

**SKRIPSI**

**“ANALISIS LAJU DAN VOLUME SEDIMEN AKIBAT  
BANGUNAN SABO DAM 7.6 DI HULU SUNGAI  
JENEBERANG”**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2019**



# FAKULTAS TEKNIK

## GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama Rusli dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2159 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 24 Agustus 2019

Panitia Ujian : Makassar, 6 Jumadil Akhir 1440 H  
26 Agustus 2019 M

#### 1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar  
Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

#### 2. Penguji

- a. Ketua : Dr Ir H. Darwis Panguriseng, M.Si.
- b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT

#### 3. Anggota

- 1. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT
- 2. Ir. Mahmuddin, ST., MT., IPM
- 3. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

Mengetahui :

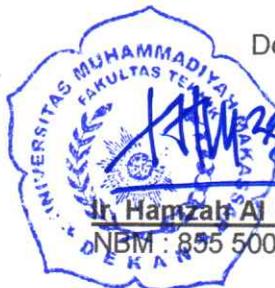
Pembimbing I

Dr. Ir. H. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA.

Pembimbing II

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT IPM

Dekan



Dr. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS LAJU DAN VOLUME SEDIMEN AKIBAT BANGUNAN SABO DAM 7.6 DI HULU SUNGAI JENEBERANG.**

Nama : RUSLI

Stambuk : 105 81 2159 14

Makassar, 26 Agustus 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. H. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA.

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Jurusan Teknik Sipil

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

NBM : 1183 084

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T., karena rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi berjudul "*Analisis Laju Dan Volume Sedimen Akibat Bangunan Sabo Dam 7.6 Di Hulu Sungai Jeneberang*" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Melalui skripsi ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, saran dan petunjuk sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir H. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA Selaku Pembimbing pertama bersama dengan Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, S.T., M.T. Selaku Pembimbing kedua Yang Meluangkan Waktu Membimbing Kami.
5. Kedua Orang tua kami yang selalu memberi dukungan secara moril maupun material dan doa kepada kami.

6. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Pengairan khususnya angkatan Vektor 2014.

Serta semua pihak yang turut membantu penyusunan proposal ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, dengan dukungan dan doa dari kalian akhirnya kami dapat menyelesaikan proposal ini.

Kami menyadari keterbatasan kami sehingga mungkin dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kami menerima saran dan masukan dari pembaca yang sifatnya membangun demi perbaikan studi kami ini.

*“Billahi Fii Sabilill Hak Fastabiqul Khaerat”*

Makassar, ..... 2019

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Batasan Masalah .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Sungai .....	6
1. Sungai Jeneberang .....	7
B. Erosi .....	8
1. Defenisi Erosi .....	8
2. Tipe Erosi .....	10
3. Faktor dan Dampak Erosi .....	10
C. Hidrologi .....	13

1. Hidrologi Sungai .....	13
2. Luas Penampang Basah .....	13
3. Sifat Sifat Aliran .....	14
4. Kecepatan Aliran .....	15
5. Debit Aliran .....	18
<b>D. Sedimen .....</b>	<b>19</b>
1. Defenisi Sedimen .....	19
2. Sedimentasi .....	23
3. Mekanisme Pengangkutan Sedimen .....	25
4. Karakteristik Sedimen .....	27
5. Volume Tampungan .....	29
6. Laju Sedimentasi .....	30
7. Debris Flow .....	31
<b>E. Bangunan Sabo Dam .....</b>	<b>34</b>
1. Sketsa dan Fungsi Sabo Dam .....	35
2. Bangunan Sabo di Bagian Hulu ( <i>upper stream</i> ) Sungai Jeneberang .....	37
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	40
B. Pengambilan Data .....	41
C. Variabel Penelitian .....	42
D. Alat dan Bahan .....	42
1. Alat .....	42

2. Bahan .....	42
E. Prosedur Penelitian .....	43
F. Tahapan Penelitian .....	43
1. Persiapan .....	43
G. Metode Analisis.....	44
H. Bagan Alur Penelitian.....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Perhitungan Karakteristik Sedimen.....	46
1. Perhitungan Diameter Sedimen.....	46
2. Perhitungan Kadar Lumpur.....	49
3. Perhitungan Debit Sedimen.....	50
4. Perhitungan Dengan Penelitian Langsung.....	57
5. Perhitungan Volume Tampungan.....	58
6. Perhitungan Laju Sedimen (Suripin, 2002).....	60
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan.....	62
B. Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>74</b>
<b>DAFTAR DOKUMENTASI.....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1 : Luas Penampang Basah (segiempat).....	13
Persamaan 2 : Luas Penampang Basah (trapezium).....	14
Persamaan 3 : Luas Penampang Basah (segitiga).....	14
Persamaan 4 : Kecepatan Aliran (current meter).....	16
Persamaan 5 : Jumlah Putaran Propeller per detik.....	16
Persamaan 6 : Kecepatan Aliran (PC No.88-51 jika $N < 3,9$ ).....	17
Persamaan 7 : Kecepatan Aliran (PC No. 88-51 jika $N > 3,9$ ).....	17
Persamaan 8 : Kecepatan Aliran (PC No.2-85- jika $N < 0,50$ ).....	17
Persamaan 9 : Kecepatan Aliran (PC No.2-85- jika $N > 0,50$ ).....	17
Persamaan 10 : Debit Aliran.....	18
Persamaan 11 : Konsentrasi Sedimen Melayang.....	29
Persamaan 12 : Luas Alas bangunan Sabo Dam.....	29
Persamaan 13 : Volume Tampungan.....	29
Persamaan 14 : Debit aliran harian.....	30
Persamaan 15 : Debit Sedimen Dasar.....	31
Persamaan 16 : Debit Total Sedimen.....	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Bagan Alir Model Proses Oleh Air .....	9
Gambar 2 : Jarak Kecepatan Maksimum dan efek kekerasan dasar saluran ...	16
Gambar 3 : Distribusi Kecepatan Aliran .....	16
Gambar 4 : Siklus Terjadinya Sedimen .....	21
Gambar 5 : Proses Sedimentasi Normal dan Sidermentasi Dipercepat .....	22
Gambar 6 : Ragam Gerakan Sedimen dalam Air .....	26
Gambar 7 : Bangunan Sabo Dam .....	35
Gambar 8 : Lokasi penempatan Sabo Dam Sungai Jeneberang .....	38
Gambar 9 : Peta Lokasi Penelitian Sabo Dam Sungai Jeneberang .....	40
Gambar 10: Bagan Alur Penelitian .....	45
Gambar 11: Grafik Analisa Saringan Bangunan Sabo Dam 7.6 .....	49
Gambar 12: Grafik Hubungan Antara Kedalaman dan Luas .....	51
Gambar 13: Grafik Hubungan Antara Kedalaman dan Luas .....	52
Gambar 14: Grafik Perbandingan antara kedalaman dan kecepatan di hilir...	54
Gambar 15: Grafik Perbandingan antara kedalaman dan kecepatan di hulu...	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Dampak Erosi Tanah .....	12
Tabel 2 : Klasifikasi ukuran butiran menurut American Geophysical Union .....	33
Tabel 3 : Macam dan Fungsi Bangunan Sabo Dam .....	36
Tabel 4 : Kapasitas bangunan pengendali Sabo Dam di Upper Stream .....	39
Tabel 5 : Hasil Pengujian Analisa Saringan Bangunan Sabo Dam 7.6 .....	47
Tabel 6 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Bangunan Sabo Dam 7.6.....	49
Tabel 7 : Luas Penampang Hilir Bangunan Sabo Dam 7.6 .....	50
Tabel 8 : Luas Penampang Hulu Bangunan Sabo Dam 7.6 .....	51
Tabel 9 : Kecepatan Hilir Bangunan Sabo Dam 7.6 .....	53
Tabel10 : Kecepatan Hulu Bangunan Sabo Dam 7.6 .....	54
Tabel11 : Rekapitulasi Bangunan Sabo Dam 7.6.....	56
Tabel12 : Kapasitas bangunan pengendali Sabo Dam di Upper Stream .....	58

**DAFTAR NOTASI SINGKATAN**

Q	= Debit aliran ( $m^3/s$ )
Q <sub>sm</sub>	= Debit sedimen melayang (ton/tahun)
Q <sub>sd</sub>	= Debit sedimen dasar (ton/tahun)
A	= Luas penampang basah ( $m^2$ )
H	= Kedalaman (m)
B	= Lebar (m)
m	= Kemiringan
r	= Jumlah putaran baling baling currentmeter
t	= Waktu (detik)
N	= Banyaknya putaran propeller per detik
A dan b	= Konstanta yang dapat dari kalibrasi alat
C <sub>s</sub>	= Konsentrasi sedimen melayang (mg/liter)
LA	= Luas alas ( $m^2$ )
Vol	= Volume ( $m^3$ )
a	= Lebar (m)
T	= Tinggi (m)

## BAB I PENDAHUALUAN

### A. Latar Belakang

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir. Sungai juga merupakan sarana yang sangat penting dalam proses pengangkutan sedimen, sungai berfungsi untuk mengalirkan sedimen-sedimen dari hasil erosi yang nantinya akan diteruskan ke laut. Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terangkut oleh aliran dari bagian hulu. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan (*deposition*) dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Sungai-sungai membawa sedimen dalam setiap alirannya. Sedimentasi tersebut menimbulkan pendangkalan badan perairan seperti sungai, waduk, bendungan atau pintu air dan daerah sepanjang sungai, yang dapat menimbulkan banjir.

Bencana sedimen merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di daerah aliran sungai Jeneberang khususnya di daerah Hulu, pada dasarnya kawasan rawan bencana sedimen umumnya memiliki kesuburan yang tinggi sehingga mudah mendapatkan mata pencaharian seperti kawasan sepanjang bantaran sungai, daerah pegunungan, pantai, lembah dan lereng gunung, sehingga senantiasa menggoda manusia secara turun temurun untuk berdomisili pada kawasan tersebut sekalipun mereka menyadari bahwa daerah tersebut rawan bencana.

Banyak upaya - upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk menanggulangi bencana sedimen, salah satunya adalah dengan membangun Sabo Dam. Pembangunan Sabo Dam di bagian hulu dilakukan untuk mengendalikan pergerakan sedimen (*debris flow*). Pengendalian aliran debris di bagian hulu dilakukan dengan membangun sabo dam yang berlokasi paling dekat dengan dinding kaldera gunung Bawakaraeng. Bangunan sabo ini memiliki fungsi utama agar mampu mengantisipasi terjadinya erosi lateral dan tingginya aliran debris yang terjadi.

Pada bagian ini dibangun 7 (tujuh) unit Sabo Dam dengan initial SD 7-1 sampai dengan SD 7-7. Setelah beberapa kali mengalami kerusakan dan perbaikan, akhirnya pada bagian tengah (yang paling lemah) dipasang beton dengan menggunakan metode ISM (*insitu site mixing*) dan CSG (*cemented sand and gravel*).

Sabo Dam 7.6 merupakan Sabo Dam yang selesai dibangun pada tahun 2010 di Hulu Sungai Jeneberang. Sabo Dam ini merupakan Sabo Dam tipe terbuka yang juga berfungsi untuk menghambat aliran debris (aliran debris adalah aliran sungai dengan konsentrasi sedimen tinggi pada sungai dengan kemiringan sangat curam, aliran ini seringkali membawa batu-batu dan batangpohon), sekaligus mencegah gerakan laju sedimen agar tidak membahayakan dan menimbulkan kerugian.

Berdasarkan hasil peninjauan di Lapangan ke adaan Sabo Dam 7.6 sudah mengalami kerusakan berat seperti berkaratnya serta patahnya

besi pada bangunan sabo dam yang disebabkan karena pergeseran tumpukan sedimen yang tak kunjung di keruk. Akibat dari tumpukan sedimen itupun mempengaruhi aliran sedimen laju sedimen yang terjadi di Hulu sungai Jeneberang.

#### **B. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana laju sedimen yang terjadi bangunan Sabo Dam 7.6 ?
2. Bagaimana besar volume sedimen yang tertampung di bangunan Sabo Dam 7.6 ?

#### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. laju sedimen yang terjadi di bangunan Sabo Dam 7.6
2. Menghitung besar volume sedimen yang tertampung di bangunan Sabo Dam 7.6

#### **D. Batasan Masalah**

Dengan memperhatikan latar belakang, maka batasan – batasan dan asumsi awal antara lain .

1. Penelitian ini di fokuskan pada laju sedimen yang terjadi pada bangunan sabo dam 7.6 sungai jeneberang.
2. Penelitian ini juga menghitung volume angkutan sedimen.
3. Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian jenis tanah
4. Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian tentan gerosi
5. Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian tentan galiran debris

6. Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian tentang hidrologi

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

##### **1. Manfaat teoritis**

Untuk mengetahui sedimen dan laju aliran sedimen serta kondisi yang terjadi pada bangunan Sabo Dam 7.6 di Hulu Sungai Jeneberang.

##### **2. Manfaat praktis**

Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan manfaat sebagai bahan informasi dan tambahan pengetahuan bagi mahasiswa jurusan teknik sipil pengairan pada khususnya serta mahasiswa jurusan lain pada umumnya mengenai sedimen, laju aliran sedimen, dan bangunan pengendali sedimen Sabo Dam 7.6

#### **F. Sistematika Penulisan.**

Guna memperjelas dan mempermudah bagi pembaca dalam memahami atau mengkajikan dengan skripsi ini, perlu disusun sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

Bagian awal skripsi terdiri dari halaman judul, halaman pengesahan, sari, motto dan persembahan, kata pengantar dan berbagai daftar meliputi daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar lampiran, daftar notasi, dan daftar surat keterangan.

Bagian isi skripsi terdiri dari 5 (lima) bab, yang meliputi:

**BAB I PENDAHULUAN** merupakan bab pendahuluan dari tulisan ini, yang berisi latar belakang studi, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, batasan masalah yang diangkat, manfaat penelitian dan sistematika penulisan berupa gambaran singkat dari tiap-tiap bab yang ada di dalam tulisan ini.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** dalam bab ini akan diberikan uraian secara teoritis tentang sungai, bangunan Sabo Dam, karakteristik sedimen, hidrolika aliran, sedimentasi, volume tampungan bangunan Sabo Dam.

**BAB III METODE PENELITIAN** menguraikan lokasi dan waktu penelitian, tahapan penelitian, dan metode penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** menjelaskan hasil analisa penelitian yang di peroleh dari lapangan dan laboratorium .

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN** bab ini merupakan penutup dari keseluruhan penulisan dengan berisikan kesimpulan yang didapatkan dari studi yang dilakukan dan saran untuk bahan referensi pelaksanaan studi selanjutnya atau yang serupa.

Bagian akhir skripsi terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.

