

“TUGAS AKHIR”

**ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN PADA DANAU TEMPE
DARI SUNGAI WALANAE (INLET) KABUPATEN SOPPENG-
KABUPATEN WAJO**



Disusun Oleh :

**AFGANI MUH. NUR
45 16 041 131**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2019

**ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN PADA DANAU TEMPE
DARI SUNGAI WALANAE (INLET) KABUPATEN SOPPENG-
KABUPATEN WAJO**



SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Universitas Bosowa Makassar*

Disusun Oleh :

**AFGANI MUH. NUR
45 16 041 131**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2019



UNIVERSITAS BOSOWA

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452 901/ 452 789
Fax. (0411) 424 568 Website : www.universitaspbosowa.ac.id
Makassar - Sulawesi Selatan - Indonesia

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR TUGAS AKHIR

JUDUL :

**“Analisis Angkutan Sedimen Pada Danau Tempe Dari Sungai Walanae
(Inlet) Kabupaten Soppeng-Kabupaten Wajo “**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : Afgani Muh. Nur
Stambuk : 45 16 041 131

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil
/ Jurusan Sipil Fakultas Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

1. Pembimbing I : Ir. A.Rumpang Yusuf, MT.

(.....)

2. Pembimbing II : Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSP

(.....)

Mengetahui :

Dekan, Fakultas Teknik
Universitas Bosowa Makassar

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Universitas Bosowa Makassar

(DR. Ridwan, ST, MT)
NIDN. 09 10127101

(Nur Hadijah Yunianti, ST, MT)
NIDN. 09-160682-01

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. 333 / SK / FT / UNIBOS / III / 2019, Tanggal 15 Maret 2019, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 15 Maret 2019
Nama : **AFGANI MUH. NUR**
Nomor Stambuk : **45 16 041 033**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN PADA DANAU TEMPE DARI SUNGAI WALANAE (INLET) KABUPATEN SOPPENG - WAJO“**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan Tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tim Penguji Tugas Akhir



Ketua/ Ex Officio : Ir. A. Rumpang Yusuf, MT (.....)
Sekertaris/Ex Officio : Ir. Hj. Satriawati C., MSP (.....)
Anggota : Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si (.....)
Ir. Tamrin Mallawangeng, MT (.....)

Makassar, 6 Mei 2019

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Sipil



(Dr. Ridwan, ST., M.Si)
NIDN. 09 101271 01



(Nurhadijah Yuniarti, ST., MT)
NIDN : 09 160682 01

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **AFGANI MUH. NUR**
Nomor Stambuk : **45 16 041 033**
Fakultas / Jurusan : **Teknik / Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN PADA DANAU
TEMPE DARI SUNGAI WALANAE (INLET)
KABUPATEN SOPPENG - WAJO“**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalma bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untung menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas besar ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 6 Mei 2019

Yang Menyatakan



Afgani Muh. Nur

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Angkutan Sedimen Pada Danau Tempe Dari Aliran Sungai Walanae (Inlet) Kabupaten Soppeng - Wajo”** yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat juga terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua kami yang tercinta dan seluruh keluarga yang tiada hentinya memberikan doa dan semangat serta dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ridwan, ST. M.Si, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
3. Ibu Nur Hadijah Yunianti ST. MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
4. Bapak Ir. A.Rumpang Yusuf.,MT. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.

5. Ibu Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Universitas Bosowa.
7. Teman-teman seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan motivasi serta masukan yang berarti selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu, kami mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan taufik-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Makassar, 6 Mei 2019

Penulis

ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN PADA DANAU TEMPE DARI SUNGAI WALANAE (INLET) KABUPATEN SOPPENG – WAJO

(Studi Kasus : Jembatan Pacongkang – Jembatan Cabbenge – Jembatan Liu)

Afgani Muh. Nur¹, Rumpang Yusuf², Satriawati Cangara²

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Jalan Urip Sumoharjo KM. 4, Makassar 90231, Sulawesi Selatan, Indonesia

Email : afganimuhnur@gmail.com

Abstrak

Danau Tempe yang bersifat fungsional membutuhkan perhatian khusus terutama pada sungai-sungai yang mengalirkan air ke danau. Air yang mengalir masuk ke dalam danau membawa material-material yang disebut angkutan sedimen. Seiring dengan berjalannya waktu, angkutan sedimen menyebabkan bertambahnya sedimen di dalam danau mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada danau. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jumlah angkutan sedimen pada danau tempe. Adapun metode penelitian yang digunakan menyajikan bahasan mengenai tahapan, pengumpulan data, besaran yang diukur, pemilihan lokasi, dan pengambilan data. Pengambilan data di lapangan meliputi perhitungan debit aliran air sungai walanae dan pengambilan sampel pada sungai walanae. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah jumlah angkutan yang masuk pada danau tempe dari sungai walanae adalah sedimen pada musim kemarau diperoleh 1.85 ton/hari sedangkan pada musim hujan diperoleh 18.62 ton/hari. Adapun perkiraan tebal endapan sedimen rata-rata dalam satu tahun diperoleh $1,09 \times 10^{-3}$ cm

Kata kunci : Danau, debit aliran sedimen, sedimentasi

-
1. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa
 2. Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pengajuan	iii
Surat Pernyataan Keaslian Dan Publikasi Tugas Akhir	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xiv
Daftar Lampiran	xv
Bab I Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-3
1.3. Tujuan Penulisan.....	I-4
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	I-4
1.4.1. Pokok Bahasan	I-4
1.4.1. Batasan Masalah	I-4
1.5. Sistematika Penulisan	I-5
Bab II Tinjauan Pustaka	
2.1. Pengertian Sungai	II-1

2.2. Pengertian Danau	II-6
2.3. Pengertian Sedimen dan Sedimentasi.....	II-7
2.4. Analisis Perhitungan Angkutan Sedimen.....	II-21

Bab III Metode Penelitian

3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	III-1
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	III-3
3.3. Alat dan Bahan	III-5
3.4. Prosedur Penelitian	III-5
3.5. Bagan Alir Penelitian	III-17

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Perhitungan Sedimen Melayang	IV-1
4.1.1. Perhitungan Debit Musim Kemarau	IV-1
4.1.2. Pengujian Kadar Sedimen Musim Kemarau	IV-6
4.1.3. Perhitungan Konsentrasi Sedimen Musim Kemarau	IV-9
4.1.4. Perhitungan Angkutan Sedimen Musim Kemarau	IV-13
4.1.5. Perhitungan Debit Musim Hujan	IV-17
4.1.6. Pengujian Kadar Sedimen Musim Hujan	IV-19
4.1.7. Perhitungan Konsentrasi Sedimen Musim Hujan	IV-19
4.1.8. Perhitungan Angkutan Sedimen Musim Hujan	IV-21
4.2. Perkiraan Tebal Endapan Sedimen	IV-23
4.3. Pembahasan Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen	IV-24

Bab V Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-1

Daftar Pustaka

Lampiran-Lampiran



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Faktor Konversi Konsentrasi Sedimen	II-23
Tabel 4.1 Perhitungan Debit Titik Jembatan Pacongkang	
Musim Kemarau	IV-3
Tabel 4.2 Perhitungan Debit Titik Jembatan Cabbenge	
Musim Kemarau	IV-4
Tabel 4.3 Perhitungan Debit Titik Jembatan Liu	
Musim Kemarau	IV-5
Tabel 4.4 Pengujian Lab. Sampel Titik Pacongkang	
Musim Kemarau	IV-7
Tabel 4.5 Pengujian Lab. Sampel Titik Cabbenge	
Musim Kemarau	IV-8
Tabel 4.6 Pengujian Lab. Sampel Titik Liu	
Musim Kemarau	IV-8
Tabel 4.7 Perhitungan Konsentrasi Sedimen Titik	
Jembatan Pacongkang Musim Kemarau	IV-10
Tabel 4.8 Perhitungan Konsentrasi Sedimen Titik	
Jembatan Cabbenge Musim Kemarau	IV-11
Tabel 4.9 Perhitungan Konsentrasi Sedimen Titik	
Jembatan Liu Musim Kemarau	IV-12
Tabel 4.10 Perhitungan Angkutan Sedimen Titik	
Jembatan Pacongkang Musim Kemarau	IV-14

Tabel 4.11	Perhitungan Angkutan Sedimen Titik	
	Jembatan Cabbenge Musim Kemarau	IV-15
Tabel 4.12	Perhitungan Angkutan Sedimen Titik	
	Jembatan Liu Musim Kemarau	IV-16
Tabel 4.13	Perhitungan Debit Titik Jembatan Pacongkang	
	Musim Hujan	IV-18
Tabel 4.14	Perhitungan Lab. Sampel Titik Jembatan Pacongkang	
	Musim Hujan	IV-19
Tabel 4.15	Perhitungan Konsentrasi Sedimen Titik	
	Jembatan Pacongkang Musim Hujan	IV-20
Tabel 4.16	Perhitungan Angkutan Sedimen Titik	
	Jembatan Pacongkang Musim Hujan	IV-22

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Gerakan Butiran Pasir.....	II-14
Gambar 2.2. Proses Limpasan Hujan di Daerah Pegunungan	II -14
Gambar 2.3. Bentuk Banjir Lahar	II-15
Gambar 2.4. Proses Pergerakan Sedimen	II-16
Gambar 3.1. Peta Wilayah Sungai Walanae-Cenranae	III-2
Gambar 3.2. Titik-titik Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen	III-4
Gambar 3.3. Sketsa Lokasi Pengambilan Contoh	III-6
Gambar 3.4. Bagan Alir Penelitian	III-17

BOSOWA

DAFTAR NOTASI

Das	= Daerah Aliran Sungai
WS – Wal – Cen	= Wilayah Sungai - Walanae - Cenranae
Qs	= Debit sedimen harian (ton/hari)
Cs	= Konsentrasi sedimen layang (mg/l)
v	= Volume sampel sedimen (ml)
a/W2	= Berat cawan berisi endapan sedimen (gr)
b/W1	= Berat cawan kosong
Ppm	= Part Per Million
Sqi	= Jarak antara titik pengambilan terhadap titik awal
Q/Qw	= Debit air (m ³ /s)
A	= Luas penampang sungai (m ²)
H	= Kedalaman sungai (m)
l	= Lebar penampang sungai (m)
V	= Kecepatan aliran (m/s)
K	= Faktor Koreksi

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Dokumentasi
- Lampiran 2 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Sedimen
- Lampiran 3 Gambar Profil Melintang Sungai Walane Musim Kemarau
- Lampiran 4 Gambar Profil Melintang Sungai Walanae Musim Hujan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Danau Tempe merupakan danau yang terletak di bagian Barat Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, tepatnya di Kecamatan Tempe, Kecamatan Belawa, Kecamatan Tanah Sitolo, Kecamatan Maniangpajo, Kecamatan Tanah Sitolo, dan Kecamatan Sabbangparu, letaknya sekitar 7 km dari Kota Sengkang menuju tepi. Danau Tempe juga memiliki luas sekitar 13000 hektare. Dilihat dari karakteristik geologis, Danau Tempe terletak di atas lempengan benua Australia dan Asia serta merupakan salah satu danau tektonik di Indonesia. i, sumber perikanan (baik budidaya maupun perikanan tangkap), Danau Tempe juga berfungsi sebagai penyedia air bersih dan air baku, pertanian, pariwisata, pencegah bencana alam/banjir, habitat tumbuhan dan satwa, pengatur fungsi hidrologi, penghasil sumberdaya alam hayatsumber pendapatan, dan sebagai sarana penelitian dan pendidikan.

Ada dua sungai utama dengan berbagai anak sungai yang mengalir ke dalam sistem danau Tempe, yaitu DAS Bila di bagian Utara dan DAS Walanae di bagian Selatan. Sungai Walanae berasal dari kawasan pegunungan di bagian Selatan

(kabupaten Maros) mengalir sejauh kurang lebih 100 km ke arah Selatan bertemu dengan sungai Cenranae.

Danau Tempe saat ini telah mengalami pendangkalan intensif dan banyak dari area efektif danau telah terkonversi menjadi daratan permanen. Hasil kajian pemetaan dan interpretasi citra satelit multiwaktu (1981, 1989, 2000, dan 2015) yang diambil pada musim penghujan di tahun yang bersangkutan serta hasil survei lapangan tahun 2015 menunjukkan luas efektif Danau Tempe terus menyusut dari waktu ke waktu. Penurunan luasannya dalam kurun waktu dua puluh tahun mencapai lebih dari 15 ribu hektar dan diperkirakan akan terus menyusut. (Bramantyo Marjuki, 2015).

Salah satu penyebab pendangkalan tersebut ialah akibat adanya sedimentasi yang terjadi. Pendangkalan Danau Tempe tidak lepas dari pengaruh kondisi sungai-sungai yang masuk ke danau (inlet). Di daerah aliran sungai (DAS) Danau Tempe terdapat beberapa sungai yang merupakan inlet Danau Tempe. Sungai-sungai tersebut ikut berperan dalam suplai air dan sedimen ke Danau Tempe. Salah satunya yaitu DAS Walanae.

