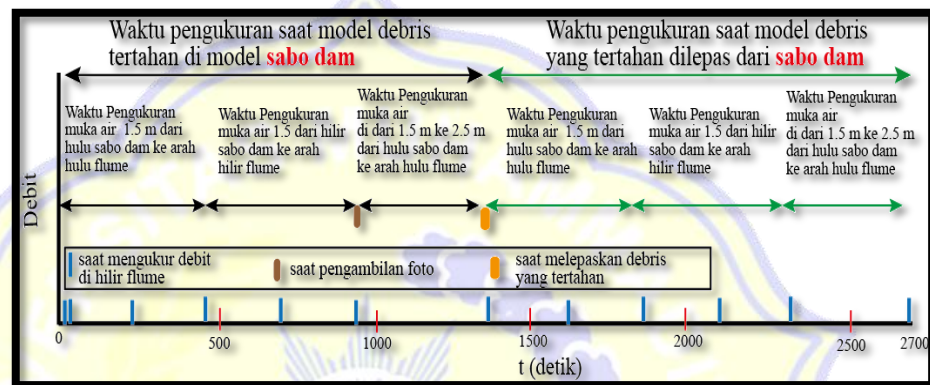
C. Tahap pengukuran kedalaman air

Ada tiga tahap pengukuran kedalaman air yaitu:

- 1) Pada saat model sabo dam belum terpasang di flume atau di model fisik sungai;
- 2) Pada saat model sabo dam terpasang di flume di model fisik sungai dan;
- 3) Pada saat model debris tertahan oleh model sabo dam.

Pengukuran debit dilakukan dengan menampung air di hilir flume atau model fisik sungai menggunakan ember. Waktu air memenuhi ember diukur dengan stopwatch. Kemudian air dalam ember ditimbang dengan alat timbang. Massa air adalah berat yang tertimbang dikurangi berat bersih ember. Prosedur ini dilakukan sebanyak 4 kali. Ember yang dibutuhkan sebanyak 1 buah.

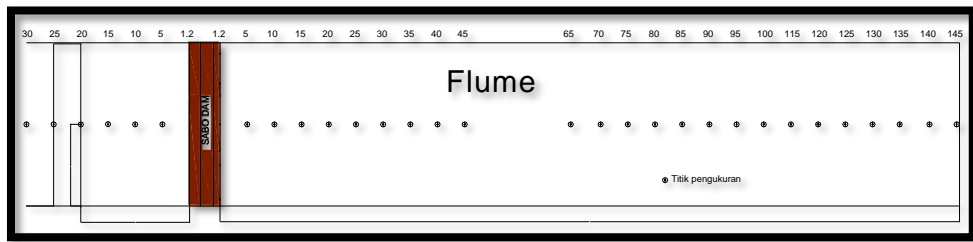
Untuk menginvestigasi perilaku model debris, 4 buah video kamera akan dipasang di sekitar flume. Satu video kamera dipasang di dekat hilir flume untuk merekam aktivitas saat mengukur debit air. Dua video kamera dipasang di sisi kiri dan kanan flume yang berdekatan dengan model sabo dam untuk merekam perilaku model kayu saat tertahan. Satu video kamera diletakkan diatas flume tepatnya di atas model sabo dam guna merekam perilaku model kayu dapat dilihat pada gambar 3.12



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.12 Pengukuran debit dan waktu pengukuran muka air

Pengukuran tinggi muka air akan dilakukan pada arah memanjang dan melintang dengan menggunakan *point gage*. Pengukuran arah memanjang dilakukan pada bagian tengah pada jarak  $y=15$  cm flume atau model fisik melalui dua tahap. Pertama, sepanjang 30 cm dari hilir sabo dam pada jarak 1.5, 5, 10, 15, dan 20 cm ke arah hilir flume atau model fisik sungai dengan ukuran yang telah ditentukan. Kedua pada jarak 1.2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 115, 120, 125, 130, 135, 140 dan 145 cm dari hulu sabo dam ke arah hulu flume atau model fisik sungai dengan ukuran yang telah ditentukan, dapat dilihat pada gambar 3.13



Sumber : Rusyda M.I, 2015b

Gambar 3.13. Sketsa model sabo dam dan flume arah x,y serta letak pengukurannya (cm)