## 1. Sungai Jeneberang

Sungai Jeneberang adalah salah satu sungai di Sulawesi Selatan yang tergolong kritis dan merupakan salah satu sungai yang mengalirkan airnya di Kota Makassar, genangan air yang terbesar di kota Makassar terjadi pada tahun 1996 yang meliputi 2/3 wilayah Kota Makassar terendam air. Kejadian tersebut adalah merupakan salah satu alasan pembangunan waduk Bili-Bili yang telah beroperasi sejak tahun 1998. Sungai Jeneberang sendiri memiliki hulu sungai disekitar pegunungan Lompobattang dengan puncak tertinggi adalah Gunung Bawakaraeng. Longsor di hulu DAS Jeneberang adalah merupakan longsor dinding kaldera Gunung Bawakaraeng. Sehubungan dengan hal itu maka di pandang perlu dilakukan penelitian mengenai sedimentasi yang terjadi di sungai Jeneberang tersebut (Massinai, dkk. 2011).

Kondisi geologi DAS Jeneberang di dominasi oleh endapan aluvial sungai, danau dan pantai (Qac). Aluvium ini menempati di sepanjang sungai induk Jeneberang sampai terhampar di bagian hilir DAS dan di sepanjang pantai (Massinai, dkk. 2011 ).

## B. Erosi

### 1. Definisi Erosi

Erosi adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik di sebabkan oleh pergerakan air maupun angin (Suripin 2004). Erosi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*), bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi (Asdak, 1995).

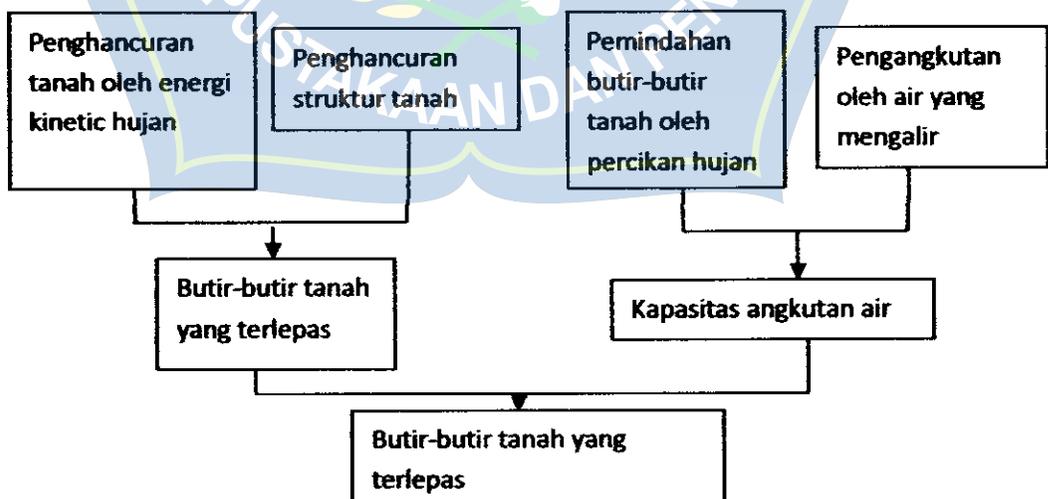
Di Daerah-Daerah tropis yang lembab seperti di Indonesia maka air merupakan penyebab utama terjadinya erosi, Erosi tanah yang di sebabkan oleh air meliputi 3 tahap (Suripin, 2004).

- a. Tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah.
- b. Tahap pengangkutan oleh media yang tererosi seperti aliran air dan angin.
- c. Tahap pengendapan, pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak cukup lagi untuk mengangkut partikel.

Menurut Suripin (2004 ), Berdasarkan bentuknya erosi dibedakan menjadi 7 tipe, diantaranya yaitu:

- a. Erosi percikan adalah terlepas atau terlemparnya partikel-partikel tanah dari massa tanah akibat pukulan butiran air hujan secara langsung.
- b. Erosi aliran permukaan (*overland flow erosion*) akan terjadi jika intensitas atau lamanya hujan melebihi kapasitas infiltrasi atau kapasitas simpan air tanah.

- c. Erosi alur (*rill erosion*) adalah pengelupasan yang di ikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam saluran-saluran air.
- d. Erosi parit/selokan (*gully erosion*) membentuk jajaran parit yang lebih dalam dan lebar dan merupakan tingkat lanjutan dari erosi alur.
- e. Erosi tebing sungai (*streambank erosion*) adalah erosi yang terjadi akibat pengikisan tebing oleh air yang mengalir dari bagian atas tebing atau oleh terjangan arus sungai yang kuat terutama pada tikungan-tikungan.
- f. Erosi enternal (*internal of subsurface erosion*) adalah proses terangkatnya partikel partikel tanah ke bawah masuk ke celah celah atau pori pori akibat adanya aliran bawah permukaan.
- g. Tanah longsor (*land slide*) merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan massa tanah yang terjadi pada suatu saat dalam volume yang relative besar



Gambar 1 bagan alir model proses oleh air.  
(sumber ; Suripin, 2004 )

## 2. Tipe Erosi

Menurut Asdak (2004), proses erosi terdiri atas tiga bagian yang berurutan: pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*). Beberapa tipe erosi yang ditemukan untuk daerah tropis adalah:

- 1) Erosi percikan (*flash erosion*), yaitu proses terkelupasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau air lolos.
- 2) Erosi permukaan (*sheet erosion*), yaitu erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air aliran (*run off*).
- 3) Erosi alur (*rill erosion*), yaitu pengelupasan yang diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh air aliran yang terkonsentrasi di dalam saluran air.
- 4) Erosi parit (*gully erosion*), yaitu erosi yang membentuk jajaran parit yang lebih dalam dan lebar serta merupakan lanjutan dari erosi alur.
- 5) Erosi tebing (*streambank erosion*), yaitu pengikisan tanah pada tebing-tebing sungai dan penggerusan dasar sungai oleh aliran air sungai.

## 3. Faktor dan Dampak Erosi

Arsyad (2006), Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya erosi adalah iklim, tanah, topografi, vegetasi dan pengelolaan. Faktor iklim yang besar pengaruhnya adalah hujan yang melalui tenaga kinetiknya

menghancurkan partikel-partikel tanah dan kontribusinya terhadap aliran permukaan. Faktor tanah meliputi tekstur, struktur, infiltrasi dan kandungan bahan organik. Faktor topografi umumnya dinyatakan dalam kemiringan dan panjang lereng. Erosi akan meningkat dengan semakin besarnya kemiringan dan panjang lereng. Pengaruh vegetasi penutup lahan terhadap erosi adalah melindungi permukaan tanah dari tumbukan air hujan, menurunkan kecepatan dan volume run off, menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan serasa yang dihasilkan, serta mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air.

Menurut Arsyad (2006), beberapa dampak erosi di tempat kejadian erosi (*on-site*) yaitu antara lain :

1. kehilangan unsur hara dan kerusakan struktur tanah;
2. kemerosotan produktivitas tanah atau bahkan menjadi tidak dapat dipergunakan untuk berproduksi;
3. kerusakan bangunan konservasi dan bangunan lainnya; dan
4. pemiskinan petani. Sedangkan dampak yang terjadi di luar tempat kejadian

Tabel 1. Dampak Erosi Tanah

Dampak	Dampak di tempat kejadian erosi	Dampak diluar tempat kejadian erosi
Langsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kehilangan lapisan tanah yang baik bagi berjangkarnya akar tanaman</li> <li>b. Kehilangan unsur hara dan kerusakan struktur tanah</li> <li>c. Peningkatan penggunaan energi untuk produksi</li> <li>d. Kemerosotan produktifitas tanah atau bahkan menjadi tidak dapat dipergunakan untuk berproduksi</li> <li>e. Kerusakan bangunan konservasi dan bangunan lainnya</li> <li>f. Pemiskinan petani penggarap/ pemilik tana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pelumpuran dan pendangkalan waduk, sungai, saluran dan badan air lainnya</li> <li>b. Tertimbunnya lahan pertanian, jalan dan bangunan lainnya</li> <li>c. Menghilangkan mata air dan memburuknya kualitas air</li> <li>d. Kerusakan ekosistem perairan (tempat bertelur ikan, terumbu karang dan sebagainya)</li> <li>e. Kehilangan nyawa dan harta oleh banjir</li> <li>f. Meningkatnya frekuensi dan masa kekeringan</li> </ul>
Tidak langsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Berkurangnya alternatif penggunaan tanah</li> <li>b. Timbulnya dorongan/tekanan untuk membuka lahan baru</li> <li>c. Timbulnya keperluan akan perbaikan lahan dan bangunan yang rusak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kerugian oleh berkurangnya umur waduk</li> <li>b. Meningkatnya frekuensi dan besarnya banjir</li> </ul>

Sumber : Arsyad (2006)

## C. Hidrologi

### 1. Hidrolika Sungai

Menurut Chow (1992), Bahwa Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka, menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran buatan Saluran alami meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari selokan kecil di pegunungan, kali, sungai besar sampai ke muara sungai, dan aliran air di bawah tanah dengan permukaan bebas.

Sifat-sifat hidrolika saluran alam biasanya sangat tidak menentu, Dalam beberapa hal dapat dibuat anggapan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengalaman sesungguhnya, sehingga aliran pada saluran ini dapat diterima untuk menyelesaikan analisa hidrolika teoritis. Studi selanjutnya tentang perilaku aliran pada saluran alam memerlukan pengetahuan dalam bidang lain, seperti hidrologi, geomorfologi, angkutan sedimen dan sebagainya, Hal ini merupakan ilmu tersendiri yang disebut hidrolika sungai. (Chow,1992).

### 2. Luas Penampang Basah

Menurut (Chow, 1959), Luas penampang basah adalah luas penampang melintang aliran yang tegak lurus arah aliran. Adapun beberapa rumus luas penampang basah, sesuai dengan bentuknya :

#### 1) Penampang segiempat

$$A = b \times h \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$

$b = \text{Lebar (m)}$

$h = \text{Kedalaman (m)}$

## 2) Penampang Trapesium

$$A = b.h + m.h^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$

$b = \text{Lebar (m)}$

$h = \text{Kedalaman (m)}$

$m = \text{Kemiringan}$

## 3) Penampang Segitiga

$$A = m.h^2 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

$m = \text{Kemiringan}$

$h = \text{Kedalaman (m)}$

## 3. Sifat-sifat Aliran

### 1) Aliran Seragam dan tak seragam

Aliran saluran terbuka dikatakan seragam apabila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tetap dan tidak tetap tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Sedangkan aliran disebut berubah (*varied*), bila kedalaman aliran berubah di sepanjang saluran. Aliran berubah tetap maupun tak tetap (Chow, 1992).

## 2) Aliran Laminer dan Turbulen

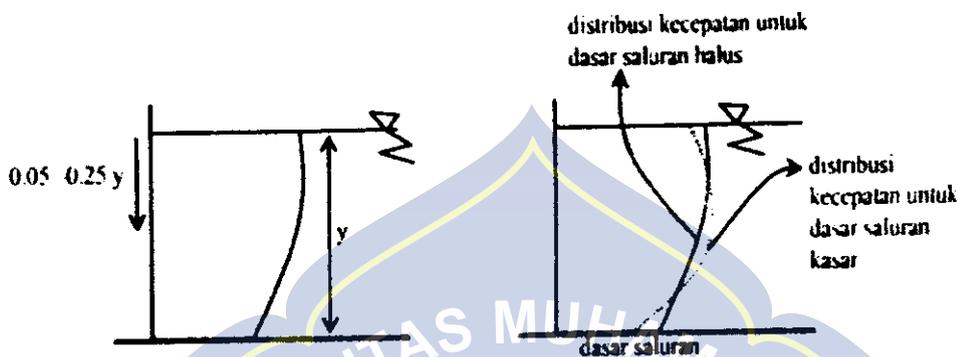
Aliran adalah laminer bila gaya kekentalan relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku cairan, Dalam aliran laminer butir-butir air seolah-olah bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur dan lurus dan selapis cairan yang sangat tipis seperti menggelincir diatas lapisan disebelahnya. Sedangkan aliran turbulen adalah bila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya kelebamannya. Pada aliran turbulen, butir-butir aliran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun tidak tetap, walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan (Chow,1992).

## 4. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air juga akibat gaya gesekan pada dinding saluran (dasar maupun tebing saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Chow 1959).

Selanjutnya Chow (1959), mengatakan bahwa kecepatan maksimum umumnya terjadi pada jarak 0,05 sampai 0,25 dikalikan kedalaman airnya dihitung dari permukaan air seperti pada gambar (2.4.a). Namun pada sungai yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maksimum terjadi pada permukaan air (Robert. J Kodatie, 2009). Makin sempit saluran kecepatan maximumnya

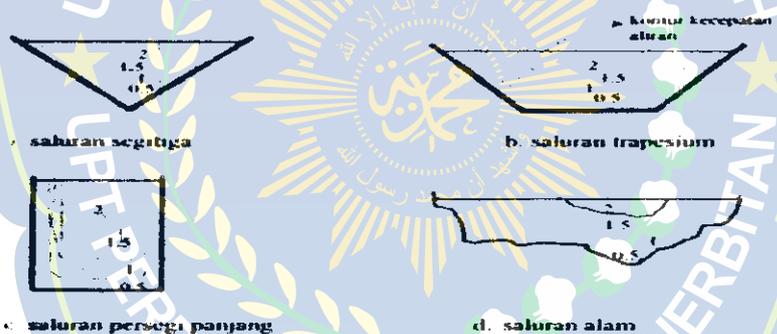
makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi distribusi kecepatan seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



a. Jarak kecepatan air maksimum

b. efek kekasaran dasar saluran pada distribusi kecepatan vertikal

Gambar 2. Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran  
 Sumber :Addison. 1944;Chow. 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009



Gambar 3. Distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk saluran  
 (Chow, 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009)

Current Meter Kecepatan aliran ( $V$ ) didapat dari pengukuran current meter (tipe propeller atau tipe prise). Hubungan antara putaran per detik ( $N$ ) dari alat ukur ini dengan kecepatan air dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$V = a (N) + b \dots\dots\dots (4)$$

$$N = \frac{r}{t} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

a dan b = Konstanta yang didapat dari kalibrasi alat;

N = Banyaknya putaran propeller per detik.

r = Jumlah putaran baling-baling current meter

t = Waktu (detik)

Alat ini dilengkapi penghitung elektronik yang menunjukkan putaran baling-baling. Dengan adanya kalibrasi, maka alat ini dapat langsung digunakan dimana banyaknya putaran perdetik dicatat dalam alat dan tinggal masukkan dalam rumus (tidak perlu mencari luas penampang basah dari saluran).

Rumus kecepatan aliran dapat diketahui sesuai dengan tipe oss current meter yang digunakan.