DAS Walanae telah ditetapkan masuk DAS kritis dalam kategori super prioritas. DAS Walanae hulu dengan luas 4.031,02 km² termasuk kawasan yang mempengaruhi sistem danau Tempe dari bagian Selatan, dan masuk dalam Wilayah Sungai Walanae-Cenranae (WS-Wal-Cen). (Yudo Asmoro, 2015)

Berdasarkan Potret DAS Sulawesi, luas wilayah DAS Danau Tempe sendiri (WS Wal-Cen) adalah 789.700 hektar. Secara administratif dalam kawasan ekosistem danau Tempe terdapat 6 kabupaten, yaitu: Enrekang, Sidrap, Wajo, Soppeng, Bone dan Maros. Ekosistem Danau Tempe dikelilingi oleh deretan pegunungan dengan elevasi dari 1500-3000 meter. Kurang lebih 37 % area lahan di ekosistem Danau Tempe memiliki kemiringan lereng lebih dari 45 %. Sebagian besar area lahan (70 %) peka terhadap erosi tanah. Tingkat kerusakan lingkungan di DAS-DAS yang terdapat di dalam ekosistem DAS Tempe sangat parah dan memprihatinkan. Tingkat sedimentasi yang terjadi di Danau Tempe sangat tinggi, 74 % sedimentasi yang terjadi berasal dari Sungai Wanalae. (Adang s. Soewaeli, Sri Mulat Yuningsih. 2014)

. Berdasarkan uraian diatas maka penulis mengkaji lebih lanjut fenomena sedimentasi dengan judul **“Analisis Angkutan Sedimen Pada Danau Tempe Dari Sungai Walanae (Inlet) Kabupaten Soppeng - Wajo”**

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

1. Berapa besar konsentrasi Sedimen Melayang (*Suspended Load*) di Aliran Sungai Walanae ?

2. Berapa Besar Volume angkutan Sedimen Melayang (*Suspended Load*) yang masuk ke Danau Tempe dari Aliran Sungai Walanae ?
3. Berapa ketebalan Sedimen Melayang dari Sungai Walanae Kabupaten Soppeng – Kabupaten Wajo yang mengendap ke dalam Danau Tempe?

1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yaitu :

1. Untuk mengetahui konsentrasi Sedimen Melayang (*Suspended Load*) yang masuk ke Danau Tempe dari Aliran Sungai Walanae ?
2. Untuk mengetahui volume angkutan Sedimen Melayang (*Suspended Load*) yang masuk ke Danau Tempe dari Aliran Sungai Walanae ?
3. Untuk mengetahui ketebalan Sedimen Melayang dari Sungai Walanae Kabupaten Soppeng – Kabupaten Wajo yang mengendap ke dalam Danau Tempe

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yaitu :

1. Menambah pengetahuan kepada penulis atau pembaca tentang cara menghitung konsentrasi sedimen melayang (*Suspended Load*).
2. Sebagai dasar penanggulangan sedimentasi di Danau Tempe

3. Digunakan sebagai informasi serta bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

- a. Konsentrasi sedimen
- b. Debit aliran sungai
- c. Angkutan Sedimen
- d. Endapan sedimen

1.4.2 Batasan Masalah

- a. Pengukuran debit dan pengambilan sedimen hanya dilakukan di Aliran Sungai Walane yaitu
 1. Jembatan Pacongkang terletak di Desa Barang Kec. Liliraja Kab. Soppeng
 2. Jembatan Cabbenge terletak di Desa Macanre Kec. Lilirilau Kab. Soppeng
 - Jembatan Liu terletak di Desa Salotengah Kec. Sabbang Paruh Kab. Wajo
- b. Pengukuran kecepatan aliran memakai current meter
- c. Analisis sedimen hanya membahas tentang sedimen melayang (*Suspended Load*).

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran mengenai keseluruhan tulisan ini, maka diuraikan secara singkat mengenai bab – bab yang ada didalamnya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang, pokok bahasan, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan teori-teori Sungai, Danau, Sedimen dan Sedimentasi

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Meliputi metode pengumpulan data, objek dan prosedur penelitian, dan gambaran umum lokasi penelitian,

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas debit aliran, konsentrasi sedimen, dan angkutan sedimen

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menyajikan kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil analisis dan perencanaan yang telah dibahas serta saran perbaikan dan pengembangan hasil perencanaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Ada juga sungai yang terletak di bawah tanah, disebut sebagai "underground river". Misalnya sungai bawah tanah di Gua Hang Soon Dong di Vietnam, sungai bawah tanah di Yucatan (Meksiko), sungai bawah tanah di Gua Pindul (Indonesia).

Pada beberapa kasus, sebuah sungai secara sederhana mengalir meresap ke dalam tanah sebelum menemukan badan air lainnya. Melalui sungai merupakan cara yang biasa bagi air hujan yang turun di daratan untuk mengalir ke laut atau tampungan air yang besar seperti danau. Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai. Beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Aliran air biasanya berbatasan dengan saluran dengan dasar dan tebing di sebelah kiri dan kanan. Pengujung sungai di mana sungai bertemu laut dikenali sebagai muara sungai.

Sungai merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Air dalam sungai umumnya terkumpul dari presipitasi, seperti hujan, embun, mata air, limpasan bawah tanah, dan di beberapa negara

tertentu juga berasal dari lelehan es/salju. Selain air, sungai juga mengalirkan sedimen dan polutan.

Kemanfaatan terbesar sebuah sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya potensial untuk dijadikan objek wisata sungai. Di Indonesia saat ini terdapat 5.950 daerah aliran sungai (DAS).

1. Daerah Aliran sungai

Secara umum DAS dapat didefinisikan suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan, seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet). Menurut kamus Webster, DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan, dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut (Suripin, 2002).

Sehingga usaha-usaha pengelolaan DAS adalah sebuah bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan yang pada dasarnya merupakan usaha-usaha penggunaan sumberdaya alam di suatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan produksi yang optimum dalam waktu yang tidak terbatas sehingga

distribusi aliran merata sepanjang tahun (Suripin, 2002). Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan, dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi (Sosrodarsono dan Tominaga, 1994).

Pengelolaan DAS hendaknya terintegrasi dari daerah hulu sampai hilir yang melibatkan semua pihak terkait (stakeholder) dengan prinsip satu sungai, satu rencana dan satu pengelolaan yang terpadu (one river, one plan, one integrated management), pengelolaan DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian DAS, perlindungan ini antara lain dari segi tata air, oleh karenanya perencanaan DAS hulu menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi.

Pengelolaan DAS merupakan suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai unit pengembangannya. Ada tiga aspek utama yang selalu menjadi perhatian dalam pengelolaan DAS yaitu jumlah air

(water yield), waktu penyediaan (water regime) dan sedimen. DAS dapat dipandang sebagai suatu sistem hidrologi yang dipengaruhi oleh peubah presipitasi (hujan) sebagai masukan ke dalam sistem. Disamping itu DAS mempunyai karakter yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur-unsur utamanya seperti jenis tanah, topografi, geologi, geomorfologi, vegetasi dan tataguna lahan. Karakteristik DAS dalam merespon curah hujan yang jatuh di tempat tersebut dapat memberi pengaruh terhadap besar kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai (Asdak, 2002).

Dalam hal ini air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalami proses yang dikontrol oleh sistem DAS menjadi aliran permukaan (surface runoff), aliran bawah permukaan (interflow) dan aliran air bawah tanah (groundwater flow). Ketiga jenis aliran tersebut akan mengalir menuju sungai, yang tentunya membawa sedimen dalam air sungai tersebut. Selanjutnya, karena daerah aliran sungai dianggap sebagai sistem, maka perubahan yang terjadi disuatu bagian akan mempengaruhi bagian yang lain dalam DAS.

Pada pemeliharaan alur sungai pada bagian sungai sebelah hilir umumnya terjadi pengendapan. Akibat pengendapan tersebut luas penampang basah menjadi

bekurang pula. Bila terjadi pengendapan pada suatu bagian sungai, maka pada bagian sungai tersebut perlu dilaksanakan pengerukan, agar kapasitas pengalirannya tidak semakin berkurang. Bagian-bagian tebing sungai yang cukup menonjol perlu dikepras, agar tidak terjadi arus menyilang pada waktu banjir yang dapat mengancam stabilitas baik tanggul maupun tebing sungai (Sosrodarsono dan Tominaga, 1994).

2. Debit Aliran sungai

Debit aliran sungai merupakan volume air yang mengalir melewati penampang sungai pada luasan dan kecepatan tertentu yang saling mempengaruhi terutama curah hujan dan sifat fisik. Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelolaan sumber daya air. Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang 18 melewati suatu penampang melintasi sungai persatuan waktu, satuan debit adalah m^3 / detik . Debit sungai diperoleh setelah mengukur kecepatan air dengan alat pengukur atau pelampung untuk mengetahui data kecepatan aliran sungai (Asdak, 2002).

Faktor-faktor yang mempengaruhi debit dan karakteristik dikelompokkan menjadi :

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi volume total limpasan antara lain faktor iklim, banyaknya presipitasi , banyaknya evaporasi dan lain-lain.
2. Faktor-faktor DAS yaitu ukuran DAS, topografi, tipe tanah, vegetasi, air drainase (urutan/tatanan sungai) dan limpasan drainase.
3. Faktor manusia antara lain teknik pertanian dan urbanisasi.

Kecepatan aliran sungai biasanya lebih besar pada badan sungai dibandingkan di tempat dekat dengan permukaan tebing ataupun dasar sungai, dalam pola aliran sungai yang tidak menentu (turbulence flow) tenaga momentum yang diakibatkan oleh kecepatan aliran yang tak menentu tersebut akan dipindahkan ke arah aliran air yang lebih lambat oleh gulungan-gulungan air yang berawal dan berakhir secara tidak menentu juga.

2.2 Danau

Danau merupakan ekosistem akuatis yang dinamis, yang pada saat bersamaan juga adalah wadah air dalam jumlah besar, sumber bahan pangan dan tempat rekreasi untuk kepentingan umat manusia (FDI, 2004).

Danau merupakan badan air yang sangat penting, sebagai bagian dari ekosistem penyangga yang menopang kehidupan.

Danau merupakan ekosistem akuatik atau ekosistem yang mayoritas terdiri dari air yang menjadi sempit berlangsungnya siklus hidup beberapa jenis flora dan fauna. Selain itu, danau merupakan tempat penyimpanan kelebihan air yang berasal dari mata air, air tanah, air hujan dan air yang masuk melalui drainase, baik drainase alami maupun drainase buatan yang bermuara di danau. Danau memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Beberapa manfaat danau yaitu :

1. Mengatur air sehingga dapat mencegah terjadinya banjir
2. Muka air tanah menjadi relative lebih dangkal
3. Sumber air irigasi
4. Lokasi budidaya ikan
5. Objek wisata
6. Prasarana olahraga

Beberapa masalah yang sering terjadi di danau yang dapat mengancam kelestarian danau antara lain :

1. Pendangkalan di danau oleh sedimentasi
2. Pencemaran
3. Eutrofikasi
4. Menurunnya muka air danau

2.3 Pengertian Sedimen dan Sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (sediment yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (suspended sediment) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk, 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 (Asdak, 2007).

Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang ditranspor oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (sand dunes) yang terdapat di gurun dan di tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin. Proses tersebut terjadi terus menerus, seperti batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat

lain oleh tenaga air, angin, dan gletser. Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin tadi membuat terjadinya sedimentasi (Soemarto,1995).

1. Proses Sedimentasi

Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan (transportasi), pengendapan (*deposition*), dan pemadatan (*compaction*) dari sedimen itu sendiri. Dimana proses ini 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 tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Soewarno, 1991).

Sedimen yang sering dijumpai di dalam sungai, baik terlarut atau tidak terlarut, adalah merupakan produk dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama perubahan iklim. Hasil pelapukan batuan induk tersebut kita kenal sebagai partikel-partikel tanah.

Pengaruh tenaga kinetis air hujan dan aliran air permukaan (untuk kasus di daerah tropis), partikel-partikel tanah tersebut dapat terkelupas dan terangkut ke tempat yang lebih rendah untuk kemudian masuk ke dalam sungai dan dikenal sebagai sedimen. Oleh adanya transpor sedimen dari tempat yang lebih tinggi ke daerah hilir dapat menyebabkan pendangkalan waduk, sungai, saluran irigasi, dan terbentuknya tanah-tanah baru di pinggir-pinggir sungai (Asdak, 2007).