D. Jadwal Eksperimen

Jadwal Eksperimen dapat dilihat pada Tabel 3.4

Table 3.4 Jadwal Eksperimen

No Eks	Hari/Tanggal	Jumlah dan Ukuran Kayu yang di hanyutkan	Debit (cm <sup>2</sup> /s)	Jumlah
		Ukuran 8 (cm)		
1	Senin, 22 Maret 2021	120	50	120
2	Senin, 22 Maret 2021	120	50	120
3	Senin, 22 Maret 2021	120	100	120
4	Rabo, 24 Maret 2021	120	100	120
5	Rabo, 24 Maret 2021	120	150	120
6	Rabo, 24 Maret 2021	120	150	120
7	Senin, 29 Maret 2021	120	160	120
8	Senin, 29 Maret 2021	120	160	120
9	Rabo, 31 Maret 2021	120	200	120
10	Rabo, 31 Maret 2021	120	200	120

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Eksperimen ini dilakukan sebanyak 8 kali dengan panjang kayu 8 cm menggunakan debit 50 cm<sup>2</sup>/s dan 100 cm<sup>2</sup>/s, 150 cm<sup>2</sup>/s, 160 cm<sup>2</sup>/s, 200 cm<sup>2</sup>/s. 2 Eksperimen menggunakan debit 50 cm<sup>2</sup>/s yaitu dengan jumlah total kayu dihanyutkan 120 batang, eksperimen 2 dan 3, jumlah total kayu dihanyutkan 120 batang, eksperimen 4 dan 5 dihanyutkan 120 batang dan eksperimen 7 dan 8

dihanyutkan 120 batang. Dan Eksperimen yang menggunakan debit  $200 \text{ cm}^2/\text{s}$  yaitu eksperimen 9 dan 10 dengan jumlah kayu dihanyutkan 120 batang, semua eksperimen 1 sampai dengan 1 eksperimen 10, yang dihanyutkan 120 batang.

#### 3.2.4 Pelaksanaan Eksperimen

Tahapan-tahapan pelaksanaan eksperimen yaitu :

- a. Merendam semua kayu dengan menggunakan cawan terpisah selama 10-15 menit dengan jumlah kayu sesuai kebutuhan untuk melakukan eksperimen dapat dilihat pada gambar 3.14



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.14 Persiapan Debris Kayu, Perendaman Kayu

- b. Menaikkan flume hingga mencapai kemiringan  $0.06 \text{ m}$ , Proses menaikkan flume dapat dilihat pada gambar 3.15



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.15 Menaikkan flume

- c. Menyusun debris kayu dengan formasi yang telah direncanakan dapat dilihat pada gambar 3.16



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.16 Menyusun Debris Kayu

Penyusunan debris kayu di rencanakan berjarak 6 m dari Sabo Dam. Ada beberapa kemiringan model debris kayu yang diletakkan di dasar flume tidak tetap atau dasar yang bergerak, pada eksperimen ini hanya di modelkan debris kayu kemiringan 45° (Maricar, 2014).

- d. Mengatur posisi kamera di sisi kanan flume (tepat disamping sabo dam) untuk merekam perilaku debris kayu dapat dilihat pada gambar 3.17



Sumber : Laboratorium Hidronka UMMAT, 2021

Gambar 3.17 Penempatan Posisi Kamera

- e. Menghidupkan mesin pompa air, untuk menaikkan air ke flume. Tunggu beberapa menit sampai air yang mengalir di flume stabil dapat dilihat pada gambar 3.18



Sumber :

Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.18 Menghidupkan Pompa Air



- f. Pada saat air menyentuh flume maka hidupkan *Stopwatch* (0 detik) dapat dilihat pada gambar 3.19



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.19 Mulai Penelitian.

- g. Mencatat waktu air mulai dari menyentuh kayu yang telah disusun hingga menyentuh sabo dam.
- .
- h. Mengatur permukaan air yang melewati permukaan sabo dam agar tidak terlalu tinggi hingga mencapai debit yang telah direncanakan yaitu debit  $50 \text{ cm}^2/\text{s}$  dan  $100 \text{ cm}^2/\text{s}$  dapat dilihat pada gambar 3.20



Sumber :

Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.20 Pengaturan Muka Air

- i. Mengukur debit, hingga mencapai kestabilan yang tepat dapat dilihat pada gambar 3.21



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.21 Pengukuran Debit di Hilir Flume

- j. Mengecek kestabilan aliran dengan memperhatikan ketinggian air di flume dan air yang melimpah di atas sabo dam beserta debit air dapat dilihat pada gambar 3.22



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.22 Mengecek Debit

- k. Mengukur permukaan air di atas sabo dam (diukur hanya pada saat  $x = 2,7$  cm (posisi as sabo dam) dan  $y = 5, 10, 15, 20$  cm), terhitung 5 menit setelah air masuk ke flume dapat dilihat pada gambar 3.23