1) PC. No. 88 – 51, jika :

$$N < 3,9 \text{ maka } V = 0,0593 N + 0,0131 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots (6)$$

$$N > 3,19 \text{ maka } V = 0,0526 N + 0,0345 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots (7)$$

2) PC. No. 2-85-11, jika :

$$N < 0,50 \text{ maka } V = 0,4533 N + 0,0106 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots (8)$$

$$N > 0,50 \text{ maka } V = 0,4905 N + 0,008 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots (9)$$

## 5. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/det$ ) (Chay Asdak, 2014).

Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat kategori (Chay Asdak, 2014):

- 1) Pengukuran volume air sungai.
- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:

$$(Q=V \times A) \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

Q = debit aliran ( $m^3/det$ )

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang ( $m^2$ )

- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
- 4) Pengukuran debit dengan dengan membuat bangunan pengukur seperti *weir* (aliran air lambat) atau *flume* (aliran air cepat)

## **D. Sedimen**

### **1. Defenisi Sedimen**

Hasil sedimen biasanya di peroleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*Suspended Sedimen*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk/sungai, dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, organic yang di transforkan dari berbagai sumber dan di endapkan oleh media udara, angin,es, atau oleh air dan juda termasuk di dalamnya material yang di endapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 1995).

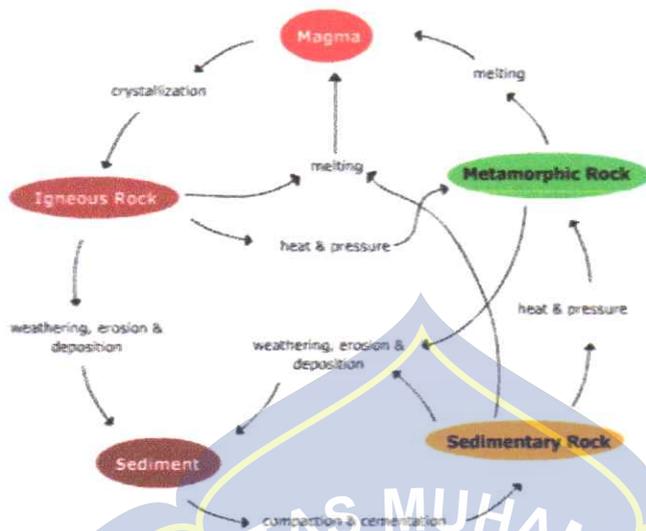
Sedangkan menurut (Arsyad Sitanala, 2010) sedimen yang di hasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan di endapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi, yaitu proses yang bertanggung jawab atas terbentuknya dataran-dataran alluvial yang luas dan banyak terdapat di dunia, merupakan suatu keuntungan oleh karena dapat memberikan lahan untuk perluasan pertanian atau permukiman.

menurut Suripin (2002), Bahwa Sedimentasi dan erosi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terdapat di tempat lain

Terjadinya erosi dan sedimentasi menurut Suripin (2002), tergantung dari beberapa faktor yaitu karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal, dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai. Sejumlah bahan erosi yang dapat mengalami secara penuh dari sumbernya hingga mencapai titik kontrol dinamakan hasil sedimen (*sediment yield*).

Hasil sedimen tersebut dinyatakan dalam satuan berat (ton) atau satuan volume (m<sup>3</sup>) dan juga merupakan fungsi luas daerah pengaliran. Dapat juga dikatakan hasil sedimen adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu (Asdak C, 2007).

sedimentasi adalah proses mengendapnya material fragmental oleh air sebagai akibat dari adanya erosi. Proses mengendapnya material tersebut yaitu proses terkumpulnya butir-butir tanah yang terjadi karena kecepatan aliran air yang mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*). Proses sedimentasi dapat terjadi pada lahanlahan pertanian maupun di sepanjang dasar sungai, dasar waduk, muara dan sebagainya (Asdak, 1995).



Gambar 4. Siklus Terjadinya Sedimen  
(Sumber : Tambanga, 2008)

Menurut Asdak (1995), Berdasarkan proses terjadinya erosi tanah dan proses sedimentasi, maka proses terjadinya sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu: Proses sedimentasi secara geologis (*Normal*) ; yaitu

a. Proses erosi tanah dan sedimentasi yang berjalan secara normal atau berlangsung secara geologi, artinya proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batas-batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan agradasi pada permukaan kulit bumi akibat pelapukan.

b. Proses sedimentasi dipercepat ; yaitu

proses terjadinya sedimentasi yang menyimpang dari proses secara geologi dan berlangsung dalam waktu yang cepat, bersifat merusak atau merugikan dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau

kelestarian lingkungan hidup, Kejadian tersebut biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia dalam mengolah tanah, Cara mengolah tanah yang salah dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi yang tinggi.



Gambar 5 : Proses Sedimentasi Normal dan Sedimentasi dipercepat  
(Sumber : [swwtc.wsu.edu](http://swwtc.wsu.edu), 2000)

Menurut Soemarto (1999), sebagai akibat dari adanya erosi, sedimentasi memberikan beberapa dampak, yaitu:

1. Di sungai

Pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian mengakibatkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir.

2. Di saluran

Jika saluran irigasi dialiri air yang penuh sedimen, maka akan terjadi pengendapan sedimen di saluran, Tentu akan diperlukan biaya yang cukup besar untuk pengerukan sedimen tersebut dan pada keadaan

tertentu pelaksanaan pengerukan menyebabkan terhentinya operasi saluran.

### 3. Di waduk

Pengendapan sedimen di waduk akan mengurangi volume efektif waduk yang berdampak terhadap berkurangnya umur rencana waduk.

### 4. Di bendung atau pintu-pintu air

Pengendapan sedimen mengakibatkan pintu air kesulitan dalam mengoperasikan pintunya, mengganggu aliran air yang lewat melalui bendung atau pintu air, dan akan terjadi bahaya penggerusan terhadap bagian hilir bangunan jika beban sedimen di sungai berkurang karena telah mengendap di bagian hulu bendung, sehingga dapat mengakibatkan terangkutnya material alas sungai.

## 2. Sedimentasi

Tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi. (Arsyad, 2010).

Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding

bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Arsyad, 2010).

Faktor-faktor yang mempengaruhi Sedimentasi (Komariah, 2014), adalah:

1. Jumlah dan intensitas hujan

Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat mungkin juga hanya menyebabkan sedikit erosi karena jumlah hujannya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan keduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi dan mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang tinggi juga.

2. Formasi geologi dan tanah

Tanah yang mempunyai nilai erodibilitas tinggi berarti tanah tersebut peka atau mudah tererosi, sebaliknya tanah dengan erodibilitas rendah berarti tanah tersebut resisten atau tahan terhadap erosi

3. Tata guna lahan

Dengan adanya penggunaan lahan, seperti penanaman tanaman di sekitar Daerah Aliran Sungai DAS dengan tata gunanya terganggu atau rusak, maka akan mengurangi kapasitas infiltrasi, sehingga dengan demikian aliran permukaan akan meningkat dan dapat menimbulkan erosi yang menyebabkan adanya sedimentasi

#### 4. Erosi di bagian hulu

Erosi merupakan faktor yang mempengaruhi sedimentasi karena sedimentasi merupakan akibat lanjut dari erosi itu sendiri

#### 5. Topografi

Tampakan rupa bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, kerapatan parit atau saluran dan bentuk cekungan mempunyai pengaruh pada sedimentasi.

### 3. Mekanisme Pengangkutan Sedimen

Menurut Aditya (2003), Bahwa Mekanisme pengangkutan butir-butir tanah yang dibawa dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

#### a. *Wash Load Movement*

Butir-butir tanah yang sangat halus berupa lumpur yang bergerak bersama-sama dalam aliran air, konsentrasi sedimen merata di semua bagian pengaliran. Bahan *wash load* berasal dari pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas berupa debu-debu halus selama musim kering. Debu halus ini selanjutnya dibawa masuk ke saluran atau sungai baik oleh angin maupun oleh air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan yang lain.

#### b. *Suspended Load Movement*

Butir-butir tanah bergerak melayang dalam aliran air. Gerakan butir-butir tanah ini terus menerus dikompresir oleh gerak turbulensi aliran

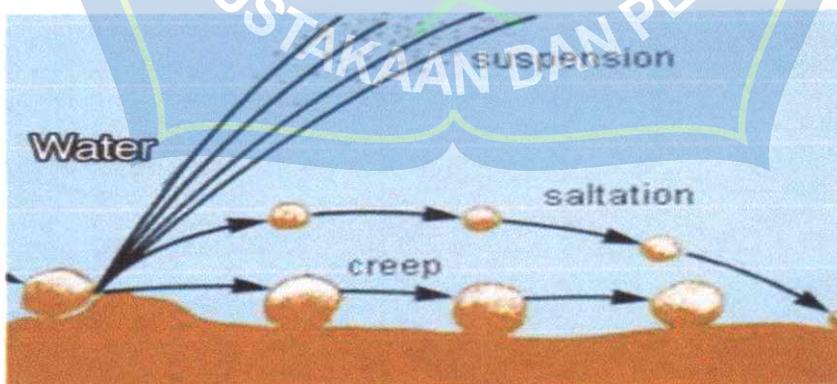
sehingga butir-butir tanah bergerak melayang di atas saluran. Bahan *suspended load* terjadi dari pasir halus yang bergerak akibat pengaruh turbulensi aliran, debit, dan kecepatan aliran. Semakin besar debit, maka semakin besar pula angkutan *suspended load*.

c. *Saltation Load Movement*

Pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan *suspended load* dan *bed load*. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus meloncat (*skip*) dan melambung (*bounce*) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran. Bahan-bahan *saltation load* terdiri dari pasir halus sampai dengan pasir kasar.

d. *Bed Load Movement*

Merupakan angkutan butir-butir tanah berupa pasir kasar (*coarse sand*) yang bergerak secara menggelinding (*rolling*), mendorong dan menggeser (*pushing and sliding*) terus-menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (*drag force*) aliran yang bekerja di atas butir-butir tanah yang bergerak.



Gambar 6. Ragam Gerakan Sedimen dalam Air  
(Sumber : Aditya, 2003)

Menurut Aditya (2003), Bahwa Pada saluran terbuka, aliran air akan memiliki suatu permukaan bebas yang berkaitan langsung dengan parameter-parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradien dan geometri saluran, Tipe aliran pada saluran terbuka yaitu ;

1. Aliran Permanen (*Steady Flow*)
2. Aliran Tidak Permanen (*Unsteady Flow*)
3. Aliran Merata (*Uniform Flow*)
4. Aliran Tidak Merata (*Non Uniform Flow*)

#### **4. Karakteristik Sedimen**

Kata sedimen berasal dari bahasa latin "*Sedimentum*" yang artinya "Pengendapan" (Friedman 1978). Terkait dengan kata sedimen, Rifardi (2008) mendefinisikan Sedimen sebagai proses terbentuknya endapan dari partikel – partikel yang terbawa oleh air, angin, es maupun gletser. Partikel sedimen ini biasanya merupakan material yang berasal dari hasil pelapukan batuan dan pengikisan permukaan bumi.

Menurut Friedman (1978), mengatakan sedimen adalah kerak bumi yang ditransformasikan dari suatu tempat ketempat lain baik secara vertical maupun secara horizontal.

Siswanto (2007), Mendefinisikan sedimen sebagai sekumpulan rombakan material (batuan, mineral dan bahan organik) dengan ukuran butiran tertentu, Ukuran Partikel Sedimen Ukuran partikel merupakan karakteristik sedimen yang dapat di ukur secara nyata.

Abdul Ghani, dkk. (2012) menggunakan klasifikasi berdasarkan standar U.S. Army Corps Engineer (USACE) untuk analisa saringan sampel sedimen, Syahrul Purnawan, dkk. (2001) menggunakan teknik analisis penyaringan dengan metode ayakan basah yang menggunakan saringan sedimen bertingkat dengan diameter berbeda-beda.

Tabel 2. Klasifikasi ukuran butiran menurut American Geophysical Union

Interval/range (mm)	Nama	Interval/range (mm)	Nama
4096 - 2048	Batu sangat besar ( <i>Very Large Boulders</i> )	1/2-1/4	Pasir sedang ( <i>Medium Sand</i> )
2048 - 1024	Batu besar ( <i>Large Boulders</i> )	1/4-1/8	Pasir halus ( <i>Fine Sand</i> )
1024 - 512	Batu sedang ( <i>Medium Boulders</i> )	1/8-1/16	Pasir sangat halus ( <i>Very Fine Sand</i> )
512 - 256	Batu kecil ( <i>Small Boulders</i> )	1/16-1/32	Lumpur kasar ( <i>Coarse Silt</i> )
256 - 128	Kerakal besar ( <i>Large Cobbles</i> )	1/32-1/64	Lumpur sedang ( <i>Medium Silt</i> )
128 - 64	Kerakal kecil ( <i>Small Cobbles</i> )	1/64-1/128	Lumpur halus ( <i>Fine Silt</i> )
64 - 32	Kerikil sangat besar ( <i>Very Coarse Gravel</i> )	1/128-1/256	Lumpur sangat halus ( <i>Very Fine Silt</i> )
32 - 16	Kerikil kasar ( <i>Coarse Gravel</i> )	1/256-1/512	Lempung kasar ( <i>Course Clay</i> )
16 - 8	Kerikil sedang ( <i>Medium Gravel</i> )	1/512-1/1024	Lempung sedang ( <i>Medium Clay</i> )
8 - 4	Kerikil halus ( <i>Fine Gravel</i> )	1/1024-1/2048	Lempung halus ( <i>Fine Clay</i> )
4 - 2 halus	Kerikil sangat halus ( <i>Very Fine Gravel</i> )	1/2048-1/4096	Lempung sangat halus ( <i>Very Fine Clay</i> )
2 - 1	Pasir sangat kasar ( <i>Very Coarse Sand</i> )		Koloid
1 - 12	Pasir kasar ( <i>Coarse Sand</i> )		

Sumber : Garde dan Raju, (1985).

Konsentrasi sedimen ( $C_s$ ) adalah banyaknya sedimen yang tersuspensi dalam volume air tertentu. Pengukuran dilakukan dengan cara mengambil sampel/ccontoh air dan membawa ke laboratorium untuk dapat diketahui konsentrasi sedimen dalam satuan ppm (*part per million*) atau mg/liter (Supangat,2014).

Perhitungan konsentrasi sedimen ( $C_s$ ) dengan rumus yang digunakan persamaan yaitu :

$$C_s = \frac{W_s}{W_{total}} \dots \dots \dots$$

(11)

Dimana :

$C_s$  = Konsentrasi SedimenMelayang

$W_s$  = Berat Kadar Lumpur

$W_{total}$  = Air + Berat Kadar Lumpur

## 5. Volume Tampungan

Berdasarkan data Penulis BBWS Pompengan Jeneberang menghitung volume tampungan berdasarkan garis kontur, dimulai dari garis kontur paling bawah sampai kontur teratas yang menjadi tampungan air pada kondisi normal maupun banjir. Dengan garis kontur yang berupa polygon tertutup, dengan software card dapat dihitung luasnya. Bila ada pulau atau gundukan maka luasnya dikurangi dengan luas dari kontur yang elevasinya sama dari pulau atau gundukan tersebut.