Sedimentasi menjadi penyebab utama berkurangnya produktivitas lahan pertanian, dan berkurangnya kapasitas saluran atau sungai akibat pengendapan material hasil erosi. Dengan berjalannya waktu, aliran air terkonsentrasi kedalam suatu lintasan-lintasan yang agak dalam, dan megangkut partikel tanah dan diendapkan ke daerah di bawahnya yang mungkin berupa; sungai, waduk, saluran irigasi, ataupun area pemukiman penduduk

Kapasitas angkutan sedimen pada penampang memanjang sungai adalah besaran sedimen yang lewat penampang tersebut dalam satuan waktu tertentu. Terjadinya penggerusan, pengendapan atau mengalami angkutan seimbang perlu diketahui kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut. Sungai disebut dalam

keadaan seimbang jika kapasitas sedimen yang masuk pada suatu penampang memanjang sungai sama dengan kapasitas sedimen yang keluar dalam satuan waktu tertentu. Pengendapan terjadi dimana kapasitas sedimen yang masuk lebih besar dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu. Sedangkan penggerusan adalah suatu keadaan dimana kapasitas sedimen yang masuk lebih kecil dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi

Proses terjadinya sedimentasi merupakan bagian dari proses erosi tanah. Timbulnya bahan sedimen adalah sebagai akibat dari erosi tanah yang terjadi. Proses erosi dan sedimentasi di Indonesia yang lebih berperan adalah faktor air, sedangkan faktor angin relatif kecil. Proses hidrologis langsung atau tidak langsung mempunyai kaitan dengan terjadinya erosi transport sedimen dan deposisi sedimen di DAS, perubahan tata guna lahan dan praktek pengelolaan DAS juga mempengaruhi terjadinya erosi, sedimen dan gilirannya akan mempengaruhi kualitas air

Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi yang masuk ke DAS yaitu iklim, tanah, topografi, tanaman, kegiatan manusia, karakteristik hidrolika sungai, karakteristik

penampung sedimen, check dam, dan waduk serta kegiatan gunung berapi.

Sedimentasi yang disebabkan oleh kegiatan manusia seyogyanya tidak diabaikan begitu saja yang diantaranya adalah penggundulan hutan, bercocok tanah di atas lereng-lereng pegunungan yang curam dan pembangunan jaringan jalan di daerah pegunungan. Pada semua keadaan tersebut ketahanan butiran tanah terhadap titik-titik air yang menimpanya dan terhadap aliran permukaan sangat menurun, sehingga keseimbangan mekanis dari lereng-lereng tersebut akan terganggu, menyebabkan timbulnya erosi lereng, keruntuhan lereng atau tanah longsor. Selanjutnya sedimen yang dihasilkannya akan turun dari lereng-lereng tersebut dan tertimbun di dasar lembah-lembah dan akan menjadi penyebab timbulnya sedimen luruh (*debris flow*).

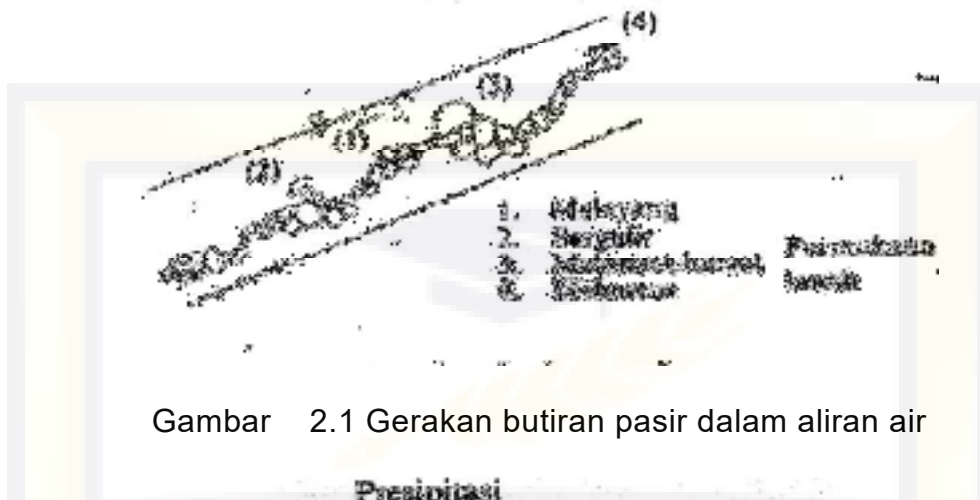
Namun demikian pengetahuan mengenai faktor tersebut tidak menjamin ketepatan perkiraan volume sedimen yang masuk ke DAS. Dari faktor yang telah diterangkan di atas yang paling berpengaruh terhadap besarnya sedimen di DAS adalah iklim atau curah hujan tahunan.

3. Mekanisme Pergerakan Sedimen

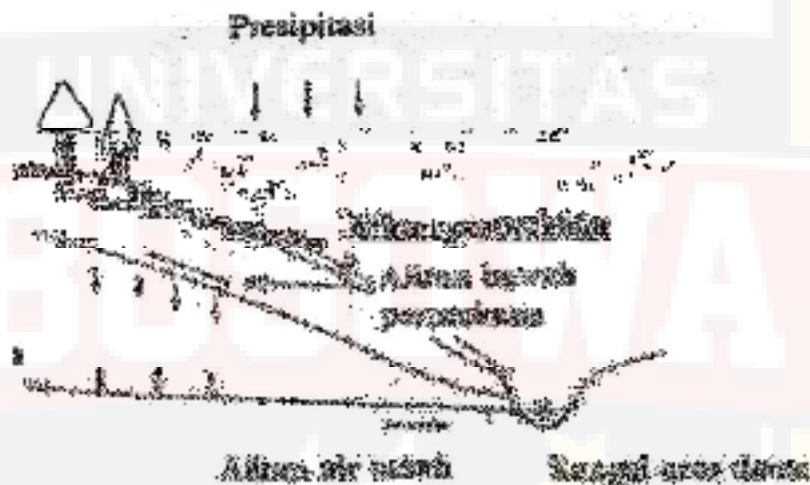
Sungai adalah jalur aliran air di atas permukaan bumi yang selain mengalirkan air, juga mengangkut sedimen

yang terkandung dalam air sungai tersebut. Gerakan butiran tanah atau butiran pasir secara individual akibat tertimpa titik-titik hujan atau terdorong aliran air dalam alur-alur kecil disebut gerakan fluvial (*fluvial movement*). Gaya-gaya yang menyebabkan bergeraknya butiran-butiran kerikil yang terdapat di atas permukaan dasar sungai terdiri dari komponen gaya-gaya gravitasi yang sejajar dengan dasar sungai dan gaya geser serta gaya angkat yang dihasilkan oleh kekuatan aliran air sungai.

Karena muatan dasar senantiasa bergerak, maka permukaan dasar sungai kadang naik (*agradasi*), tetapi kadang-kadang turun (*degradasi*) dan naik-turunnya dasar sungai disebut alterasi dasar sungai (*river bed alternation*). Muatan melayang tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai, tetapi dapat mengendap di dasar waduk-waduk atau muara-muara sungai, yang menimbulkan 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.



Gambar 2.1 Gerakan butiran pasir dalam aliran air



Gambar 2.2 Proses limpasan hujan di daerah pegunungan

Gerakan massa sedimen adalah gerakan air bercampur massa sedimen dengan konsentrasi yang sangat tinggi, di hulu sungai arus deras, di daerah lereng-lereng pegunungan atau gunung berapi. Gerakan sedimen ini disebut sedimen luruh yang biasanya dapat terjadi di dalam alur sungai arus deras (*torrent*) yang kemiringan dari 15° .

Mengapa
mudflow



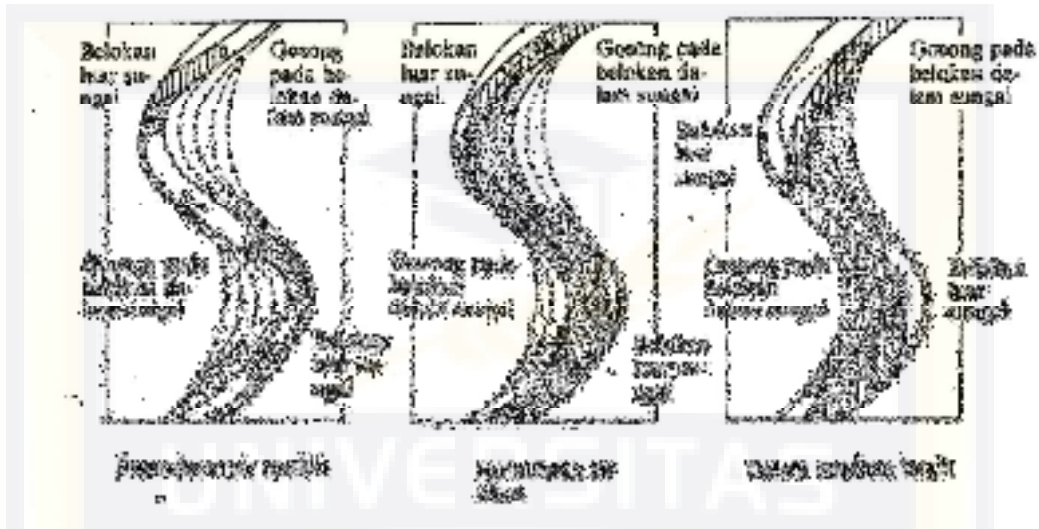
Bagian belakang aliran

Gambar 2.3 Bentuk banjir lahar yang mengandung batu-batu (batu-batu besar berkonsentrasi di bagian depan dan kerikil ukuran kecil terdapat di bagian belakang aliran)

Bahan utama sedimen luruh biasanya terdiri pasir atau lumpur bercampur kerikil dan batu-batu dari berbagai proporsi dan ukuran. Ukuran batu-batu yang terdapat pada sedimen luruh sangat bervariasi mulai dari beberapa cm sampai m. Sedimen luruh yang bahannya berasal dari pelapukan batuan yang sebagian besar berupa pasir disebut pasir luruh (*sand flow*) dan yang sebagian besar berupa lumpur disebut lumpur luruh (*mud flow*). Selain itu sedimen luruh yang bahannya berasal dari endapan hasil letusan gunung berapi disebut banjir lahar dingin atau hanya dengan sebutan banjir lahar.

Kalau suplai sedimen, besar dari kemampuan transpor maka akan terjadi aggradasi. Sedangkan kalau suplai sedimen, lebih kecil dari kemampuan transpor akan terjadi degradasi. Kemampuan transpor sendiri dipengaruhi oleh debit, kecepatan aliran rata-rata, kemiringan (*slope*), tegangan geser dan karakteristik sedimen. Agar tidak terjadi aggradasi dan degradasi harus diciptakan kondisi seimbang dalam suatu sungai. Kondisi seimbang akan terjadi apabila suplai

sedimen (dominan dari DAS) sama dengan kapasitas transport sedimen sistem sungai.



Gambar 2.4 Progres gerakan sedimen dan perpindahan daerah pengendapan karena terjadinya perubahan muka air

Mekanisme pengangkutan butir-butir tanah yang dibawa dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

- a. *Wash Load Transport* atau angkutan sedimen cuci, yaitu 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 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 Transport* atau angkutan sedimen layang, yaitu 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 Transport* atau angkutan sedimen loncat, yaitu pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan *suspended load* dan *bed load*. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus meloncat-loncat (*skip*) dan melambung (*bounce*) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran.
- d. *Bed Load Transport* atau angkutan sedimen dasar, yaitu 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*). Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran

partikel tersebut bergerak ke arah hilir. (Soewarno, 1991)

4. Pemasalahan dan Penanggulangan Sedimentasi

Menurut Soemarto (1995), Dalam konteks pengelolaan DAS, kegiatan pengelolaan yang dilakukan umumnya bertujuan untuk mengendalikan dan menurunkan laju sedimentasi karena kerugian yang ditimbulkan oleh adanya proses sedimen jauh lebih besar daripada manfaat yang diperoleh. Adapun beberapa dampak yang diakibatkan dari sedimentasi yaitu sebagai berikut:

- a. Di sungai, pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya permukaan air sehingga dapat mengakibatkan banjir yang menimpa lahan-lahan yang tidak dilindungi. Hal tersebut diatas dapat pula mengakibatkan aliran mengering dan mencari alur baru.
- b. Di saluran, jika saluran irigasi atau saluran pelayaran dialiri air yang penuh dengan sedimen akan terjadi pengendapan di saluran tersebut, sedangkan untuk pengerutan sedimen itu diperlukan biaya yang cukup besar dan akan menyebabkan terhentinya operasi saluran.