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.23 Pengukuran Permukaan Air

- l. Setelah debit air didapat sesuai yang direncanakan segera dilakukan pengukuran kedalaman air di hulu Sabo dam pada jarak  $y = 15$  cm, pada jarak 1,2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 dan 40 cm dapat dilihat pada Tabel 3.5

Table 3.5 Kedalaman Air di Hulu

	Hulu Sabo Dam		1.5	5	10	15	20	25	30	35	45
	$y[\text{cm}]/x'[\text{cm}]$										
Elevasi Muka Air	Sisi Tepi Kiri	28									
		22,5									
	15										
	Sisi Tepi Kanan	7,5									
		1,2									

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

- m. Pengukuran debit dan kedalaman air sabo dam dilakukan kembali di bagian hilir sabo dam pada  $y=15$  cm, dengan jarak 1.5, 5, 10, 15, dan 20 cm dapat dilihat pada Tabel 3.6

Table 3.6 Kedalaman Air di Hilir

	Hilir Sabo Dam		1.5	5	10	15	20
	$y[\text{cm}]/x'[\text{cm}]$						
Elevasi Muka Air	Sisi Tepi Kiri	28					
		22,5					
		15					
	Sisi Tepi Kanan	7,5					
		1,2					

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

- n. Pengukuran debit dan kedalaman air dilakukan kembali di bagian hulu sabo dam pada jarak 65, 70, 75, 80, 90, 95, 100, 115, 120, 125, 130, 135, 140, 145 cm dapat dilihat pada Tabel 3.7

Table 3.7 Pengukuran Kedalaman Air di Hulu

	Hulu Sabo Dam		65	70	75	80	85	90	95	100	115	120
	$y[\text{cm}]/x'[\text{cm}]$											
Elevasi Muka Air	Sisi Tepi Kiri	28										
		22,5										
		15										
	Sisi Tepi Kanan	7,5										
		1,2										

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

	Hulu Sabo Dam		125	130	135	140	145
	$y[\text{cm}]/x'[\text{cm}]$						
Elevasi Muka Air	Sisi Tepi Kiri	28					
		22,5					
		15					
	Sisi Tepi Kanan	7,5					
		1,2					

Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

- o. Mengambil gambar kondisi debris kayu yang berada pada, hulu, hilir dan Sabo Dam dapat dilihat pada gambar 3.24



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.24 Kondisi debris kayu di Sabo Dam,  
(a) Hulu, (b) sabo dam, (c) hilir

- p. Kemudian hanyutkan/mengangkat Kayu yang tertahan di sabo dam dan mengangkat juga Kayu yang tertahan di dinding flume pada jarak 0 – 5.5 m dari Sabo Dam dapat dilihat pada gambar 3.25



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.25 Kayu yang Tertahan di Dinding flume

- q. Mengecek kembali kestabilan aliran dengan memperhatikan ketinggian air di flume dan air yang melimpah di atas sabo dam beserta debit air dapat dilihat pada gambar 3.26



Sumber : Laboratorium Hidrolika UMMAT, 2021

Gambar 3.26 Pengukuran Permukaan Air

- r. Menghitung jumlah potongan-potongan kayu yang mencapai akhir hilir, tertahan di sabo dam dan jumlah potongan kayu yang tertahan di dinding flume dapat dilihat pada Tabel 3.8

Table 3.8 Jumlah Potongan Kayu yang tertahan di Sabo Dam

Jumlah potongan- Potongan kayu yang tertahan di hulu	Ukuran (cm)
	8
Waktu saat kayu dihanyutkan	

Sumber : Eksperimen di laboratorium UMMAT, 2021

- s. Mengukur elevasi dasar flume tanpa adanya debit air untuk memantau penambahan elevasi dasar flume pada daerah hulu sabo dam dapat dilihat pada Tabel 3.9

Table 3.9 Pengukuran Kedalaman Sedimen Hulu

Elevasi Muka Air	Hulu Sabo Dam		1.5	5	10	15	20	25	30	35	45
	y[cm]/x'[cm]										
	Sisi Tepi Kiri	28									
		22,5									
			15								
	Sisi Tepi Kanan	7,5									
1,2											

Elevasi Muka Air	Hulu Sabo Dam		65	70	75	80	85	125	130	135	140	145
	y[cm]/x'[cm]											
	Sisi Tepi Kiri	28										
		22,5										
			15									
	Sisi Tepi Kanan	7,5										
1,2												

(Sumber : Eksperimen di laboratorium, 2021)