Berdasar daftar elevasi dan luas dapat dihitung volume ruang dengan rumus prisma segitiga sebagai berikut :

$$LA = \frac{1}{2} \times a \times t \dots\dots\dots (12)$$

$$Vol = LA \times Tprisma \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

LA = Luas alas ( $m^2$ )

Vol= Volume ( $m^3$ )

a = Lebar (m)

t = Tinggi (m)

## 6. Laju Sedimentasi

Menurut Syamsuddin Aris (2016), Laju sedimentasi adalah jumlah hasil sedimen per satuan luas daerah tangkapan air (DTA) atau daerah aliran sungai (DAS) per satuan waktu (dalam satuan ton/ha/th atau mm/th)

Faktor yang menentukan laju sedimentasi, antara lain :

- 1) Jumlah dan intensitas hujan
- 2) Tipe tanah dan formasi geologi
- 3) Penutupan tanah
- 4) Penggunaan lahan
- 5) Topografi
- 6) Kondisi drainasi alami yang meliputi: bentuk, jaringan, kerapatan, gradien, ukuran, dan arah
- 7) Runoff
- 8) Karakteristik sedimen, seperti ukuran butir dan mineralogi; dan
- 9) Karakteristik hidrolika saluran (sungai)

Perhitungan besarnya debit sedimen harian menurut Suripin (2002), dihitung dengan rumus :

$$Q_{sm} = 0,0864 C_s Q_w \dots\dots\dots (14)$$

$$Q_{sd} = 65\% \times Q_{sm} \dots\dots\dots (15)$$

$$Q_{total} = Q_{sm} \times Q_{sd} \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

$Q_{sm}$  = Debit sedimen melayang (ton/hari)

$Q_w$  = Debit aliran harian ( $m^3/det$ )

$C_s$  = Konsentrasi sedimen layang (mg/ltr)

$Q_{sd}$  = Debit sedimen dasar (ton/hari)

$0,0864$  = Konversi satuan dari  $kg/sekke$  ton/hari  
 $= 60 \times 60 \times 24 \times 365$  (ton/hari)

## 7. Debris Flow

### 1) Defenisi Debris Flow (Aliran Debris)

Menurut Udiana (2011), Bahwa Aliran debris adalah suatu fenomena dari gerakan sedimen yang berada di tebing gunung atau pada lembah dengan kemiringan lebih dari  $15^\circ$  dan disebabkan oleh hujan di daerah torrent atau akibat salju. Aliran air yang bercampur batu, tanah, pasir dan batang kayu mengalir dengan kecepatan tinggi dan mempunyai daya rusak yang besar.

kecepatan aliran debris dengan sedimen material kasar mempunyai kecepatan antara 2 – 20 m/dtk. Dengan kekuatan dan kecepatan yang demikian, aliran ini mampu mengangkat bongkah – bongkah batu besar

dan mampu menggeser konstruksi jembatan dan permukiman yang dilaluinya, Bencana aliran debris sangat berbahaya dapat merusak rumah, sawah, jalan dan bangunan lain bahkan menghilangkan jiwa manusia. Meskipun berbagai cara komputer telah diterapkan pada penelitian gerakan tanah, pada saat ini belum dapat diperoleh cara setepat-tepatnya yang dapat memenuhi persyaratan untuk keperluan pelaksanaan bangunan teknik. Untuk lingkungan yang lebih longgar, pada dasarnya masalah peramalan gerakan tanah didekati dengan memanfaatkan gagasan (Udiana 2011).

2. Menurut Udiana (2011), Sumber Aliran Debris yaitu :

a) Hujan yang deras

Pada waktu musim hujan dengan hujan yang deras di daerah hulu, akan terjadi pula aliran yang besar dan akan membawa atau mengangkut rombakan dari longsor tersebut ke daerah yang lebih rendah/hilirnya. Yang patut diwaspadai pada kondisi ini adalah apabila musim hujan, curah hujan 70 mm/jam, jika ada gejala-gejala seperti : hujan turun, tetapi air sungai surut dan ada beberapa batang pohon dan kayu yang hanyut di sungai.

b) Longsoran

Terjadinya longsor-longsoran pada tebing yang terjal (misalnya tebing-tebing sungai yang terjal), sehingga terjadi pembendungan pada sungai, yang merupakan kolam/empang. Akibat hujan, tekanan air terus bertambah, maka akan mengakibatkan terjadinya limpas atau bobol, bila

pembendungan tersebut tidak kuat menahan air (tekanan air), sehingga terjadi banjir bersama-sama rombakan tersebut.

c) Letusan gunung berapi

Indonesia terletak pada deretan zona vulkanik aktif Trans Asiatik dan Sirkum Pasifik yang merupakan sumber bencana alam aliran debris. Adanya aktivitas gunung berapi menyebabkan timbunan bebatuan dan tanah di atas gunung menjadi runtuh dan akan terus turun bersama air hujan melalui aliran sungai dan menjadi aliran debris. Terjadinya letusan gunung api, magma yang keluar dari kepundan/kawahnya merupakan rombakan batuan-batuan, sehingga terjadi akumulasi rombakan di daerah hulu. Bila terjadi hujan di daerah timbunan atau sebelah hulunya dan tergantung besar kecilnya curah hujan tersebut, maka akan terjadi proses gerakan debris/rombakan.

d) Gempa bumi

Gempa bumi dapat disebabkan oleh kegiatan gunung api dan gerakan patahan bumi. Adanya gempa bumi menyebabkan tanah bergetar, sehingga timbunan bebatuan dan tanah di atas gunung menjadi runtuh dan akan terus turun bersama air hujan melalui aliran sungai dan menjadi aliran debris. Aliran debris disebabkan oleh pengaliran air yang berlangsung pada permukaan lapisan endapan pada dasar sungai dalam bentuk transport kolektif yang mengalir karena tenaga sedimen dan umumnya suatu aliran yang mempunyai sungai kurang dari orde tiga (orde

pertama dan orde kedua) dengan kemiringan dasar sungai lebih curam dari 1/30.

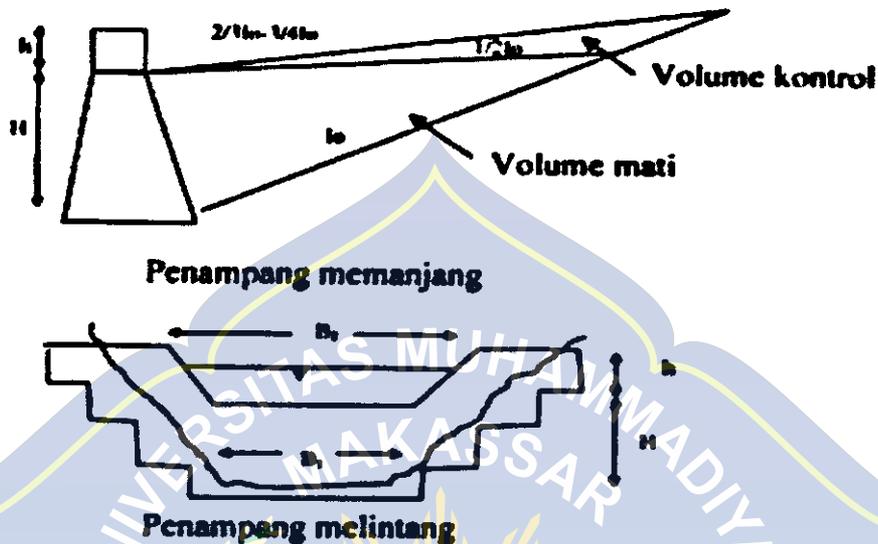
### **E. Bangunan Sabo Dam**

Sabo Dam adalah salah satu bagian dari bangunan penanggulangan sedimen yang bekerja dalam suatu system "Sabo works". Adapun tujuan dari "Sabo works" pada suatu daerah tangkapan sungai adalah untuk mengendalikan produksi sedimen seperti pasir, krikil, dan sebagainya, mencegah runtuh dan erosi tanah, mengendalikan dan menangkap sedimen yang terbawa aliran banjir sehingga dapat menjaga stabilitas dasar sungai dan mencegah bencana akibat produksi sedimen yang berlebihan. Dengan system Sabo works, jumlah aliran sedimen yang merusakkan harus dapat dikurangi, atau dengan kata lain setelah adanya fasilitas Sabo works maka jumlah aliran sedimen tahunan berkurang hingga mencapai nilai jumlah sedimen yang diijkan, yaitu jumlah aliran sedimen yang tidak merusak bagian hilir sungai. (Satria Andi Sena, 2016).

#### **1. Sketsa dan Fungsi Sabo Dam**

Bentuk sabo dam sangat bervariasi, tergantung kondisi dan situasi setempat, antara lain: konfigurasi palung sungai (sempit, lebar, dalam atau dangkal) dan jenis material sedimen (pasir, kerikil, batau atau tanah) serta fungsi sampingannya. Bentuk tipikal sabo dam yang banyak dijumpai di Indonesia adalah kategori impermeable, karena air turut tertampung bersama material sedimen terutama yang berdiameter cukup besar seperti batu dalam berbagai ukuran. Bagian-bagian sabo dam antara lain: puncak

dam, pelimpah, sayap, apron, sub dam, lubang drip, dinding apron dan cut off. Sketsa bangunan sabo dam tipe tertutup dapat dilihat pada gambar



Gambar 7. Bangunan Sabo Dam  
Sumber : Subarkah, 2005

Adapun empat fungsi pokok Sabo Dam menurut (sumaryono A) adalah:

- 1) Membuat dasar sungai lebih landau sehingga dapat mencegah erosi vertical dasar sungai;
- 2) Mengatur arah aliran untuk mencegah erosi lateral dasar sungai;
- 3) Menstabilkan kaki bukit untuk menghindari terjadinya longsor;
- 4) Menahan dan mengendalikan sedimen yang akan mengalir ke arah

hilir

Tabel 3. Macam dan Fungsi Bangunan Sabo Dam

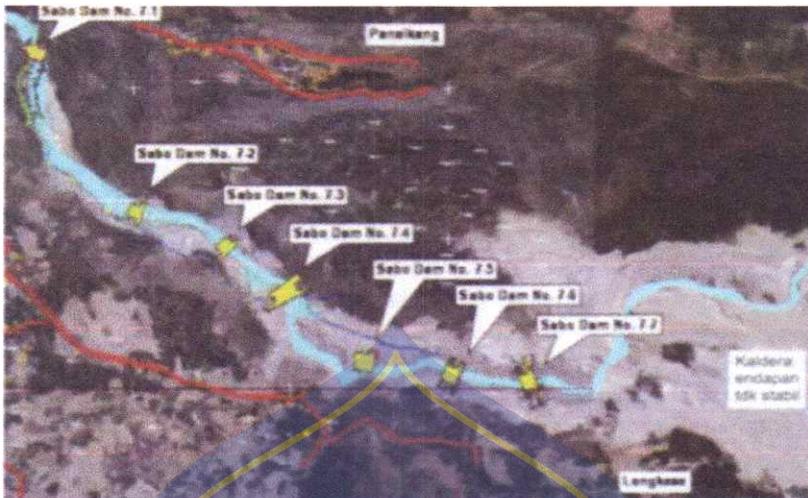
No	Macam	Fungsi Utama	Lokasi
1	Dam penahan bertingkat (stepped dam)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mencegah erosi vertical dan horizontal</li> <li>2. Mencegah perluasan galur</li> </ol>	- Di daerah hulu pada galur sungai dengan bentuk profil huruf V
2	Dam pengendali (check dam)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengendalikan sedimen : menahan, menampung, mengontrol</li> <li>2. Memperkecil energy aliran debris</li> <li>3. Mereduksi debit puncak sedimen</li> </ol>	- Pada palung sungai - Bentuk profil U
3	Dam stabilisator (consolidation dam /bottom controller)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menstabilkan dasar</li> <li>2. Mengarahkan aliran</li> </ol>	- Diseblah hilir yang dasar distabilitas
4	Kantong sedimen (sand pocket)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mencegah penyebaran aliran sedimen</li> <li>2. Menampung sedimen</li> </ol>	- kipas alluvial
5	Kanalisasi (channel works)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menstabilkan alur sungai agar tidak berpindah</li> </ol>	- Kipas alluvial
6	Tanggul pengarah (training dike)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. mencegah limpasan sedimen/debris</li> <li>2. mengarahkan aliran sedimen/ debris</li> </ol>	- Tempat –tempat rawan limpasan
7	Lindungan tebing (bank protection)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melindungi tebing terhadap erosi</li> </ol>	- Pada tebing yang rawan terhadap erosi

Sumber : Hasil Penelitian Ahmad Rifqi Asrib – 2012 (Institut Pertanian Bogor)

## **2. Bangunan Sabo di Bagian Hulu (upper stream) Sungai Jeneberang**

Pembangunan Sabo Dam di bagian hulu dilakukan untuk mengendalikan pergerakan sedimen (*debris flow*). Pengendalian aliran debris di bagian hulu dilakukan dengan membangun Sabo Dam yang berlokasi paling dekat dengan dinding kaldera gunung Bawakaraeng. Bangunan Sabo ini memiliki fungsi utama agar mampu mengantisipasi terjadinya erosi lateral dan tingginya aliran debris yang terjadi. Ada dua tipe struktur yang dibangun yaitu, kombinasi antara tipe beton, dan tipe dengan dinding baja ganda. Kedua tipe ini dipilih untuk menghadapi gerakan sedimen yang kuat di bagian hulu. (Udiana, 2011).

Pada bagian ini dibangun 7 (tujuh) unit Sabo Dam dengan initial SD 7-1 sampai dengan SD 7-7. Dari ketujuh seri sabo dam nampak bahwa SD 7-1 yang paling vital sehingga dirancang lebih kuat dan kokoh. Setelah beberapa kali mengalami kerusakan dan perbaikan, akhirnya pada bagian tengah (yang paling lemah) dipasang beton dengan menggunakan metode ISM (*insitu site mixing*) dan CSG (*cemented sand and gravel*). Adapun lokasi penempatan dari Sabo Dam disajikan pada gambar 8.



Gambar 8. Lokasi penempatan Sabo Dam Sungai Jeneberang  
 Sumber : Penelitian Ahmad Rifqi Asrib – 2012

Sabo Dam SD 7-1 merupakan bangunan Sabo yang memiliki kapasitas tampung sedimen terbesar yaitu 453.000 m<sup>3</sup>. Adapun dari total volume sedimen yang dapat dikendalikan, SD 7-7 merupakan bangunan sabo yang paling mampu menahan sedimen sebesar 10.006.925 m<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan letak SD 7-7 berada paling dekat dengan lokasi longoran Kaldera sehingga memiliki konstruksi yang lebih kuat khususnya dalam menahan pergerakan sedimen longoran sebelum berpindah ke bangunan sabo lainnya. (BBWS Jeneberang).