- c. Di waduk, pengendapan sedimen di waduk-waduk akan mengurangi volume aktifnya. Sebagian besar jumlah sedimen yang dialirkan oleh waduk adalah sedimen yang dialiri sungai-sungai ke waduk, hanya sebagian kecil saja yang berasal dari longsoran tebing-tebing waduk yang berasal dari geruan tebing-tebing waduk oleh limpasan permukaan. Butiran-butiran yang kasar akan diendapkan dibagian hulu waduk, sedangkan yang halus diendapkan dengan bendungan, dan sebagian dapat dibilas ke bawah jika terjadi banjir saat permukaan air waduk masih rendah.
- d. Di bendungan atau pintu-pintu air, yang menyebabkan terjadinya kesulitan dalam mengoperasikan pintu-pintu tersebut. Juga karena pemebentukan pulau-pulau pasir (*sand bars*) di hulu bendungan atau pintu air sehingga aliran air yang lewat bendungan atau pintu terganggu.
- e. Di daerah sepanjang sugai, akan lebih sering terjadi banjir pada daerah yang tidak dilindungi, selamanya tanggulnya selalu dipertinggi sesuai dengan kenaikan dasar sungai dan muka airnya akan mempengaruhi drainase daerah sekitarnya, lama kelamaan drainase dengan air gravitasi tidak dimungkinkan lagi.

Untuk menjaga kapasitas waduk supaya tetap lestari diantaranya adalah dengan mengurangi laju sedimentasi yang masuk ke waduk dengan cara program konservasi DAS, bangunan pengendali erosi, penangkap sedimen di daerah hulu waduk dan lain sebagainya. Salah satu upaya adalah membuat struktur pengendali sedimen atau yang sering disebut *Chek Dam* untuk sungai, sudah dikembangkan juga struktur ambang bawah air (*underwater sill*) atau tanggul dibawah laut.

Erosi dapat juga disebut pengikisan atau kelongsoran yang merupakan suatu proses dimana tanah dihancurkan (*detached*) dan kemudian dipindahkan ke tempat lain oleh kekuatan air, angin, atau gravitasi. Di Indonesia erosi yang terpenting adalah yang disebabkan oleh air.

Erosi mengakibatkan terjadinya pemindahan butiran-butiran ke tempat lain melalui suatu proses yang dinamakan angkutan sedimen. Pengendapan butiran tanah hasil erosi di tempat perairan menjadi permasalahan lain yang juga terkait langsung dengan erosi. Tentu saja pengendapan tersebut paling banyak terjadi di sungai dan waduk. Apabila ir sungai atau waduk digunakan untuk memenuhi kebutuhan irigasi, tidak menutup kemungkinan terjadi pula

pengendapan di bagian hulu bending irigasi maupun disaluran pembawa (primer, sekunder, tersier) air irigasi.

2.4 Analisis Perhitungan Angkutan Sedimentasi

1. Analisis Berdasarkan Suripin

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

$$Q_s = 0.0864 C_s Q_w \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana:

Q_s = Debit sedimen harian (ton/hari)

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

C_s = Konsentrasi sedimen layang (mg/l)

0.0864 = Konversi satuan dari kg/sek ke ton/hari

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 konsentrasi sedimen dalam satuan ppm (part per million) atau mg/ltr. (Supangat ,2014).

Kadar konsentrasi C_s dapat diperoleh dengan persamaan :

$$C_s = \frac{1000}{V} \times (a - b) \times 1000 \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

C_s = Konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

V = Volume sampel sedimen (ml)

a = Berat cawan berisi endapan sedimen (gr)

b = Berat cawan kosong

Penentuan Konsentrasi Sedimen Layang

Sampel sedimen melayang selalu dianalisa di laboratorium secara langsung. Sesudah diendapkan selama 1-2 hari, konsentrasi sedimen ditentukan dengan menimbang kandungan sedimen yang telah dikeringkan dan membagi dengan volume sampel sedimen + airnya. Konsentrasi sedimen selalu dinyatakan dalam satuan :

1. mg/l, atau g/l atau g/m^3 , kg/m^3 , atau
2. parts per million, atau
3. dinyatakan dalam %.

Faktor konversi dapat dilihat pada tabel 2.1. dengan anggapan kerapatan air (water density) = $1,0 \text{ g/cm}^3$ dan kerapatan partikel sedimen $2,65 \text{ g/cm}^3$ dan kandungan bahan padat terlarut kurang dari 1000 ppm.

Tabel 2.1 Faktor konversi konsentrasi sedimen melayang
(dalam ppm ke g/l)

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi (mg/l)	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi (mg/l)
0 - 15900	1,00	322000 - 341000	1,26
16000 - 46800	1,02	342000 - 361000	1,28
46900 - 76500	1,04	362000 - 380000	1,30
76600 - 105900	1,06	381000 - 399000	1,32
106000 - 133000	1,08	400000 - 416000	1,34
134000 - 159000	1,10	417000 - 434000	1,36
160000 - 185000	1,12	435000 - 451000	1,38
186000 - 210000	1,14	452000 - 467000	1,40
211000 - 233000	1,16	468000 - 483000	1,42
234000 - 256000	1,18	484000 - 498000	1,44
257000 - 279000	1,20	499000 - 514000	1,46
280000 - 300000	1,22	515000 - 528000	1,48
301000 - 321000	1,24	529000 - 542000	1,50

ppm = $\frac{\text{berat jenis} \times 1 \text{ juta}}{\text{berat air} + \text{sedimen}}$

1 ppm = $\frac{0,0010 \text{ g}}{1000 \text{ g}} = \frac{1 \text{ g}}{1000000 \text{ g}}$

BAB III

METODE PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai Walanae adalah sebuah sungai di Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai Walanae berhulu di Pegunungan Bonton Tangui-Bohonglangi di perbatasan Kabupaten Bone dengan Kabupaten Gowa serta Kabupaten Maros. Sungai ini kemudian mengalir sekira 180 Km dari selatan ke utara menuju Aluvial danau Tempe dan berbelok ke timur hingga bermuara ke Teluk Bone di Kabupaten Bone. Namun Walanae diambil dari nama sebuah dusun di Desa Pattuku, Kecamatan Bontocani, Kabupaten Bone. Namun diwilayah hilir Sungai Walanae lebih dikenal dengan nama Sungai Cenranae

Di DAS Walanae terdapat sebuah danau yaitu Danau Tempe. Danau Tempe merupakan salah satu danau besar yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan, tepatnya di Kabupaten Wajo (70% area efektif danau berada di kabupaten ini), Kabupaten Sidenreng Rappang dan Kabupaten Soppeng. Danau ini melintasi 10 Kecamatan dan 51 desa. Secara geografis, Danau Tempe terletak pada $119^{\circ}50'00''$ BT - $120^{\circ}5'00''$ BT dan $4^{\circ}00'00'$ LS - $4^{\circ}10'00'$ LS. Dilihat dari karakteristik geologis, Danau Tempe terletak di atas lempengan benua Australia dan Asia serta

merupakan salah satu danau tektonik di Indonesia. Sungai yang menuju ke danau terdiri dari 23 sungai, yang termasuk dalam DAS Bila dan DAS Walanae (Hermawan *et al*, 2015). Danau Tempe berfungsi sebagai penyedia air bersih dan air baku, pertanian, pariwisata, pencegah bencana alam/banjir, habitat tumbuhan dan satwa, pengatur fungsi hidrologi, penghasil sumberdaya alam hayati, sumber perikanan (baik budidaya maupun perikanan tangkap), sumber pendapatan, dan sebagai sarana penelitian dan pendidikan.



Gambar 3.1 Peta Wilayah Sungai Walanae dan Cenranae
(Sumber UPTD PSDA W. S. Walanae – Cenranae)

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

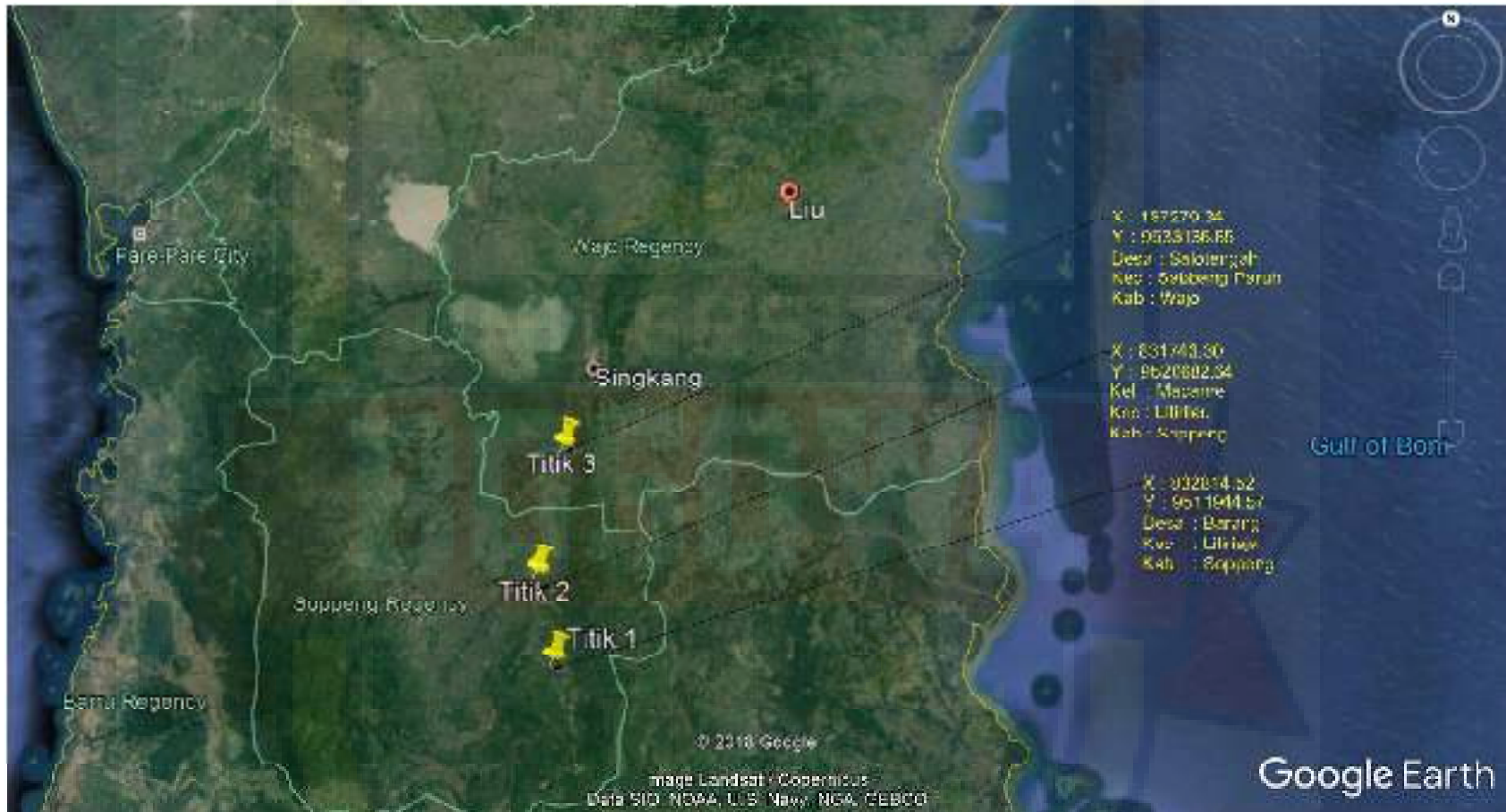
a. Waktu penelitian

1. Musim kemarau pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 19 September 2018.
2. Musim hujan pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 20 Januari 2019.

b. Tempat penelitian

Lokasi studi penelitian tugas akhir ini adalah di Aliran Sungai Walanae yaitu titik 1 di Jembatan Pacongkang yang terletak di Desa Barang Kecamatan Liriaja Kabupaten Soppeng, titik 2 di Jembatan Cabbenge terletak di Desa Macanre Kecamatan Lirilau Kabupaten Soppeng dan titik 3 Jembatan Liu terletak di Desa Salotengah Kecamatan Sabbangparu Kabupaten Wajo.

Pada penelitian ini jarak dari titik 1 ke titik 2 adalah ± 15 Km dan jarak titik 2 ke titik 3 adalah $\pm 24,3$ Km. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Titik-titik Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen
(Sumber: Google Earth)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat :

1. *Current Meter*
2. *Bak Ukur*
3. *Stopwatch*
4. *Spidol*
5. *Botol Sampel*
6. *Meteran*

Bahan :

1. Kertas Saring
2. Sedimen Terangcut

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi, survey lapangan, analisis data sampai dengan hasil penelitian.

Adapun prosedurnya sebagai berikut:

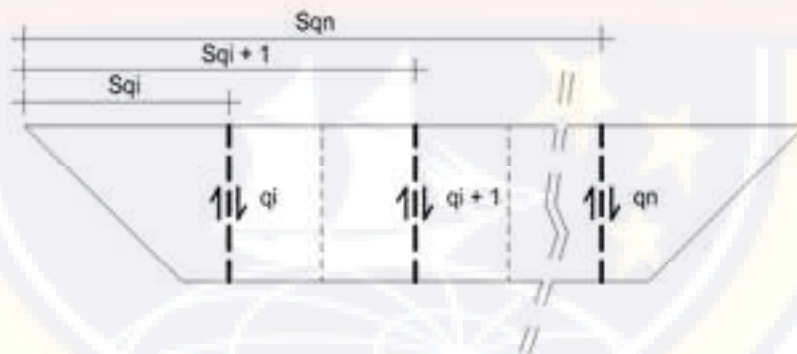
1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan/pendahuluan meliputi studi literatur kemudian melakukan survey/peninjauan lokasi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam lokasi pengambilan contoh adalah sebagai berikut :

- a. Pengambilan contoh muatan sedimen melayang harus dipilih pada lokasi yang tidak terpengaruh adanya bangunan air atau arus balik
- b. Lokasi pengambilan contoh muatan sedimen melayang dipilih dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut.
 - 1) Pengukuran muatan sedimen melayang dilakukan pada lokasi pengukuran debit.
 - 2) Dasar sungai merata.
 - 3) Penampang melintang harus tegak lurus arah aliran.
- c. Penetapan titik pengambilan

Penetapan titik pengambilan, digambarkan dan dirumuskan sebagaimana Gambar 3.3 sebagai berikut :



Gambar 3.3 Sketsa Lokasi Pengambilan Contoh

(Sumber SNI 3414-2008)

Catatan : S_{q_i} adalah jarak antara titik pengambilan terhadap titik awal

2. Tahapan Pengukuran

Data yang diperlukan untuk pengambilan muatan sedimen melayang berupa data aktual pengukuran yang dilakukan segera sebelum pengambilan contoh muatan sedimen ini dilaksanakan.

Data tersebut terdiri dari :

a. Pembuatan profil sungai

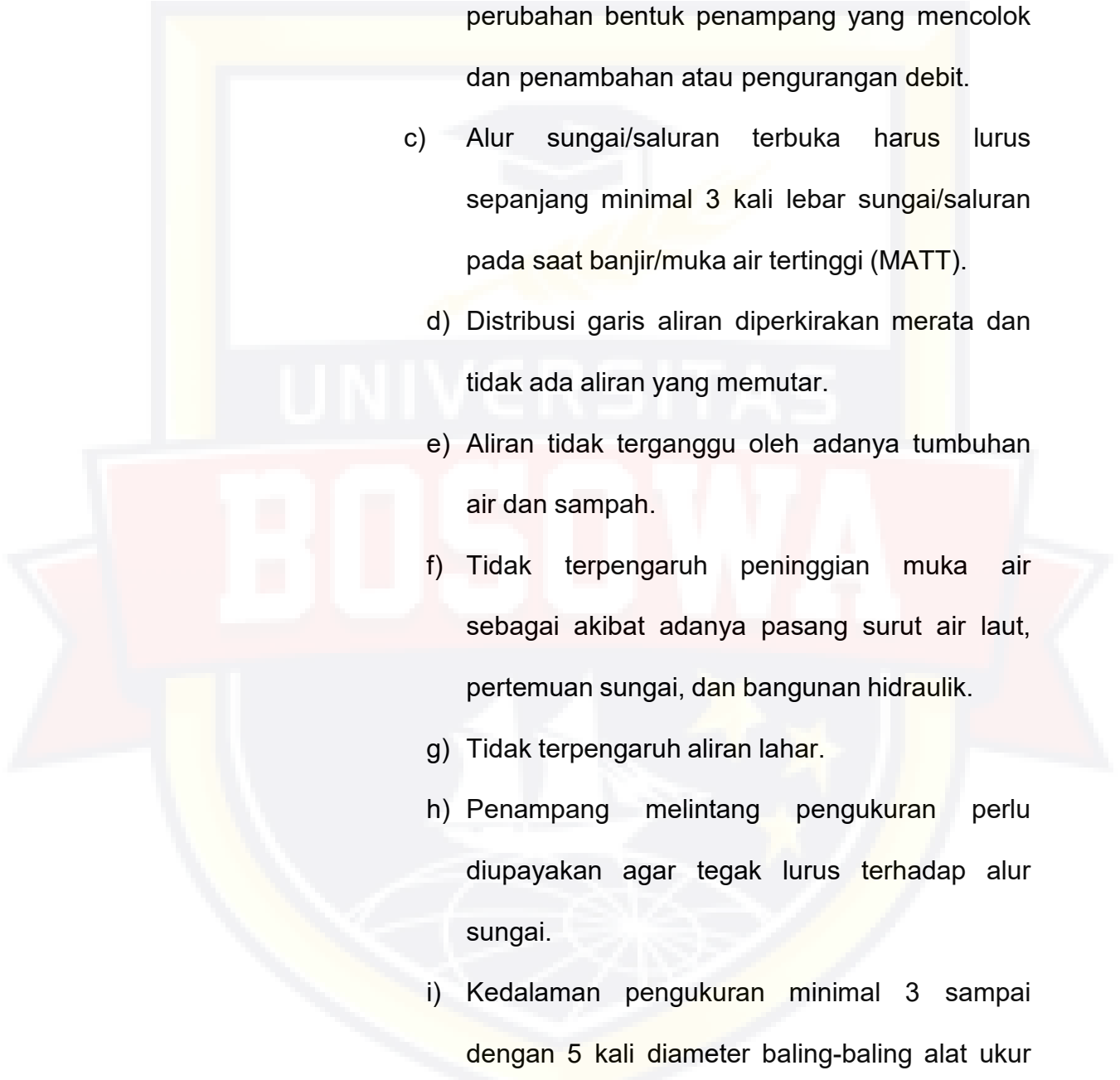
Profil sungai atau bentuk geometrik saluran sungai sungai berpengaruh terhadap besarnya kecepatan aliran sungai, sehingga dalam perhitungan debit perlu dilakukan pembuatan profil sungai, dengan cara berikut :

- 1) Pilih lokasi yang representatif (dapat mewakili) untuk pengukuran debit
- 2) Ukuran lebar sungai (penampang horizontal)
- 3) Bagi lebar sungai menjadi 10-20 bagian dengan interval jarak yang sama
- 4) Ukuran kedalaman air di setiap interval dengan mempergunakan tongkat

b. Pengukuran debit.

Adapun persyaratan pengukuran debit yaitu

- 1) Pemilihan Lokasi pengukuran debit
 - a) Lokasi pengukuran debit dipilih dengan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut.

- 
- b) Tepat pada pos duga muka air atau di sekitar pos duga muka air sepanjang tidak ada perubahan bentuk penampang yang mencolok dan penambahan atau pengurangan debit.
- c) Alur sungai/saluran terbuka harus lurus sepanjang minimal 3 kali lebar sungai/saluran pada saat banjir/muka air tertinggi (MATT).
- d) Distribusi garis aliran diperkirakan merata dan tidak ada aliran yang memutar.
- e) Aliran tidak terganggu oleh adanya tumbuhan air dan sampah.
- f) Tidak terpengaruh peninggian muka air sebagai akibat adanya pasang surut air laut, pertemuan sungai, dan bangunan hidraulik.
- g) Tidak terpengaruh aliran lahar.
- h) Penampang melintang pengukuran perlu diupayakan agar tegak lurus terhadap alur sungai.
- i) Kedalaman pengukuran minimal 3 sampai dengan 5 kali diameter baling-baling alat ukur arus yang digunakan.
- j) Apabila pengukuran debit dilakukan pada lokasi bendung, maka harus dilakukan di hilir

bendung atau di hulu bendung sampai dengan tidak ada pengaruh pengempangan.

Pengukuran pada lokasi bendung biasanya dilakukan untuk keperluan kalibrasi bendung dengan mengubah bukaan pintu.

2) Pertimbangan Hidraulik

Kondisi hidraulik yang harus diperhatikan di lokasi pengukuran debit, yaitu sebagai berikut:

a) Mempunyai pola aliran yang seragam dan mendekati kondisi aliran subkritik.

b) Tidak terkena pengaruh arus balik (pengempangan) dan aliran lahar.

3) Lama dan periode pelaksanaan

Ketentuan yang perlu diperhatikan:

a) Lama pengukuran debit tergantung dari perubahan keadaan aliran pada saat pengukuran dilaksanakan:

- Pada saat aliran rendah pengukuran debit dilaksanakan dua kali dalam sekali periode waktu pengukuran (bolak-balik di penampang basah yang sama)

- Pada saat banjir pengukuran debit dilaksanakan satu kali dalam periode waktu pengukuran.

b) Periode pelaksanaan pengukuran tergantung dari musim:

- Pada musim kemarau pengukuran debit dilaksanakan cukup sekali dalam satu bulan.
- Pada musim penghujan pengukuran dilaksanakan berulang kali, paling sedikit 3 kali untuk setiap bulan. Pada musim peralihan pengukuran dilaksanakan paling sedikit 2 kali dalam sebulan.

4) Keandalan peralatan dan saran penunjang

Peralatan dan sarana penunjang harus dipelihara agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, antara lain alat ukur arus harus dikalibrasi secara berkala, dibersihkan dan dirawat dengan baik.

Adapun pengukuran debit menggunakan alat yaitu

1) Pengukuran Debit Dengan Alat Pelampung

Pengukuran debit dilakukan dengan jalan mengapungkan suatu benda misalnya bola tennis, pada lintasan tertentu sampai dengan suatu titik

yang telah diketahui jaraknya. Pengukuran dilakukan oleh tiga orang masing-masing bertugas sebagai pelepas pengapung di titik awal, pengamatan di titik akhir lintasan dan pencatat waktu perjalanan alat pengapung dari awal sampai titik akhir. Langkah pengukuran debit adalah sebagai berikut:

- a) Tentukan lokasi pengukuran pada bagian sungai yang lurus dan permukaannya relatif datar. Bila sungai relatif lebar, bawah jembatan adalah tempat pengukuran yang cukup ideal
- b) Tentukan Jarak pengukuran (m)
- c) Tentukan luas penampang aliran dengan mengukur kedalaman (tinggi muka air) dikalikan dengan lebar penampang (m^2) di daerah lokasi pengukuran yang telah ditetapkan
- d) Buat profil sungai pada akhir lintasan
- e) Catat waktu tempuh benda apung mulai saat dilepaskan sampai dengan garis akhir lintasan
- f) Ulangi pengukuran sebanyak tiga kali
- g) Hitung kecepatan rata-ratanya

Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh atau dapat ditulis

dengan persamaan:

$$V = L / t \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/s)

L = Jarak (m)

t = Waktu (s)

Menghitung luas penampang dengan rumus:

$$A = H \times I \dots\dots\dots 3.2$$

Dimana :

A = Luas penampang sungai (m²)

H = Kedalaman sungai (m)

I = Lebar penampang sungai (m)

Menghitung debit dengan rumus:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana :

Q = Debit air (m³/s)

V = Kecepatan aliran (m/s)

A = Luas penampang sungai (m²)

2) Pengukuran Debit Dengan Alat *Current meter*

Pengukuran kecepatan aliran dengan *Current meter*

mengikuti prosedur sebagai berikut:

- a) Menyiapkan satu unit *Current meter*

- b) Mengukur penampang melintang saluran yang akan digunakan sebagai saluran percobaan.
- c) Semua peralatan setelah siap, kemudian membagi-bagi penampang aliran menjadi 3 (tiga) pias atau bagian dengan lebar permukaan yang sama.
- d) Mengukur tinggi air penampang basah saluran, lebar permukaan basah dan lebar permukaan air setiap pias.
- e) Memasukkan stik dan *propeller Current meter* kedalam saluran dan ditempatkan pada masing-masing kedalaman $0,2H$: $0,6H$: dan $0,8H$, (H = tinggi muka air dari dasar saluran). Dipilih sesuai kedalaman aliran.
- f) Menempatkan *Propeler* tegak lurus menghadap arus aliran, setelah tepat pada posisi yang dimaksud kemudian menekan tombol pada *counter* bersamaan dengan itu juga menjalankan stopwatch sampai pada interval waktu tertentu (50 detik) counter dan menghentikan *stop watch*, kemudian mencatat jumlah putaran (N) pada *counter*.

g) Mengulangi percobaan diatas diulang sebanyak 3 kali untuk beberapa tinggi muka air (H) sesuai dengan perubahan aliran yang ditentukan.

h) Menghitung kecepatan tiap pengukuran, menghitung kecepatan rata-rata.