Berdasarkan hasil Penulis Rifqi Asrib (2012), Bahwa dari ketujuh bangunan pengendali SD di Jeneberang. Menunjukkan Sabo Dam efektif mengendalikan volume sedimen sebesar 29.561.034 m<sup>3</sup>. Dari total tersebut yang dikendalikan secara langsung sebesar 1.299.500 m<sup>3</sup> dan tidak langsung sebesar 28.261.533 m<sup>3</sup>. Pengendalian secara langsung adalah yang tertahan sebagai volume sedimen dan volume dari kapasitas tampung sedimen pada bangunan Sabo Dam, adapun untuk pengendalian

secara tidak langsung adalah volume sedimen yang tidak stabil dan volume tampungan sungai (*river bank*) pada bangunan Sabo Dam. Secara jelas kapasitas untuk masing-masing Bangunan Pengendali Sabo Dam disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas bangunan pengendali Sabo Dam di Upper Stream

Sabo Dam	Dimensi Sabo		Vol Sedimen (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Tampungan Sedimen (m <sup>3</sup> )	River Bank (m <sup>3</sup> )	Endapan Tidak Stabil (m <sup>3</sup> )	Total Vol Sedimen yang Dikendalikan (m <sup>3</sup> )
	Tinggi Dam Utama (m)	Lebar Dam (m)					
SD 7-7	10,0	163,0	15.700	31.900	115.000	9.844.325	10.006.925
SD 7-6	10,0	102,8	32.900	45.700	132.500	7.443.775	7.654.875
SD 7-5	14,5	81,0	50.000	76.300	96.000	4.634.350	4.856.650
SD 7-4	10,0	153,0	44.500	68.500	66.000	2.441.925	2.620.925
SD 7-3	12,5	121,0	51.000	102.000	70.000	1.886.238	2.109.238
SD 7-2	12,5	97,0	34.000	68.000	70.000	912.936	1.084.936
SD 7-1	12,0	94,5	226.000	453.000	422.000	126.485	1.227.485
Total			454.100	845.400	971.500	27.290.033	29.561.034

Sumber : Hasil Penelitian Ahmad Rifqi Asrib – 2012 (Institut Pertanian Bogor)

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

###### 1. Lokasi penelitian

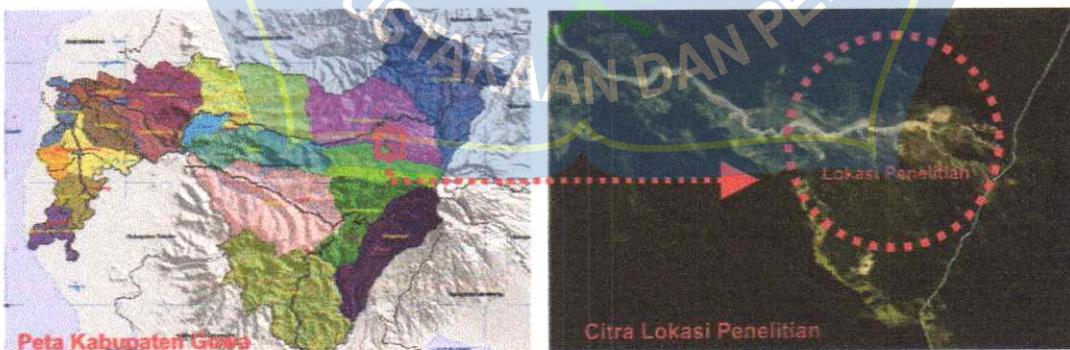
Lokasi penelitian terletak di wilayah Sungai hulu Jeneberang Desa Bawakaraeng Kabupaten Gowa. Adapun Lokasi studi tepatnya 75-80 Km dari Ibu Kota Provinsi Sulawesi selatan,

Secara geografis sungai jeneberang 95% berada di wilayah Kabupaten Gowa, dengan kisaran batas Geografis adalah

$5^{\circ}9'46.12'' - 5^{\circ}25'0,67''LS$

$119^{\circ}22'45.13'' - 119^{\circ}55'54.40''BT$

Dareah hulu sungai jeneberang secara administrasi terletak di Desa Bawakaraeng Kecamatan Tinggimoncong Kabupaten Gowa, untuk ke lokasi hilir sungai dapat dicapai dengan menggunakan mobil dan motor.



Gambar 9, peta lokasi penelitian Sabo Dam sungai jeneberang.

## 2. Waktu penelitian.

penelitian di lakukan dalam waktu Januari – Februari 2019. bulan pertama yaitu studi literatur, bulan kedua yaitu survei lokasi, pengambilan data dan penyusunan penelitian.

### B. Pengambilan Data

Adapun data-data yang Penulis mengambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Data Primer :

Data primer adalah data yang di peroleh secara langsung.

##### a) Data kecepatan aliran (V)

Untuk data kecepatan aliran (V) diambil dari aliran pada setiap titik atau patok yang telah di tentukan.

##### b) Data kedalaman aliran (H)

Untuk data kedalaman aliran (H) diambil dari setiap patok yang telah ditemukan.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang di peroleh dari pihak lain atau perantara, data tersebut adalah data dimensi bangunan Sabo Dam hulu sungai jeneberang, yang dimana data tersebut berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.

### C. Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Variabel bebas adalah Variabel yang dipengaruhi variabel lain diantaranya adalah Debit Aliran ( $Q$ ), Debit Sedimen Melayang ( $Q_{sm}$ ), Debit Sedimen Dasar ( $Q_{sd}$ ), Volume Tampung Sedimen ( $Vol$ ).
2. Variabel terikat adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain diantaranya adalah Kecepatan Aliran ( $V$ ), Luas Penampang ( $A$ ) dan kedalaman Aliran ( $h$ ).

### D. Alat dan bahan

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian ini terdiri dari:

#### 1. Alat

- 1) Meter
- 2) Kamera digital untuk pengambilan dokumentasi
- 3) Laptop untuk mengolah data
- 4) Alat tulis dan tabel data
- 5) *Currentmeter*
- 6) *Stopwatch*
- 7) Plastik / karung
- 8) Skop kecil
- 9) Saringan

#### 2. Bahan

- 1) Sedimen Universal

## **E. Prosedur penelitian**

Untuk mengukur kecepatan aliran dengan menggunakan current meter, yaitu sebagai berikut :

1. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur Kecepatan Aliran sungai, lebar sungai, dan kedalaman aliran.
2. Hitung kedalaman sungai dengan menggunakan tongkat berskala.
3. Tempatkan alat ukur current meter pada kedalaman tertentu sesuai kedalaman sungai.
4. Dengan menggunakan stopwath hitunglah kecepatan sungai melalui angka yang ditampilkan dalam monitor current meter. Lama waktu pencatatan adalah 1 menit.
5. Ulangi langkah hingga tiga kali pengukuran
6. Lakukan pengukuran pada segmen yaitu segmen dua dan tiga.
7. Hitung kecepatan aliran sungai rata-rata pada setiap segmen pengukuran dengan cara menjumlahkan nilai pengamatannya.
8. Hitung debit sungai dengan mengalihkan luas penampang sungai dengan kecepatan rata-rata aliran sungai.

## **E. Tahapan Penelitian**

### **1. Persiapan**

Adapun kegiatan persiapan yang kami lakukan dalam penelitian ini adalah melakukan kegiatan survey lokasi penelitian dan mempersiapkan data-data perancangan maupun alat dan bahan yang dibutuhkan.

## F. Metode Analisis

Untuk tiap-tiap data dapat digunakan sebagai berikut :

- 1) Untuk mengetahui karakteristik sedimen, di lakukan pengujian analisa

saringan dan kadar lumpur.  $C_s = \frac{W_s}{W_{total}}$

$W_s$  (Sampel 1) = 0,0125 gram  
gram

$W_{total}$  (Sampel 1) = 99,9878

$W_s$  (Sampel 2) = 0,0125 gram

$W_{total}$  (Sampel 2) = 100 gram

- 2) Penentuan luas penampang basah

$$A = b \times h$$

- 3) Penentuan kecepatan aliran menggunakan current meter PC. No. 2-85-11

$N < 0,50$  maka  $V = 0,4533 N + 0,0106$  (m/det)

$N > 0,50$  maka  $V = 0,4905 N + 0,008$  (m/det)

- 1) Debit aliran menggunakan rumus

$$Q = V \times A$$

- 2) Penentuan laju sedimentasi menggunakan persamaan Suripin (2002)

$$Q_{sm} = 0,0864 \times C_s \times Q_w$$

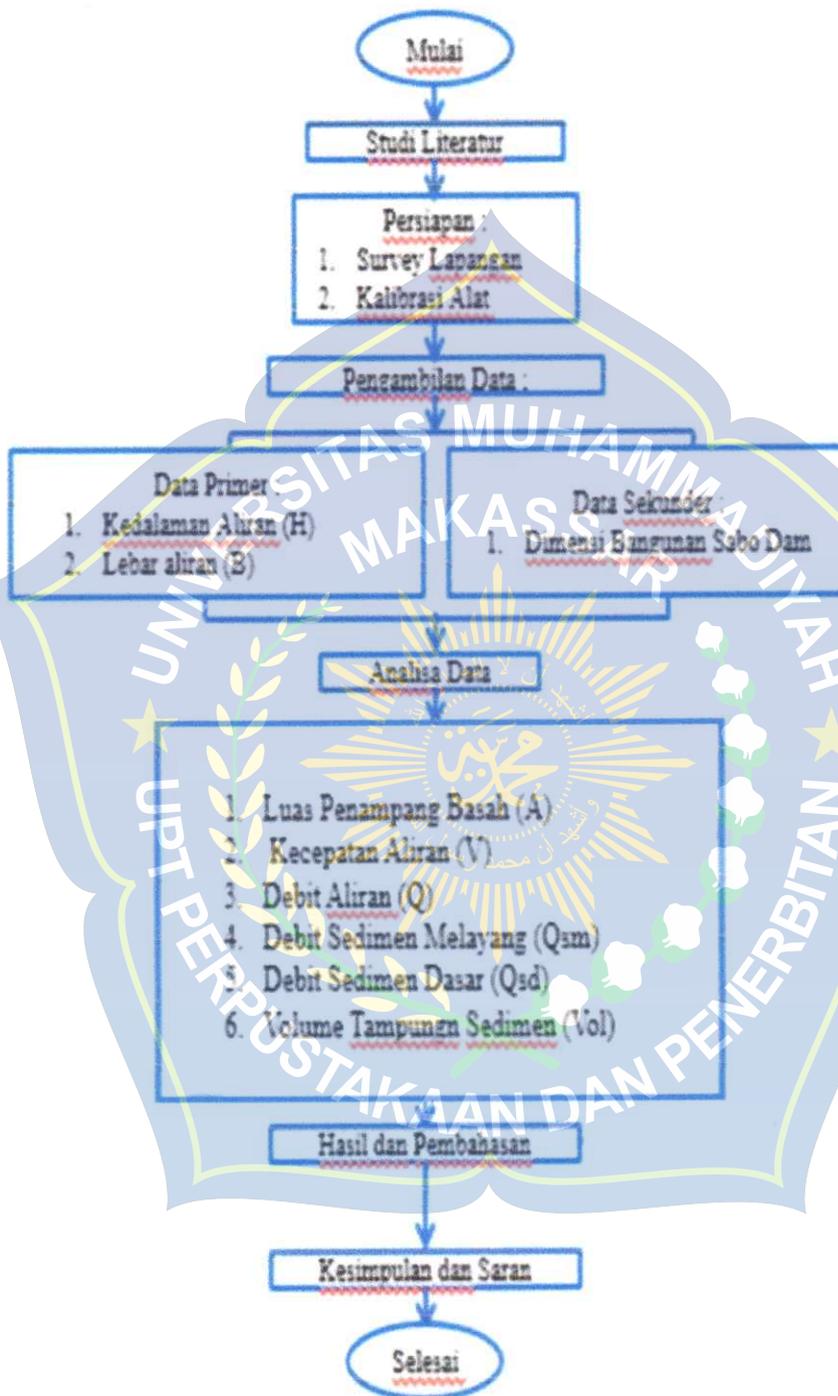
$$Q_{sd} = 65\% \times Q_{sm}$$

- 3) Volume tampungan pada Sabo Dam, menggunakan rumus :

$$LA = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$Vol = LA \times T_{prisma}$$

### G. Bagan Alur Penelitian



Gambar 10. Bagan Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perhitungan Karakteristik Sedimen

Sedimentasi di bangunan Sabo DAM menjadi luar biasa karena dalam satu periode hujan tampungan volume bangunan Sabo DAM terisi penuh. Laju sedimentasi di Sabo DAM dapat dihitung berdasarkan volume sedimen dari hasil pengukuran.

Pengujian ini menggunakan sampel yang telah diambil langsung dari lokasi penelitian pada bangunan Sabo DAM 7.6 di Hulu Sungai Jeneberang, kemudian dilakukan pengujian Laboratorium di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar, untuk mengklasifikasi jenis sedimen pada sampel tersebut.

##### 1. Perhitungan diameter sedimen

Penentuan diameter sedimen, dalam hal ini adalah melalui percobaan analisa saringan yang dilakukan di laboratorium, sehingga dari hasil percobaan tersebut dapat kita peroleh nilai diameter butiran atau koefisieng radasi dari sedimen tersebut.

Rumus :

$$\text{Berat Tertahan} = \frac{\text{Berat Komulatif (gram)}}{\text{Berat tanah (gram)}} \times 100 \%$$

$$\text{Lolos (\%)} = 100 - \text{Berat tertahan}$$

Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Bangunan Sabo Dam 7.6

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	9	9	1,8	98,2
10	2	13	22	4,4	95,6
18	0,85	75	97	19,4	80,6
40	0,425	146	243	48,6	51,4
60	0,25	135	378	75,6	24,4
100	0,15	57	435	87,0	13,0
200	0,075	38	473	94,6	5,4
Pan	-	27	500	100	0

Menghitung Saringan No.50:

1. Saringan No.50 ( $D_{50}$ )

$$\frac{\text{Saringan No. 60} - \text{Saringan No. 40}}{\text{Saringan No. 60} - 50} = \frac{\text{Diameter 60} - \text{Diameter 40}}{\text{Diameter 60} - D_{50}}$$

$$\frac{60 - 40}{60 - 50} = \frac{0,25 - 0,425}{0,25 - D_{50}}$$

$$\frac{20}{10} = \frac{-0,106}{0,25 - D_{50}}$$

$$-1,06 = 5 - 20 D_{50}$$

$$20 D_{50} = 5 + 1,06$$

$$20 D_{50} = 6,06$$

$$D_{50} = \frac{6,06}{20}$$

$$D_{50} = 0,303 \text{ mm}$$

## 2. Saringan No. 50 (Lolos Saringan)

*Saringan No. 60 – Saringan No. 40*

*Saringan No. 60 – 50*

$$= \frac{\text{Lolos saringan 60} - \text{Lolos saringan 40}}{\text{Lolos saringan 60} - D_{50}}$$

$$\frac{60 - 40}{60 - 50} = \frac{24,4 - 51,4}{24,4 - D_{50}}$$

$$\frac{20}{10} = \frac{-27}{24,4 - D_{50}}$$

$$-270 = 488 - 20 D_{50}$$

$$20 D_{50} = 488 + 270$$

$$20 D_{50} = 758$$

$$D_{50} = \frac{758}{20}$$

$$D_{50} = 37,9 \%$$



Gambar 11. Grafik Analisa Saringan Bangunan Sabo Dam 7.6

Dari hasil perhitungan analisa saringan lolos saringan no. 4 (4,75 mm) adalah 98,2% sedangkan pada lolos saringan no. 50 (0,303) adalah 37,9 %.

## 2. Perhitungan kadar lumpur

Pengujian kadar lumpur di lakukan pada Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar, dengan volume sampel 600 ml.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Bangunan Sabo Dam 7.6

No	Tempat	Pengambilan		Muka Air (m)	Jarak (m)	Volume Air (ml)	Kadar Lumpur
		Tanggal	Jam				
1	Hulu Sungai Jeneberang Bangunan Sabo DAM 7.6	13 April 2019	14.07	0.40	1	600	123
			14.12		2		131
			14.18		3		122
Jumlah							376
							125,33

Dari hasil laboratorium di peroleh hasil pengujian kadar lumpur, yang dimana kadar lumpur yang paling banyak berada di Sabo Dam 7.6 yaitu 376 mg dengan rata – rata 125,33 mg.

### 3. Perhitungan Debit Sedimen

#### 1. Perhitungan luas penampang (A)

Luas penampang dapat di ketahui dengan rumus :

$$A = B \times H$$

Dimana :

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

B = Lebaraliran (m)

H = Kedalaman aliran (m)

a) Luas penampang pada Hulu Bangunan Sabo DAM 7.6

Tabel 7. Luas Penampang Hilir Bangunan Sabo Dam 7.6

No	Titik	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Luas ( $m^2$ )
1	Titik 1	1	0,50	0,500
2	Titik 2	1	0,55	0,550
3	Titik 3	1	0,42	0,420
4	Titik 4	1	0,25	0,250
5	Titik 5	0,75	0,19	0,143
Jumlah		4,75	1,91	1,863
Rata-Rata		0,95	0,382	0,373

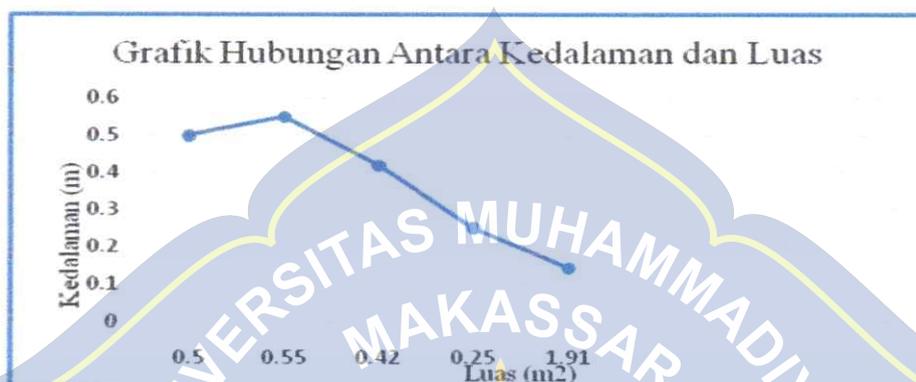
Nilai dari lebar dan kedalaman di peroleh dari lapangan, sedangkan nilai pada luas adalah perolehan dari perkalian dari lebar dan kedalaman.

$$A_{\text{titik 1}} = \text{Lebar}_{\text{titik 1}} \times \text{Kedalaman}_{\text{titik 1}}$$

$$= 1 \times 0,50$$

$$= 0,50 \text{ m}^2$$

Pada titik selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama, sehingga diperoleh luas penampang pada hilir bangunan Sabo DAM 7.6 yaitu  $1,863 \text{ m}^2$  dengan rata-rata  $0,373 \text{ m}^2$ .



Gambar 12. Grafik Hubungan Antara Kedalaman dan Luas Penampang Hilir Bangunan Sabo Dam 7.6

Dari grafik hubungan antara kedalaman dan luas penampang hilir bangunan Sabo Dam 7.6 dapat di ketahui bahwa pada titik ke-2 dengan jarak titik 1 meter yaitu kedalaman 0,55 m mencapai luas penampang sebesar  $0,55 \text{ m}^2$ . Hal ini di akibatkan kurangnya sedimen pada aliran tersebut.

b) Luas penampang pada Hulu Bangunan Sabo DAM 7.6

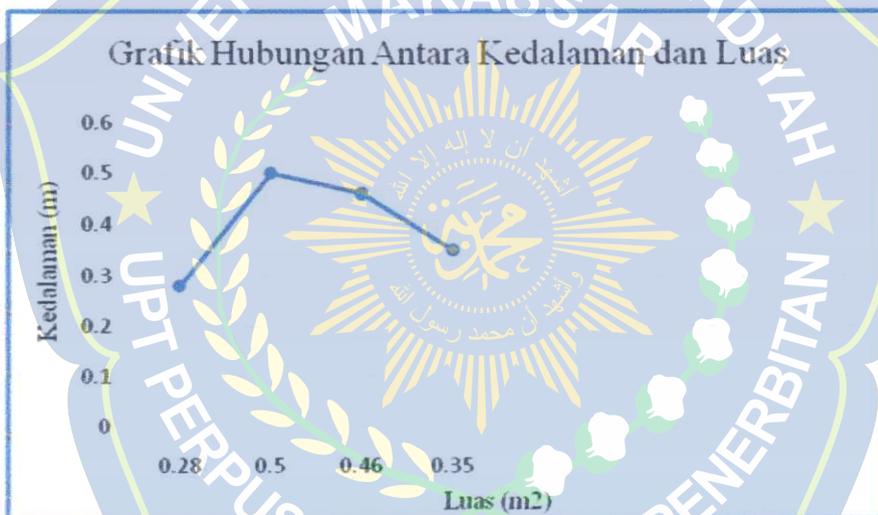
Tabel 8. Luas Penampang Hulu Bangunan Sabo Dam 7.6

No	Titik	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Titik 1	1	0,28	0,28
2	Titik 2	1	0,50	0,50
3	Titik 3	1	0,46	0,46
4	Titik 4	1	0,35	0,35
Jumlah		4	1,59	1,59
Rata-Rata		1	0,398	0,398

Nilai dari lebar dan kedalaman di peroleh dari lapangan, sedangkan nilai pada luas adalah perolehan dari perkalian dari lebar dan kedalaman.

$$\begin{aligned} A_{\text{titik 1}} &= \text{Lebar}_{\text{titik 1}} \times \text{Kedalaman}_{\text{titik 1}} \\ &= 1 \times 0,28 \\ &= 0,28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Pada titik selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama, sehingga diperoleh luas penampang pada hulu bangunan Sabo DAM 7.6 yaitu  $1,59 \text{ m}^2$  dengan rata-rata  $0,398 \text{ m}^2$ .



Gambar 13. Grafik Hubungan Antara Kedalaman dan Luas Penampang Hulu Bangunan Sabo Dam 7.6

Dari grafik hubungan antara kedalaman dan luas penampang hilir bangunan Sabo Dam 7.6 dapat diketahui bahwa pada titik ke-2 dengan jarak titik 1 meter yaitu kedalaman 0,5 m mencapai luas penampang sebesar  $0,5 \text{ m}^2$ . Hal ini di akibatkan kurangnya sedimen pada aliran tersebut.

## 2. Perhitungan kecepatan (V)

Pada perhitungan kecepatan di lakukan dengan menggunakan current meter, dengan syarat rumus :

$$n < 0,50 \text{ maka, } V = 0,4533 \cdot n + 0,0106$$

$$n > 0,50 \text{ maka, } V = 0,4905 \cdot n + 0,008$$

$$n = r / t$$

Dimana :

r = Putaran

t = Waktu (detik)

### a) Kecepatan pada Hilir Bangunan Sabo DAM 7.6

Tabel 9. Kecepatan Hilir Bangunan Sabo Dam 7.6

No	Titik	Kedalaman (m)	Jumlah Putaran	Waktu (detik)	N	Kecepatan (m/s)
1	Titik 1	0,28	0	0	0	0
2	Titik 2	0,50	95	40	2,375	1,173
3	Titik 3	0,46	80	40	2	0,989
4	Titik 4	0,35	53	40	1,325	0,658
5	Titik 5	1,59	38	40	0,950	0,474
Jumlah		2,49	266	160	6,65	3,294
Rata-Rata		0,311	53,2	32	1,33	0,659

Nilai dari jumlah putaran di peroleh dari lapangan, maka kecepatan dapat diperoleh dari rumus yang telah di tentukan :

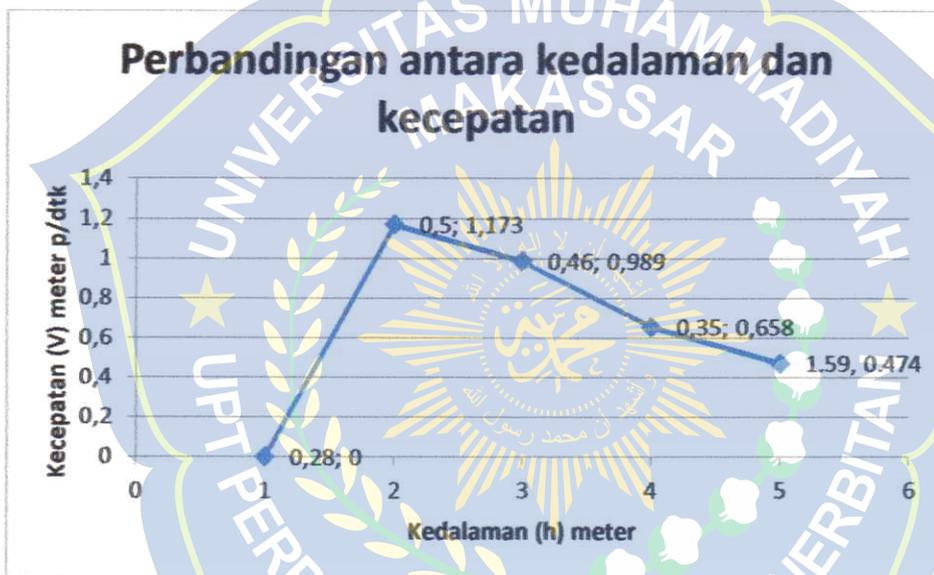
$$n = \frac{r}{t}$$

$$n = \frac{95}{40} = 2,375$$

Nilai  $n = 2,375$  maka, rumus kecepatan yang digunakan :

$$\begin{aligned}
 V &= 0,4905 \cdot n + 0,008 \\
 &= 0,4905 (2,375) + 0,008 \\
 &= 1,164 + 0,008 \\
 &= 1,173 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Pada titik selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama, sehingga diperoleh kecepatan pada hilir bangunan Sabo DAM 7.6 yaitu 3,294 m/s dengan rata-rata kecepatan 0,659



Gambar 14 Grafik Perbandingan antara kedalaman dan kecepatan di hilir dapat diketahui bahwa kecepatan tertinggi pada titik yaitu 1,173 m/s dengan kedalaman aliran yaitu 0,28. Sedangkan kecepatan yang terendah yaitu 0,474 dengan kedalaman yaitu 1,59

## b) Kecepatan pada Hulu Bangunan Sabo DAM 7.6

Tabel 10. Kecepatan Hulu Bangunan Sabo Dam 7.6

No	Titik	Kedalaman (m)	Jumlah Putaran	Waktu (detik)	N	Kecepatan (m/s)
1	Titik 1	0,28	41	40	1,025	0,511
2	Titik 2	0,50	83	40	2,075	1,026
3	Titik 3	0,46	96	40	2,4	1,185
4	Titik 4	0,35	73	40	1,825	0,903
Jumlah		1,10	293	160	7,325	3,625
Rata-Rata		0,157	73,25	40	1,831	0,906

Nilai dari jumlah putaran di peroleh dari lapangan, maka kecepatan dapat diperoleh dari rumus yang telah di tentukan :

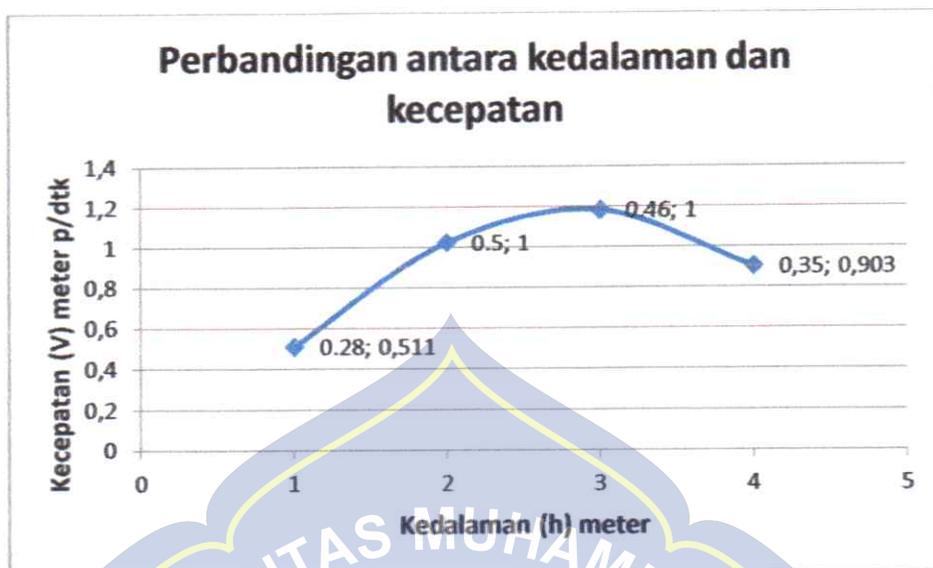
$$n = \frac{r}{t}$$

$$n = \frac{41}{40} = 1,025$$

Nilai  $n = 1,025$  maka, rumus kecepatan yang digunakan :

$$\begin{aligned} V &= 0,4905 \cdot n + 0,008 \\ &= 0,4905 (1,025) + 0,008 \\ &= 0,503 + 0,008 \\ &= 0,511 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Pada titik selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama, sehingga di peroleh kecepatan pada hulu bangunan Sabo DAM 7.6 yaitu 3,625 m/s dengan rata-rata kecepatan 0,906 m/s.