Menghitung kecepatan aliran dengan rumus:

$$V = a.n + b \dots\dots\dots 3.5$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Jumlah putaran

a, b = Tetapan (nilai ini ditetapkan dalam kalibrasi)

3. Tahapan Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan muatan sedimen melayang dilakukan segera setelah pengukuran debit selesai dilakukan, dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Tahap persiapan pengambilan contoh, sebagai berikut.
 - 1) Tentukan lokasi pengambilan
 - 2) Siapkan data hasil pengukuran penampang melintang
 - 3) Siapkan data hasil pengukuran debit
 - 4) Siapkan, periksa dan rakit alat pengambilan contoh.
 - 5) Siapkan formulir pengambilan contoh.
 - 6) Isi formulir pengambilan contoh.

7) Tentukan jumlah titik pengambilan di suatu penampang melintang

b) Tahap pengambilan contoh, sebagai berikut.

- 1) Hitung besar debit pada setiap sub penampang melintang.
- 2) Hitung debit tengah dari setiap sub penampang melintang.
- 3) Tentukan lokasi pengambilan dengan cara mencari titik pada kartu pengukuran dengan besaran debit yang paling dekat dengan besar debit pada butir 2).
- 4) Tentukan jarak lokasi titik pengambilan dari sisi sungai, sesuai dengan butir 3)
- 5) Tentukan lama waktu pengambilan sesuai dengan diameter lubang alat (*nozzle*) pengambil yang digunakan
- 6) Lakukan pengambilan sampel muatan sedimen melayang.
- 7) Masukkan sampel muatan sedimen melayang ke dalam botol yang telah disediakan.
- 8) Botol tersebut diberi tanda label.
- 9) Siapkan Sampel muatan sedimen melayang untuk dianalisis di laboratorium

10) Ulangi kegiatan butir 3) sampai 9) untuk lokasi titik pengambilan yang lainnya, hingga semuanya selesai dikerjakan.

4. Pengujian Sampel Sedimentasi

Kadar sedimen ditentukan dari persentase sedimen dalam sampel sedimen melayang. Adapun cara pengujian sampel sedimen melayang dilaboratorium:

- a. Menyiapkan alat dan bahan
- b. Mengeringkan Kertas saring selama 2 jam didalam oven
- c. Menimbang cawan kosong + kertas saring
- d. Menyaring sampel sedimen dengan kertas saring, usahakan sampel sedimen dalam botol tercampur merata dengan air
- e. Menimbang cawan + kertas saring + sampel sedimen
- f. Memasukkan sampel ke dalam oven selama 24 jam
- g. Menimbang cawan + kertas saring + sampel sedimen
- h. Menghitung kadar sedimen

Pengujian sampel sedimen dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bosowo. Analisis yang dilakukan adalah Uji Konsentrasi Sedimen (Cs)

5. Analisis Sedimentasi

Berdasarkan angkutan sedimen yang terjadi maka debit angkutan sedimen layang dihitung dengan rumus.

$$Q_s = Q \times C_s \times K \dots\dots\dots 3.6$$

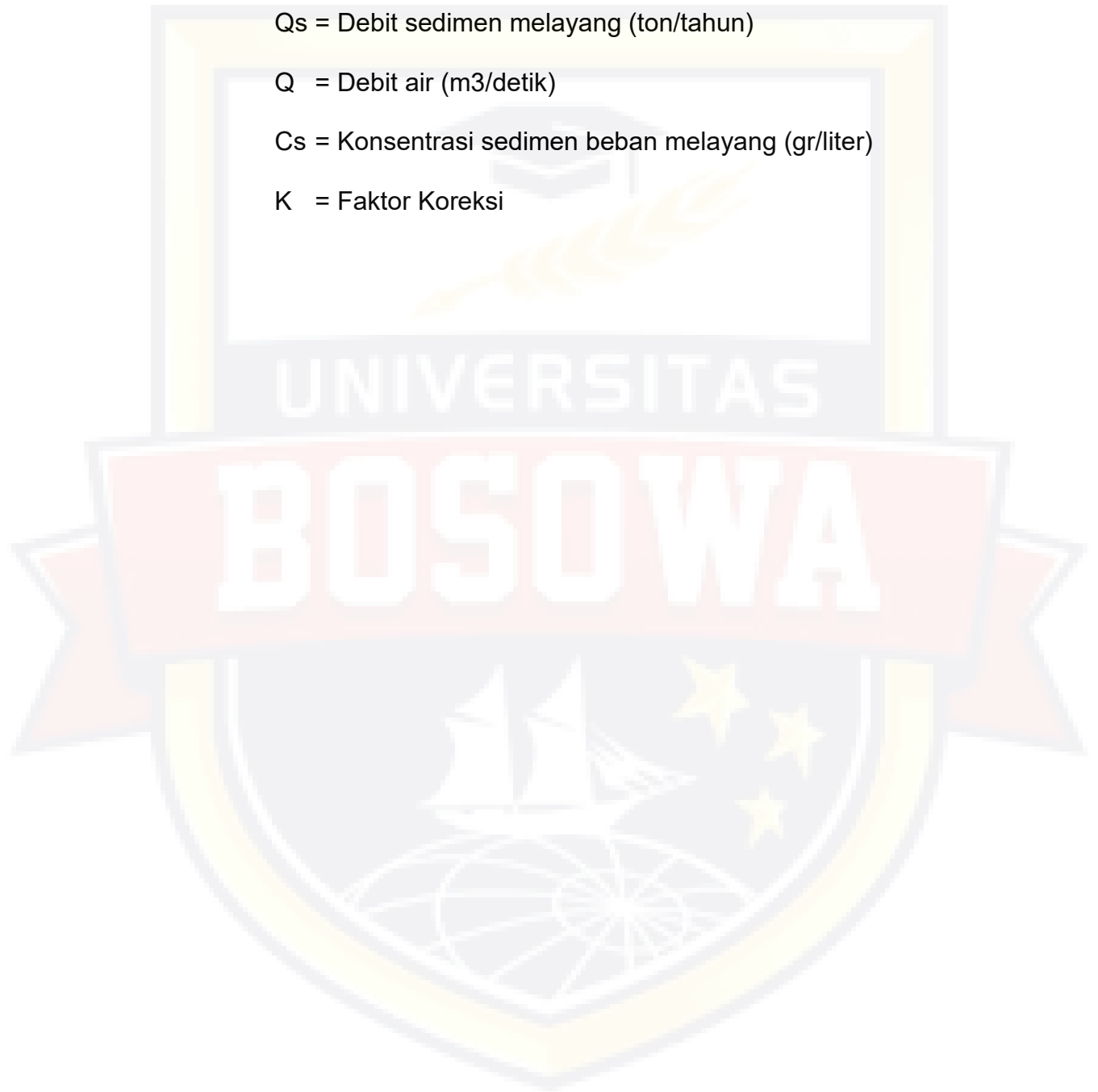
Dimana :

Q_s = Debit sedimen melayang (ton/tahun)

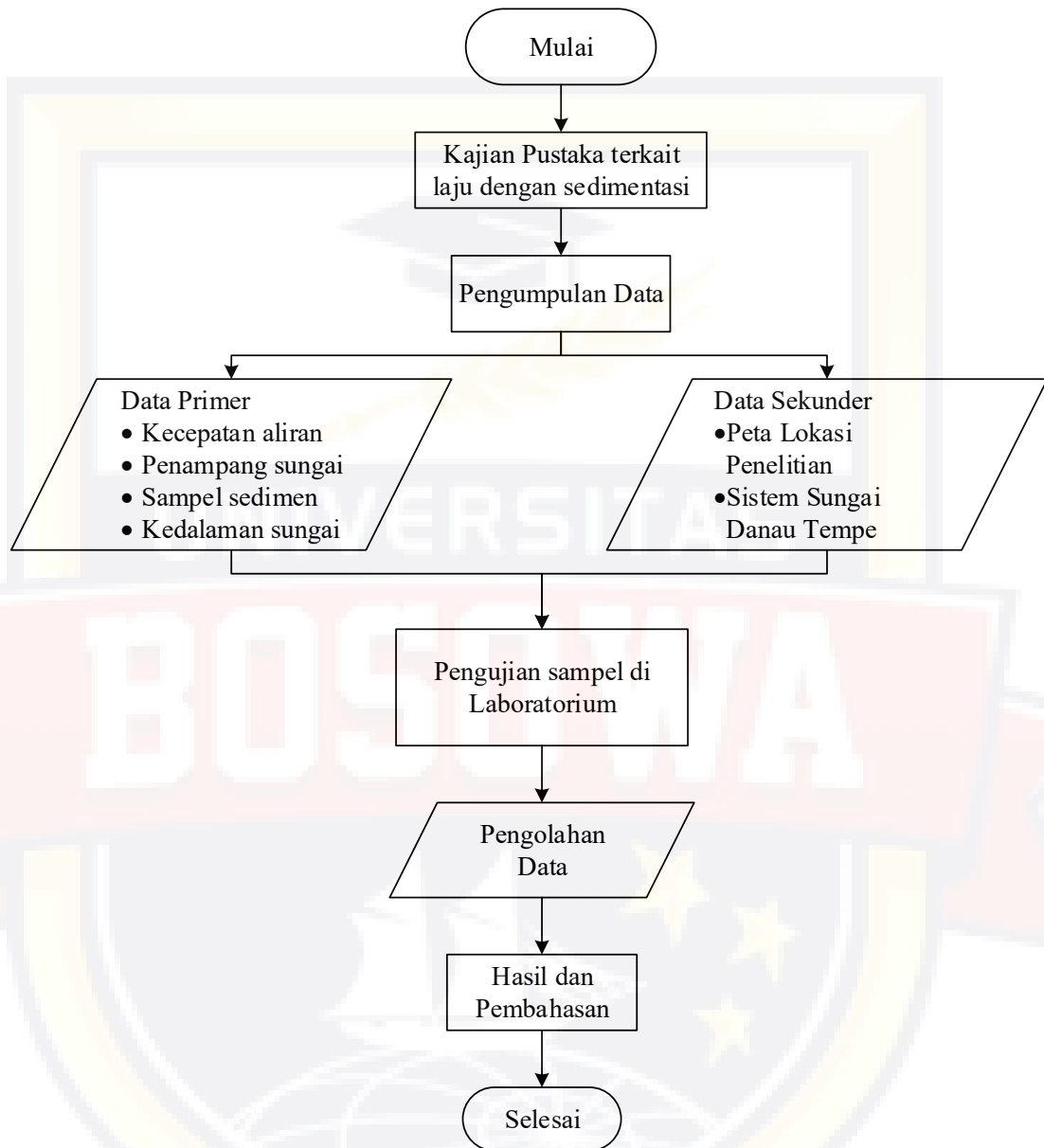
Q = Debit air (m³/detik)

C_s = Konsentrasi sedimen beban melayang (gr/liter)

K = Faktor Koreksi



3.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

Bab IV

Hasil dan Pembahasan

4.1 Perhitungan Sedimen Melayang

Berdasarkan data primer yang telah dilakukan dilapangan, yakni berupa luas penampang sungai di aliran Sungai Walanae dan kecepatan aliran, serta kondisi disekitar daerah pengamatan pada daerah aliran Sungai Walane, yang selanjutnya menjadi dasar dalam pengolahan data untuk mendapatkan debit sedimen melayang.

Sebelum menghitung sedimen melayang, terlebih dahulu dihitung debit air di daerah aliran Sungai Walanae. Untuk menghitung kecepatan aliran di daerah Aliran Sungai Walane menggunakan alat current meter.

4.1.1 Perhitungan Debit (Q) Musim Kemarau

Untuk mengetahui Debit aliran Sungai Walane di tempat pengambil titik yaitu Jembatan Pacongkang, Jembatan Cabbenge, dan Jembatan Liu dapat ditentukan, dengan persamaan debit adalah:

$$Q = V \times A$$

Dimana :

Q = debit (m³/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang (m²)

Pengamatan di Aliran Sungai Walanae, pada tanggal 19/8/2018

Q (Jembatan Pacongkang)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.400 \text{ m/s} \times 96.16 \text{ m}^2$$

$$= 38.46 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel data pengukuran debit air aliran Sungai Walane sebagai berikut :

UNIVERSITAS

BOSOWA

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Debit (Q_w) Pada Titik Jembatan Pacongkang

No.	Titik	Kecepatan (m/s)	Lebar Sungai (m)	Kedalaman (m)							Kedalaman Rata-rata (m)	Luas (m ²)	Debit Air (m ³ /s)
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7			
1	1A	0.4	50.50	1.16	1.22	1.42	3.40	2.77	2.16	1.20	1.904	96.166	38.467
2	1B	0.3											28.850
3	1C	0.4											38.467
4	2A	0.3											28.850
5	2B	0.4											38.467
6	2C	0.4											38.467
7	3A	0.3											28.850
8	3B	0.3											28.850
9	3C	0.3											28.850

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan kecepatan aliran rata-rata (V) 0.34 m/s dan luas penampang (A) sebesar 96.166 m² maka didapatkan debit rata-rata (Q) sebesar 33.12 m³/s pada Jembatan Pacongkang.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Debit (Q_w) Pada Titik Jembatan Cabbenge

No.	Titik	Kecepatan (m/s)	Lebar Sungai (m)	Kedalaman (m)							Kedalaman Rata-rata (m)	Luas (m ²)	Debit Air (m ³ /s)
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7			
1	1A	0.3	50.15	0.66	0.72	0.92	1.24	1.03	0.92	0.74	0.890	44.634	13.390
2	1B	0.3											13.390
3	1C	0.3											13.390
4	2A	0.4											17.853
5	2B	0.4											17.853
6	2C	0.3											13.390
7	3A	0.2											8.927
8	3B	0.3											13.390
9	3C	0.3											13.390

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan kecepatan aliran rata-rata (V) 0.32 m/s dan luas penampang sebesar (A) 44.634 m² maka didapatkan debit rata-rata (Q) sebesar 14.38 m³/s pada Jembatan Cabbenge.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Debit (Q_w) Pada Titik Jembatan Liu

No.	Titik	Kecepatan (m/s)	Lebar Sungai (m)	Kedalaman (m)							Kedalaman Rata-rata (m)	Luas (m ²)	Debit Air (m ³ /s)
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7			
1	1A	0.3	52.07	0.83	0.91	1.04	1.50	0.78	0.67	0.41	0.877	45.673	13.702
2	1B	0.3											13.702
3	1C	0.3											13.702
4	2A	0.3											13.702
5	2B	0.3											13.702
6	2C	0.2											9.135
7	3A	0.3											13.702
8	3B	0.3											13.702
9	3C	0.3											13.702

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan kecepatan aliran rata-rata (V) 0.28 m/s dan luas penampang sebesar (A) 45.673 m² maka didapatkan debit rata-rata (Q) sebesar 13.19 m³/s pada Jembatan Liu.

Berdasarkan hasil pengukuran debit di aliran Sungai Walane di Jembatan Pacongkang menghasilkan 33,12 m³/s, Jembatan Cabbenge menghasilkan 13,90 m³/s, dan Jembatan Liu menghasilkan 13,19 m³/s. Sehingga rata-rata debit di aliran sungai Walanae sebesar 20.068 m³/s.

4.1.2 Pengujian Kadar Sedimen Musim Kemarau

Kadar sedimen ditentukan dari persentase sedimen dalam sampel sedimen melayang.

Rumus yang digunakan adalah :

$$W_3 = W_1 - W_2$$

Dimana :

W_3 = berat tanah kering (gr)

W_1 = berat cawan + kertas saring + sampel (gr)

W_2 = berat cawan + kertas saring + tanah kering (gr)

Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Lab. sampel Pacongkang

Titik Sampel	Berat Cawan + Kertas Saring (gr)	Berat Cawan + Kertas Saring + Tanah Kering (gr)	Berat Tanah Kering (gr)
	W1	W2	W3
1a	24.2	24.25	0.05
1b	24.2	24.24	0.04
1c	24.9	24.95	0.05
2a	24.2	24.26	0.06
2b	23.9	23.97	0.07
2c	23.4	23.46	0.06
3a	25	25.04	0.04
3b	23.5	23.54	0.04
3c	24.6	24.65	0.05

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Lab. sampel Cabbenge

Titik Sampel	Berat Cawan + Kertas Saring (gr)	Berat Cawan + Kertas Saring + Tanah Kering (gr)	Berat Tanah Kering (gr)
	W1	W2	W3
1a	23.5	23.55	0.05
1b	23.5	23.54	0.04
1c	24.3	24.35	0.05
2a	24.7	24.77	0.07
2b	23.1	23.19	0.09
2c	23.3	23.38	0.08
3a	24.2	24.25	0.05
3b	24.4	24.46	0.06
3c	24.5	24.54	0.04

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Lab. Sampel Liu

Titik Sampel	Berat Cawan + Kertas Saring (gr)	Berat Cawan + Kertas Saring + Tanah Kering (gr)	Berat Tanah Kering (gr)
	W1	W2	W3
1a	24.1	24.18	0.08
1b	24.7	24.76	0.06
1c	23.1	23.16	0.06
2a	24.6	24.72	0.12
2b	25	25.13	0.13
2c	24.6	24.72	0.12
3a	24	24.07	0.07
3b	24.3	24.35	0.05
3c	25	25.07	0.07

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.3 Perhitungan Konsentrasi Sedimen (Cs) Musim Kemarau

Untuk menentukan konsentrasi sedimen, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$CS = \frac{1000}{V} \times (b - a) \times 1000$$

Dimana :

CS = Konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

V = Volume sampel sedimen (ml)

b = Berat cawan berisi + kertas saring + endapan sedimen

a = Berat cawan kosong + kertas saring

Contoh perhitungan :

Titik Jembatan Pacongkang

$$\begin{aligned}CS &= \frac{1000}{V} \times (b - a) \times 1000 \\ &= \frac{1000}{0,600} \times (24,25 - 24,20) \times 1000 \\ &= 83.333,33 \text{ mg/lit}\end{aligned}$$

= 83.333,33 dikonversi dalam satuan ppm = 1,06 mg/lit

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

BOSOWA

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Konsentrasi Sedimen di Jembatan Pacongkang

No	Titik Sampel	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W3 (mg)	Volume Sampel (lt)	CS (mg/lt)	Konsentrasi sedimen berdasarkan faktor konversi satuan ppm (mg/lt)	CS rata-rata (mg/lt)
1	1A	24.20	24.25	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	1.05
2	1B	24.20	24.24	0.04	40	0.60	66,666.67	1.04	
3	1C	24.90	24.95	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	
4	2A	24.20	24.26	0.06	60	0.60	100,000.00	1.06	1.07
5	2B	23.90	23.97	0.07	70	0.60	116,666.67	1.08	
6	2C	23.40	23.46	0.06	60	0.60	100,000.00	1.06	
7	3A	25.00	25.04	0.04	40	0.60	66,666.67	1.04	1.05
8	3B	23.50	23.54	0.04	40	0.60	66,666.67	1.04	
9	3C	24.60	24.65	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan konsentrasi sedimen (Cs) sebesar 1,06 mg/ltr pada Jembatan Pacongkang

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Konsentrasi Sedimen di Cabbenge

No	Titik Sampel	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W3 (mg)	Volume Sampel (lt)	CS (mg/lt)	Konsentrasi sedimen berdasarkan faktor konversi satuan ppm mg/lt	CS rata-rata (mg/lt)
1	1A	23.50	23.55	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	1.05
2	1B	23.50	23.54	0.04	40	0.60	66,666.67	1.04	
3	1C	24.30	24.35	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	
4	2A	24.70	24.77	0.07	70	0.60	116,666.67	1.08	1.09
5	2B	23.10	23.19	0.09	90	0.60	150,000.00	1.10	
6	2C	23.30	23.38	0.08	80	0.60	133,333.33	1.08	
7	3A	24.20	24.25	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	1.05
8	3B	24.40	24.46	0.06	60	0.60	100,000.00	1.06	
9	3C	24.50	24.54	0.04	40	0.60	66,666.67	1.04	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan konsentrasi sedimen (Cs) sebesar 1,06 mg/ltr pada Jembatan Cabbenge

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Konsentrasi Sedimen di Jembatan Liu

No	Titik Sampel	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W3 (mg)	Volume Sampel (lt)	CS (mg/lt)	Konsentrasi sedimen berdasarkan faktor konversi satuan ppm g/lt	CS rata-rata (mg/lt)
1	1A	24.10	24.18	0.08	80	0.60	133,333.33	1.08	1.067
2	1B	24.70	24.76	0.06	60	0.60	100,000.00	1.06	
3	1C	23.10	23.16	0.06	60	0.60	100,000.00	1.06	
4	2A	24.60	24.72	0.12	120	0.60	200,000.00	1.14	1.147
5	2B	25.00	25.13	0.13	130	0.60	216,666.67	1.16	
6	2C	24.60	24.72	0.12	120	0.60	200,000.00	1.14	
7	3A	24.00	24.07	0.07	70	0.60	116,666.67	1.08	1.073
8	3B	24.30	24.35	0.05	50	0.60	83,333.33	1.06	
9	3C	25.00	25.07	0.07	70	0.60	116,666.67	1.08	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan konsentrasi sedimen (Cs) sebesar 1,10 mg/ltr pada Jembatan Liu

Berdasarkan hasil perhitungan konsentrasi sedimen di aliran Sungai Walane di Jembatan Pacongkang menghasilkan 1,06 mg/lit, Jembatan Cabbenge menghasilkan 1,06 mg/lit, dan Jembatan Liu menghasilkan 1,10 mg/lit.

4.1.4 Perhitungan Angkutan Sedimen Melayang (Qs) Musim Kemarau

Dari perhitungan debit air (Q) dan perhitungan konsentrasi sedimen (Cs) sebelumnya, maka besarnya debit sedimen melayang harian (Qsm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_{Sm} = 0,0864 \times C_S \times Q_w$$

Dimana :

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

C_S = Konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

Q_w = Debit air (m³/s)

Contoh perhitungan

Titik Jembatan Pacongkang

$$Q_{Sm} = 0,0864 \times C_S \times Q_w$$

$$Q_{Sm} = 0,0864 \times 1,06 \text{ mg/lit} \times 38,46 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 3,52 \text{ ton/hari}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen di Jembatan Pacongkang

No	Titik Sampel	Faktor Konversi (K)	Debit (Qw) (m ³ /s)	Cs (mg/l)	Debit Sedimen melayang (Qs) ton/hari	Sedimen melayang (Qs) ton/hari
1	1A	0.0864	38.46	1.06	3.52	3.21
2	1B		28.84	1.04	2.59	
3	1C		38.46	1.06	3.52	
4	2A		28.84	1.06	2.64	3.25
5	2B		38.46	1.08	3.58	
6	2C		38.46	1.06	3.52	
7	3A		28.84	1.04	2.59	2.60
8	3B		28.84	1.04	2.59	
9	3C		28.84	1.06	2.64	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan angkutan sedimen (Qs) sebesar 3,02 ton/hari pada Jembatan Pacongkang

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen di Jembatan Cabbenge

No	Titik Sampel	Konstanta rata-rata	Debit (Qw) (m ³ /s)	Cs (mg/l)	Sedimen melayang Rata-rata (Qs) ton/hari	Sedimen melayang (Qs) ton/hari
1	1A	0.0864	13.3901	1.06000	1.2263	1.2186
2	1B		13.3901	1.04000	1.2032	
3	1C		13.3901	1.06000	1.2263	
4	2A		17.8534	1.08000	1.6659	1.5374
5	2B		17.8534	1.10000	1.6968	
6	2C		13.3901	1.08000	1.2495	
7	3A		8.9267	1.06000	0.8175	1.0823
8	3B		13.3901	1.06000	1.2263	
9	3C		13.3901	1.04000	1.2032	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan angkutan sedimen (Qs) sebesar 1,27 ton/hari pada Jembatan Cabbenge

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen di Jembatan Liu

No	Titik Sampel	Konstanta rata-rata	Debit (Q_w) (m^3/s)	Cs (mg/l)	Sedimen melayang Rata-rata (Q_{sm} rata) ton/hari	Sedimen melayang (Q_{sm} rata) ton/hari
1	1A	0.0864	13.7018	1.08	1.2785	1.2628
2	1B		13.7018	1.06	1.2549	
3	1C		13.7018	1.06	1.2549	
4	2A		13.7018	1.14	1.3496	1.2075
5	2B		13.7018	1.16	1.3733	
6	2C		9.1346	1.14	0.8997	
7	3A		13.7018	1.08	1.2785	1.2707
8	3B		13.7018	1.06	1.2549	
9	3C		13.7018	1.08	1.2785	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan angkutan sedimen (Q_s) sebesar 1,24 ton/hari pada Jembatan Liu

4.1.5 Perhitungan Debit (Q) Musim Hujan

Untuk mengetahui Debit aliran Sungai Walane di tempat pengambil titik yaitu Jembatan Pacongkang dapat ditentukan, dengan persamaan debit adalah:

$$Q = V \times A$$

Dimana :

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/dtk)}$$

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

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.81 \text{ m/s} \times 158.39 \text{ m}^2$$

$$= 128.30 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel data pengukuran debit air aliran Sungai Walane sebagai berikut :

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Debit (Q_w) Pada Titik Jembatan Pacongkang

Titik	Kecepatan (m/s)	Kecepatan Rata-rata (V)	Lebar Sungai (m)	Kedalaman (m)							Kedalaman Rata-rata (m)	Luas (m^2) (A)	Debit Air m^3/s (Q)
	(V)			H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7			
A1	0.78	0.81	56.4								2.81	158.39	127.50
A2	0.83												
B1	0.82	0.83		1.43	1.58	2.87	4.6	3.41	2.96	1.64			131.46
B2	0.84												
C1	0.78	0.80											125.92
C2	0.81												

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan pada titik Jembatan Pacongkang diatas didapatkan kecepatan aliran rata-rata (V) 0,81 m/s dan debit air rata-rata (Q) sebesar 128.30 m^3/s .