Gambar 15 Grafik Perbandingan antara kedalaman dan kecepatan di hulu dapat diketahui bahwa kecepatan tertinggi pada titik yaitu 1,185 m/s dengan kedalaman aliran yaitu 0,46. Sedangkan kecepatan yang terendah yaitu 0,511 dengan kedalaman yaitu 0,28

### 3. Perhitungan debit air (Q)

Debit air (Q) merupakan hasil perkalian antara luas penampang (A) aliran/saluran dengan kecepatan (V) aliran air.

$$Q = A \times V$$

Dimana :

Q = Debit air ( $m^3/det$ )

A = Luas penampang ( $m^2$ )

V = Kecepatan ( $m/det$ )

#### a) Debit air pada Hulu Bangunan Sabo DAM 7.6

$$Q = A \times V$$

$$\text{Untuk Cs2} = \frac{0,0125 \text{ gram}}{100 \text{ gram}}$$

$$= 0,000125$$

$$\text{Jadi, Cs} = \frac{0,000125 + 0,000125}{2} = 0,000125$$

$$= 1,25 \times 10^{-4}$$

### 5. Perhitungan Volume Tampungan

Berdasarkan data, BBWS Pompengan Jeneberang menghitung volume tampungan Sabo DAM, berdasarkan garis kontur, di mulai dari pada bangunan Sabo DAM 7.6 yang menjadi tampungan air pada kondisi normal maupun banjir. Dengan garis kontur yang berupa polygon tertutup, dengan Software Cad dapat dihitung luasanya. Bila ada pulau atau gundukan maka luasnya di kurangi dengan luas dari kontur yang elevasinya sama dari pulau atau gundukan tersebut.

Tabel 12. Kapasitas bangunan pengendali Sabo Dam di Upper Stream

Sabo Dam	Dimensi Sabo		Vol Sedimen (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Tampung Sedimen (m <sup>3</sup> )	River Bank (m <sup>3</sup> )	Endapan Tidak Stabil (m <sup>3</sup> )	Total Vol Sedimen yang Dikendalikan (m <sup>3</sup> )
	Tinggi Dam Utama (m)	Lebar Dam (m)					
SD 7-7	10,0	163,0	15.700	31.900	115.000	9.844.325	10.006.925
SD 7-6	10,0	102,8	32.900	45.700	132.500	7.443.775	7.654.875
SD 7-5	14,5	81,0	50.000	76.300	96.000	4.634.350	4.856.650
SD 7-4	10,0	153,0	44.500	68.500	66.000	2.441.925	2.620.925
SD 7-3	12,5	121,0	51.000	102.000	70.000	1.886.238	2.109.238
SD 7-2	12,5	97,0	34.000	68.000	70.000	912.936	1.084.936
SD 7-1	12,0	94,5	226.000	453.000	422.000	126.485	1.227.485
Total			454.100	845.400	971.500	27.290.033	29.561.034

Berdasar daftar elevasi dan luas dapat dihitung volume ruang dengan rumus prisma segitiga sebagai berikut.

$$LA = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$V = LA \times T_{Prisma}$$

Dimana :

LA = Luas ( $m^2$ )

a = Alas (m)

t = Tinggi (m)

$T_{Prisma}$  = Panjang (m)

Vol = Volume ( $m^3$ )

a) Debit air pada Bangunan Sabo DAM 7.6

$$LA = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$LA = \frac{1}{2} \times 52,5 \times 10$$

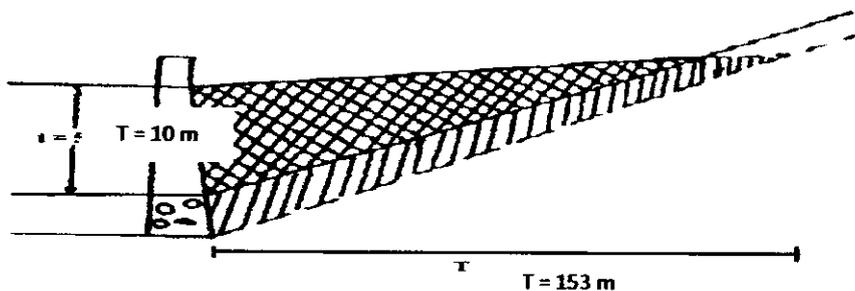
$$LA = 262,5 \text{ m}^2$$

Volume tampungan sedimen pada bangunan Sabo DAM 7.6 adalah :

$$V = LA \times T_{Prisma}$$

$$V = 262,5 \times 153$$

$$V = 40.162,5 \text{ m}^3$$



## 6. Perhitungan Laju Sedimentasi Menggunakan Analisis Berdasarkan Suripin

Perhitungan besarnya debit sedimen harian menurut Suripin (2002, terlampir) dihitung dengan rumus :

Dimana :

$Q_{sm}$  = Debit sedimen melayang (ton/tahun)

$C_s$  = Konsentrasi sedimen melayang (mg/liter)

$Q_w$  = Debit aliran ( $m^3/s$ )

a) Debit Sedimen pada Hulu Bangunan Sabo DAM 7.6

$$C_s = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ t/m}^3$$

$$Q_w = 0,346$$

$$Q_{sm} = 0,0864 \times C_s \times Q_w$$

$$= 0,0864 \times (1,25 \times 10^{-4}) \times 0,346$$

$$= 3,7368 \times 10^{-6} \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$$

$$= 117,8437248 \text{ ton/tahun}$$

$$Q_{sd} = 65\% \times Q_s$$

$$= 65\% \times 117,8437248$$

$$= 76,59842112 \text{ ton/tahun}$$

$$Q_{total} = Q_{sm} + Q_{sd}$$

$$= 117,8437248 + 76,59842112$$

$$= 194,44214592 \text{ ton/tahun}$$

Dimana :

$Q_{sm}$  = Debit sedimen melayang (ton/tahun)

$C_s$  = Konsentrasi sedimen melayang (mg/liter)

$Q_w$  = Debit aliran ( $m^3/s$ )

b) Debit Sedimen pada Hilir Bangunan Sabo DAM 7.6

$$C_s = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ t/m}^3$$

$$Q_w = 0,246$$

$$\begin{aligned} Q_{sm} &= 0.0864 \times C_s \times Q_w \\ &= 0,0864 \times (1,25 \times 10^{-4}) \times 0,246 \\ &= 2,6568 \times 10^{-6} \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 \\ &= 83,7848448 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{sd} &= 65\% \times Q_s \\ &= 65\% \times 83,7848448 \\ &= 54,46014912 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{total} &= Q_{sm} + Q_{sd} \\ &= 83,7848448 + 54,46014912 \\ &= 138,24499392 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Yang Mengendap} &= Q \text{ Hulu} - Q \text{ Hilir} \\ &= 194,44214592 - 138,24499392 \\ &= 56,197152528 \text{ ton/thn} \end{aligned}$$

Jika berat volume ( $\gamma$ ) sedimen =  $1,68 \text{ t/m}^3$

$$\text{Volume yang mengendap} = \frac{56,197152528 \text{ gram}}{1,68 \text{ gram}} = 33,45 \text{ m}^3/\text{thn}$$

$$\text{Durasi daya tampun} = \frac{V}{E} = \frac{40.162,5 \text{ m}^3}{33,45 \text{ m}^3/\text{thn}} = 1.200,67 \text{ thn.}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa, daya volume tampung Sabo Dam 7.6 sebesar 40.162,5 m<sup>3</sup>, dan Laju Sedimen sebesar 33,45 m<sup>3</sup>/tahun. Dihasilkan Durasi pengisian Sabo Dam 7.6 hingga penuh di butuhkan waktu selama 1.200,67 tahun. Hal ini tidak mungkin terjadi karena fakta di lapangan ternyata Sabo Dam 7.6 membutuhkan waktu yang kurang dari 5 tahun untuk penuh sesuai kapasitas tampungan yang ada.

Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kesalahan di dalam penelitian ini (negative finding research). Ini besar kemungkinan di akibatkan kesalahan waktu pengambilan sampel dan waktu pengujian laboratorium.

#### **B. Saran**

1. Perlu penkajian lebih lanjut untuk perhitungan rasional sebelum pengambilan sampel
2. Titik pengambilan sampel harus akurat baik jumlah maupun letak titiknya
3. Perlu dilakukan modifikasi alat yang lebih baik untuk pengambilan sampel sedimen suspensi supaya data yang didapat lebih akurat
4. Untuk bangunan Sabo Dam yang ada di Hulu Sungai Jeneberang perlu dilakukan pemeliharaan bangunan pengendalian sedimen secara

berkala karena terdapatnya kerusakan-kerusakan sehingga membuat sedimen dapat sampai ke daerah waduk Bili-bili.

5. Untuk Perpustakaan Jurusan Sipil dan Perpustakaan Umum dan fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar sebaiknya menyiapkan dan melengkapi buku-buku sipil tentang sedimen untuk menunjang proses belajar mengajar dan penyusunan tugas akhir.
6. Agar kiranya instansi-instansi terkait memberikan dan melengkapi data-data yang berhubungan dengan keadaan Sungai Jeneberang.





# Pengukuran Aliran Sungai

Nama Sungai : S. JENEBERANG HULU  
 Lokasi/Tempat : SABO DAM 7.6 (HULLU)  
 No. Sta./Regist. :  
 No. Pengukuran : 6  
 Tgl. Pengukuran : Saturday, April 13, 2019  
 Pelaksana : Nur Hatifah Amin, Farida, Rusli dan Fahrullah

Nomor	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Jarak X =	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Dalam Y = (air)	0.00	-0.28	-0.50	-0.46	-0.35	0.00

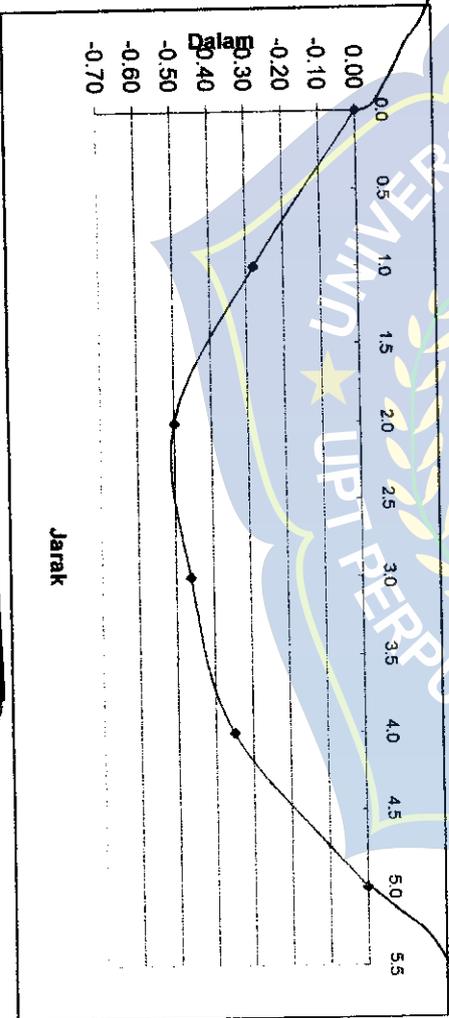
20 Meter

MA Kiri

16 Meter

MA Kanan

Muka Air : 0.300 m  
 H = 0.300 m  
 Debit : 1.216 m<sup>3</sup>/det  
 Q = 1.216 m<sup>3</sup>/det  
 Luas penampang basah : 1.590 m<sup>2</sup>  
 A = 1.590 m<sup>2</sup>  
 Kecepatan : 0.765 m/det  
 V = 0.765 m/det  
 Panjang penampang basah : 5.000 m  
 P = 5.000 m  
 R = A/P = 0.318  
 R<sup>2/3</sup> = 0.466  
 AR<sup>2/3</sup> = 0.741

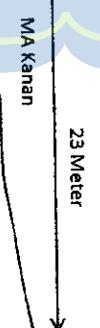
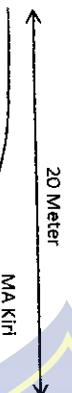


# Pengukuran Aliran Sungai

S. JENEBERANG HULLU  
SABO DAM 7.6 (HILIR)

Saturday, April 13, 2019  
Nur Hafifah Amin, Farida, Rusli dan Fahrullillah

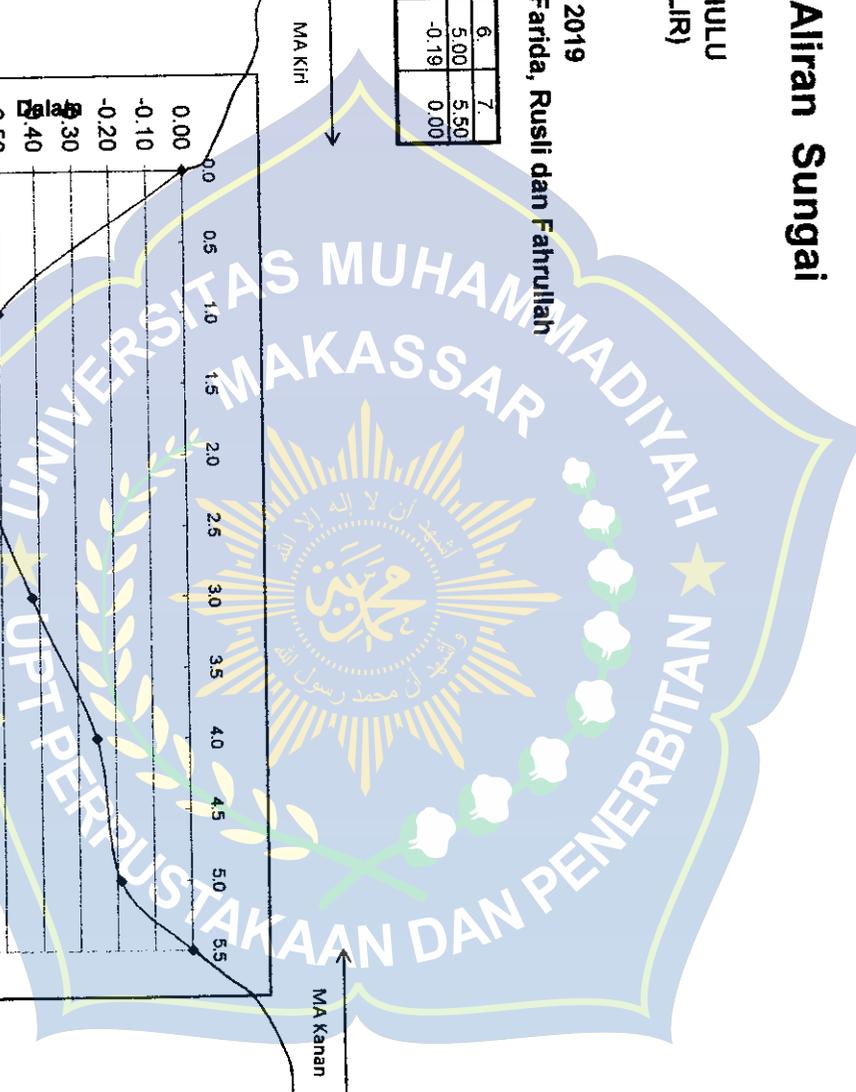
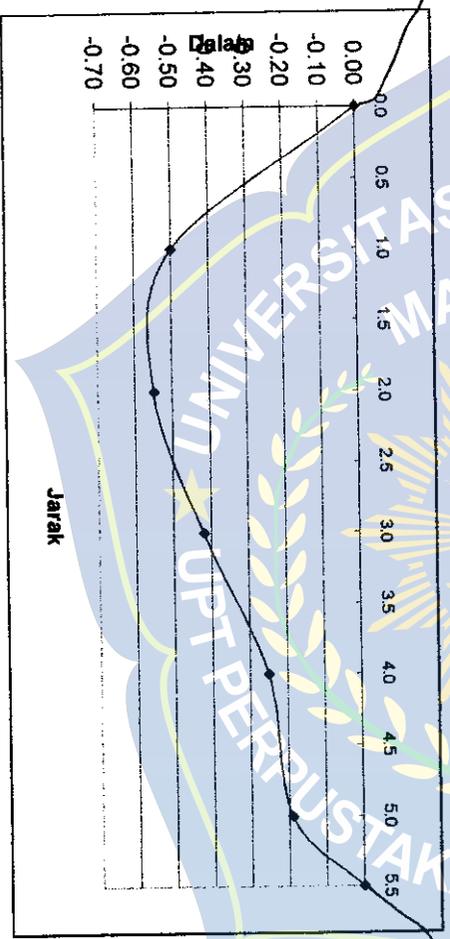
Nomor	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Jarak X =	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	5.50
Dalam Y = (air)	0.00	-0.50	-0.55	-0.42	-0.25	-0.19	0.00



Muka Air  
Debit  
Luas penampang basah  
Kecepatan  
Panj. Penampang basah

H = 0.500 m  
Q = 1.042 m<sup>3</sup>/det  
A = 1.863 m<sup>2</sup>  
V = 0.559 m/det  
P = 5.500 m

R=A/P = 0.339  
R<sup>2/3</sup> = 0.486  
AR<sup>2/3</sup> = 0.805



**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**  
**DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN**  
**BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN MAKASSAR**



Jl. Perintis Kemerdekaan KM.11 Tamalanrea Makassar 90245

**LAPORAN HASIL UJI**

**Report of Analysis**

No : 19008772 / LHU / BBLK-MKS / IV / 2019

Customer : **RUSLI**  
 Customer Name :  
 : Unismuh Fak. Teknik Sipil Pengairan  
 :  
 Sample : Air Sungai  
 Sample (S) :  
 Sample : 19008772 (S. Jeneberang Hulu - SABO DAM 7,6 Hilir, Jam 14.07)  
 Sample :  
 Date of Reception : 25 April 2019  
 Issue Date : April 25, 2019

**DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR SESUAI PERATURAN GUBERNUR SULSEL NO. 69 TAHUN 2010**  
**Requirement List of Water Quality by South Sulawesi Gubernur Regulation No. 69/2010**

Parameter Parameters	Satuan Units	Hasil Pemeriksaan Test Result	Batas Maksimum Yg Dbolehkan Maximum Limit				Spesifikasi Metode Method Specification
			Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV	
Padatan Suspensi Total (PST)	mg/l	123	50	50	400	400	Gravimetrik

Hasil uji ini berlaku untuk sampel yang diuji

The analytical result are only valid for the tested sample

Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman

The report of analysis consists of 1 page

Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan kecuali secara lengkap dan seizin tertulis Laboratorium Pengujian

Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar

This report of analysis shall not be reproduced (copied) except for the completed one and with their written permission of the testing Laboratory Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar.

Suhu Laboratorium

Makassar, 3 Mei 2019

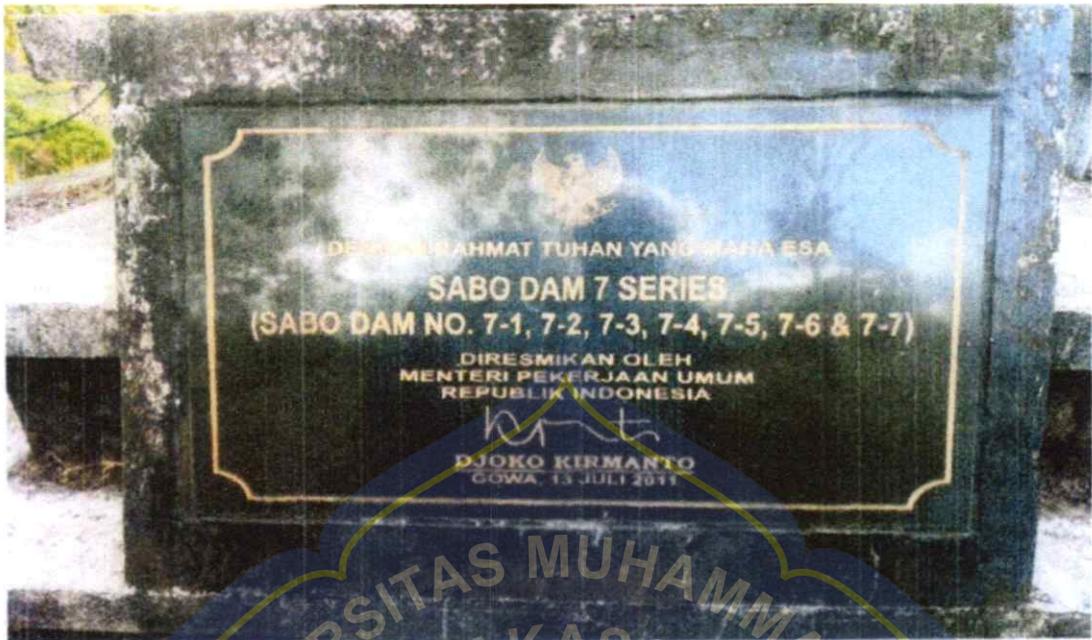
Kepala Seksi Labkesmas,

**ARRAZ KARTANEGARA, S.Fa**

NIP. : 197804212000121002



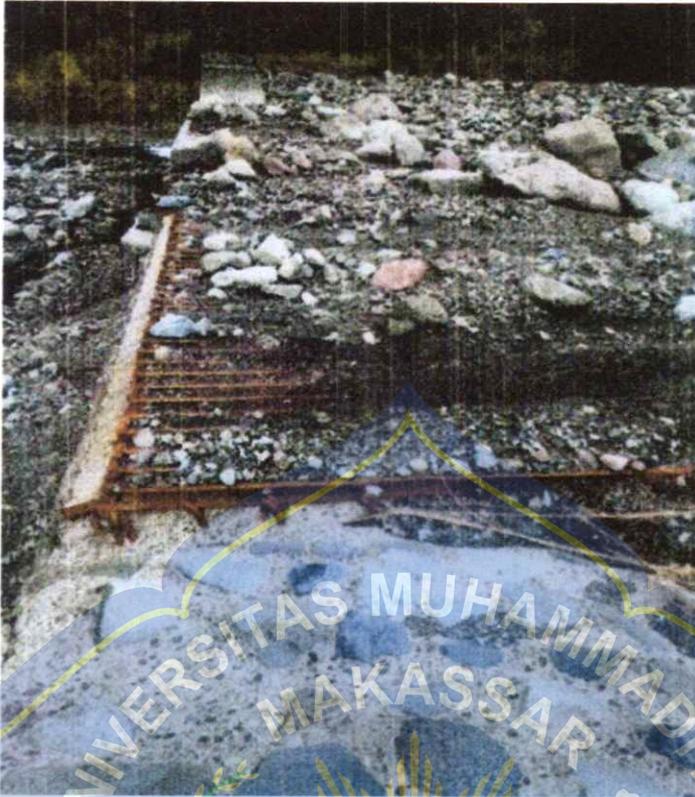




Gambar 16. Lokasi Penelitian



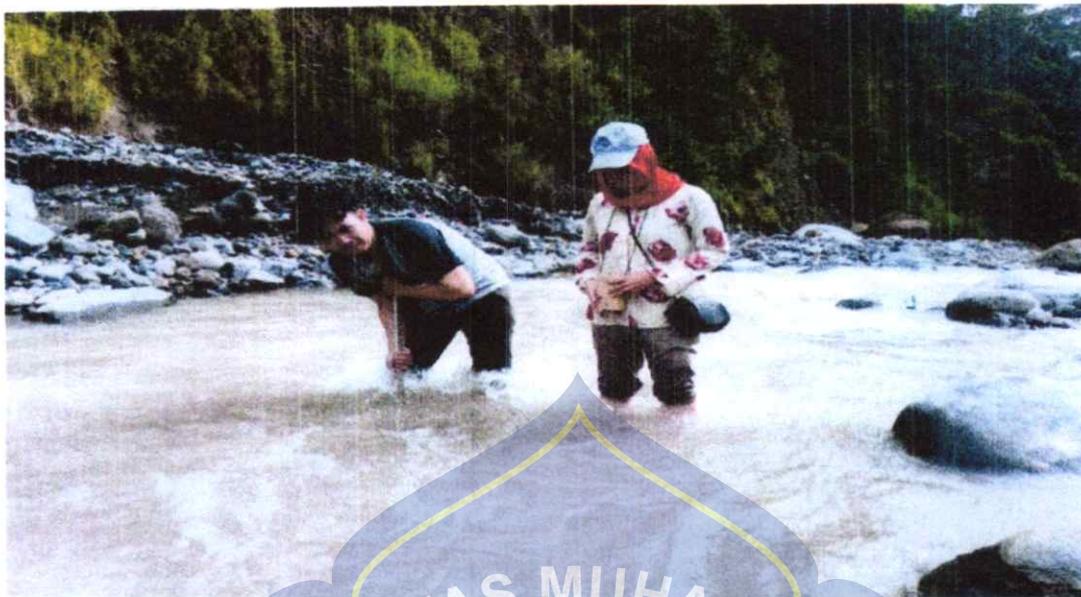
Gambar 17. Lokasi Penelitian



Gambar. 18 Kondisi Bangunan Sabo Dam 7.6



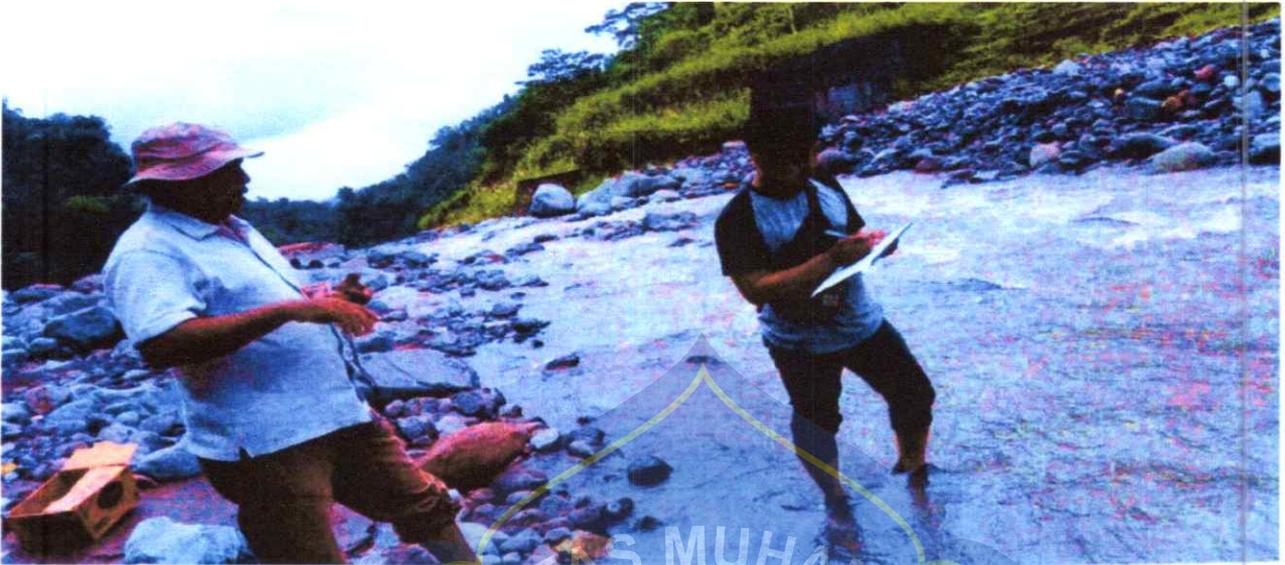
Gambar 19. Kondisi Bangunan Sabo Dam 7.6



**Gambar 20. Pengukuran Kecepatan Aliran Dengan Menggunakan Currentmeter  
Pada Bangunan Hulu Sabo Dam 7.6**



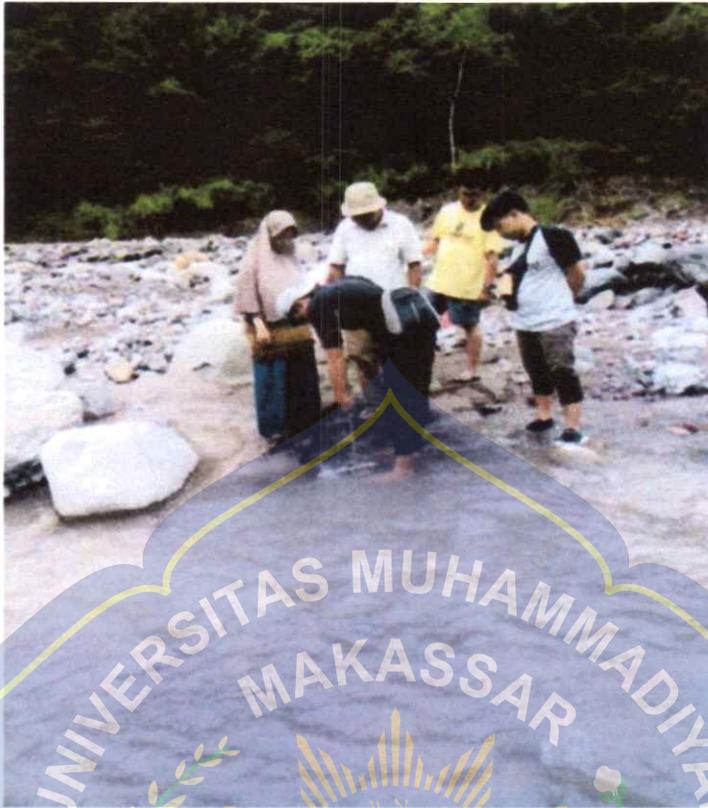
**Gambar 21. Pengukuran Kedalaman Aliran Dengan Menggunakan Tongkat  
Currentmeter Psds Bangunan Hulu Sabo Dam 7.6**



Gambar 22. Pencatatan Data Dari Lapangan



Gambar 23. Pengambilan Sampel Untuk Pengujian Kadar Lumpur



Gambar 24. Pengukuran Kecepatan Aliran Menggunakan Currentmeter



Gambar 25. Pengukuran Kecepatan Aliran Menggunakan Currentmeter