4.1.6 Pengujian Kadar Sedimen Musim Hujan

Kadar sedimen ditentukan dari persentase sedimen dalam sampel sedimen melayang. Adapun cara pengujian sampel sedimen melayang dilaboratorium:

Rumus yang digunakan adalah :

$$W_3 = W_1 - W_2$$

Dimana :

W_3 = berat tanah kering (gr)

W_1 = berat cawan + kertas saring + sampel (gr)

W_2 = berat cawan + kertas saring + tanah kering (gr)

Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Lab. Di Jembatan Pacongkang

Titik Sampel	Berat Cawan + Kertas Saring (gr)	Berat Cawan + Kertas Saring + Tanah Kering (gr)	Berat Tanah Kering (gr)
	W1	W2	W3
1	23.10	23.57	0.47
2	23.80	24.31	0.51
3	23.20	23.68	0,48

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.7 Perhitungan Konsentrasi Sedimen (Cs) Musim Hujan

Untuk menentukan konsentrasi sedimen, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$CS = \frac{1000}{V} \times (b - a) \times 1000$$

Dimana :

CS = Konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

V = Volume sampel sedimen (ml)

b = Berat cawan berisi endapan sedimen (gr)

a = Berat cawan kosong (gr)

Titik Pengamatan Jembatan Pacongkang

$$CS = \frac{1000}{V} \times (b - a) \times 1000$$

$$= \frac{1000}{0,600} \times (0,36) \times 1000$$

$$= 600000 \text{ mg/lt}$$

$$= 600000 \text{ dikonversi dalam satuan ppm} = 1,68 \text{ mg/lt}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Konsentrasi Sedimen di Jembatan Pacongkang Musim Hujan

Titik Sampel	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W3 (mg)	Volume Sampel (lt)	CS (mg/lt)	Konsentrasi sedimen berdasarkan faktor konversi satuan ppm mg/lt
1	23.10	23.46	0.36	360	0.60	600000	1.62
2	23.80	24.18	0.38	380	0.60	633333	1.76
3	23.20	23.57	0.37	370	0.60	616667	1.66

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan Konsentrasi Sedimen pada titik Jembatan Pacongkang diatas didapatkan hasil rata-rata sebesar 1,68 mg/lit

4.1.8 Perhitungan Angkutan Sedimen Melayang (Qs) Musim Hujan

Dari perhitungan debit air (Q) dan perhitungan konsentrasi sedimen (Cs) sebelumnya, maka besarnya debit sedimen melayang harian (Qsm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_{Sm} = 0,0864 \times C_S \times Q_w$$

Dimana :

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

C_S = Konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

Q_w = Debit air (m³/s)

Contoh perhitungan

Titik Jembatan Pacongkang

$$Q_{Sm} = 0,0864 \times C_S \times Q_w$$

$$\begin{aligned} Q_{Sm} &= 0,0864 \times 1,62 \text{ mg/lit} \times 127.50 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 18.51 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen di Jembatan Pacongkang Musim Hujan

No	Titik Sampel	Konstanta rata-rata	Debit (Q_w) (m^3/s)	Cs (mg/lt)	Sedimen melayang (Q_{sm}) ton/Hari	Sedimen melayang (Q_{sm} rata) ton/hari
1	A	0,0864	127,50	1,62	17,85	18,63
2	B		131,46	1,76	19,99	
3	C		125,92	1,66	18,06	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan angkutan sedimen (Q_s) sebesar 18.63 ton/hari pada Jembatan Pacongkang

4.2 Perkiraan Tebal Endapan Sedimen

Dari pengukuran sedimen, karakteristik sedimen pada musim kemarau dan hujan yang didapatkan berupa lempung dimana nilai berat jenis tanah berkisar antara 2,62 – 2,65. Sehingga diperkirakan tebal sedimen yang mengendap di Danau Tempe dari Sungai Walanae sebesar :

- a. Perkiraan tebal sedimen pada musim kemarau

$$Q_{sm} = 1,85 \text{ ton/hari}$$

$$= 1,85 \times 365 = 675,35 \text{ ton/tahun}$$

$$\gamma_s = 2,64 \text{ gr/cm}^3 \text{ (berat jenis tanah lempung antara 2,62–2,65)}$$

$$= 2,64 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Luas danau} = 13.000 \text{ Ha}$$

Perkiraan tebal sedimen dalam setahun untuk musim kemarau

$$V = \frac{m}{\gamma_s}$$
$$= \frac{675,35}{2,64}$$

$$= 255,81 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Danau Tempe} = 13.000 \text{ Ha}$$

$$= 130 \text{ Km}^2$$

$$= 13 \times 10^7 \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal} = \frac{255,81 \text{ m}^3}{13 \times 10^7 \text{ m}^2}$$

$$= 1,97 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,97 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

Perkiraan tebal sedimen dari sungai Walanae dalam setahun adalah :

$$= 1,97 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

b. Perkiraan tebal sedimen pada musim hujan

$$Q_{sm} = 18,63 \text{ ton/hari}$$

$$= 18,63 \times 365 = 6800,84 \text{ ton/tahun}$$

$$\gamma_s = 2,64 \text{ gr/cm}^3 \text{ (berat jenis tanah lempung antara 2,62–2,65)}$$

$$= 2,64 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Luas danau} = 13.000 \text{ Ha}$$

Perkiraan tebal sedimen dalam setahun untuk musim hujan

$$V = \frac{m}{\gamma_s}$$

$$= \frac{6800,84}{2,64}$$

$$= 2576,08 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Danau Tempe} = 13.000 \text{ Ha}$$

$$= 130 \text{ Km}^2$$

$$= 13 \times 10^7 \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal} = \frac{2576,08 \text{ m}^3}{13 \times 10^7 \text{ m}^2}$$

$$= 1,98 \times 10^{-5} \text{ m} = 1,98 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

Perkiraan tebal sedimen dari sungai Walanae dalam setahun adalah :

$$= 1,98 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

Jadi perkiraan tebal sedimen yang mengendap di Danau Tempe dari Sungai Walanae dalam setahun diperoleh = $1,97 \times 10^{-4}$ cm untuk musim kemarau dan $1,98 \times 10^{-3}$ cm untuk musim hujan. Jika dirata-ratakan endapan tebal sedimen dalam setahun diperoleh = $1,09 \times 10^{-3}$ cm

4.3 Pembahasan Hasil Perhitungan Analisa Sedimen

Berdasarkan data – data hasil pengukuran di lapangan berupa pengukuran kecepatan menggunakan alat *current meter*, pengukuran dimensi sungai serta pengambilan sedimen melayang, maka didapatkan hasil pada musim kemarau debit di Jembatan Pacongkang sebesar $33.124 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada musim kemarau Jembatan Cabbenge di dapatkan debit sebesar $14.38 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada Jembatan Liu di dapatkan debit sebesar $13.19 \text{ m}^3/\text{s}$. sedangkan di musim penghujan sebesar $128.30 \text{ m}^3/\text{s}$. Dimana debit air yang didapatkan bervariasi. Debit yang bervariasi disebabkan oleh luas penampang sungai di tiap titik berbeda. Selanjutnya dengan menggunakan data debit air maka akan di dapatkan nilai konsentrasi sedimen (C_s) pada Jembatan Pacongkang, Jembatan Cabbenge, dan Jembatan Liu di dapatkan kisaran 1.05 mg/l - 1.10 mg/l . sedangkan pada musim hujan di Jembatan pacongkang di dapatkan konsentrasi sedimen sebesar 1.68 mg/l .

Dari hasil yang didapatkan maka volume sedimen melayang dapat dihitung menggunakan metode perhitungan sedimen sesaat

yakni mengalihkan nilai koefisien dengan debit air serta konsentrasi sedimen tersebut. Untuk Jembatan Pacongkang sebanyak 3.02 ton/hari, Jembatan Cabbenge 1.28 ton/hari, Jembatan Liu sebanyak 1,25 ton/hari sehingga di dapatkan volume sedimen melayang rata-rata 1,85 ton/hari (675,35 ton/tahun) sedangkan pada musim hujan pada Jembatan Pacongkang volume sedimen melayang didapatkan rata-rata 18,63 ton/hari (6800,84 ton/tahun).

Dari hasil perhitungan Debit Sedimen melayang dan data luasan danau tempe diperoleh hasil perkiraan tebal sedimen yang mengendap di danau Tempe dalam setahun ialah $1,09 \times 10^{-3}$ cm

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh :

1. Rata-rata konsentrasi sedimen yang diperoleh dari hasil perhitungan yaitu 1,07 mg/L pada musim kemarau dan 1,68 mg/L pada musim hujan
2. Besarnya volume angkutan sedimen (Q_s) rata-rata yang masuk kedalam Danau Tempe dari Sungai Walanae pada musim kemarau didapatkan 1,85 ton/hari. Sedangkan pada musim hujan di dapatkan volume angkutan sedimen (Q_s) didapatkan 18,63 ton/hari
3. Ketebalan sedimen yang mengendap kedalam Danau Tempe dari Sungai Walanae dalam setahun diperoleh $1,09 \times 10^{-3}$ cm

5.2 Saran

Dengan melihat hasil penelitian dan analisis data dalam penelitian ini, maka hal yang perlu diperhatikan dan dijadikan bahan pertimbangan yaitu:

1. Sebaiknya penelitian dilakukan dalam kurung waktu yang lebih lama agar mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Diperlukan pengukuran dengan cara bathimetri untuk mengetahui profil penampang sungai yang lebih akurat.

3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penanganan masalah sedimentasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Adang S. Soewaeli, Sri Mulat Yuningsih. 2014. *Laju Sedimentasi Di Hulu Danau Tempe*.
- Aisyah Alimuddin. 2012. *Pendugaan Sedimentasi Pada DAS Mamasa di Kab. Mamasa Provinsi Sulawesi Barat*
- Amelia Ester Sembiring, T. Mananoma, F. Halim, E. M. Wuisan. 2014. *Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Panasen. Jurnal Sipil Statistik vol. 2 No. 3 (148-154)*
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Tatacara Pengambilan Contoh Muatan Sedimen Melayang di Sungai dengan Cara Integrasi Kedelaman Berdasarkan Pembagian Debit. (SNI 3414-2008)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *Tatacara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Daluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. (SNI 8066-2015)*. Jakarta.
- Forum Danau Indonesia. 2004. *Visi Danau Dunia*. Jakarta Timur.
- Bramantiyo Marjuki. 2015. *Pendangkalan Danau Tempe Sulawesi Selatan (1981-2015) dan Upaya Konservasi Sumber Daya Air*
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Sungai> (di akses 20 Desember)
- https://id.wikipedia.org/wiki/Sungai_Walanae (di akses 20 Desember)
- Soewarno, 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung
- Soemarto, C. D., 1995. *Hidrologi Teknik Edisi ke-2*. Erlangga, Jakarta.
- Sosrodarsono, Masteru Tominaga 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta

Sulfito Andriyani, A. M. 2015. *Pengukuran Laju Sedimentasi Pada Saluran Irigasi D.I Sanrego Kecamatan Kahu Kabupaten Bone*

Suripin, 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Penerbit Andi

Tahir Lopa Rita, M. F. 2015. *Studi Angkutan Sedimen Pada Inlet Dan Outlet Danau Unhas*

Yudo Asmoro. 2015. *Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae Sulawesi Selatan*





LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

Dokumentasi













LAMPIRAN 2

Titik 3

Desa : Salotengah
Kecamatan : Sabbang Paruh
Kabupaten : Wajo

Legend

- jarak titik
- Titik

Titik 3 (jembatan Liu)

Google Earth

Image © 2019 DigitalGlobe

© 2018 Google

Image © 2019 CNES / Airbus

1000 ft



Titik 2

Desa : Macanre
Kecamatan : Lilirilau
Kabupaten : Soppeng

Legend

- jarak titik
- Titik

Titik 2 (jembatan Cabenge)

Google Earth

© 2018 Google

Image © 2019 DigitalGlobe



2000 ft

Titik 1

Desa : Barang
Kecamatan : Liliriaja
Kabupaten : Soppeng

Legend

- jarak titik
- Titik

Titik 1 (jembatan Pacongkang)



Titik-titik Lokasi Penelitian

Write a description for your map.

Legend

- jarak titik
- Titik

Titik 3 (jembatan Liu)

Titik 2 (jembatan Cabenge)

Soppeng Regency

Titik 1 (jembatan Pacongkang)

Google Earth

Image © 2019 DigitalGlobe

© 2018 Google

Image © 2019 CNES / Airbus

9 mi

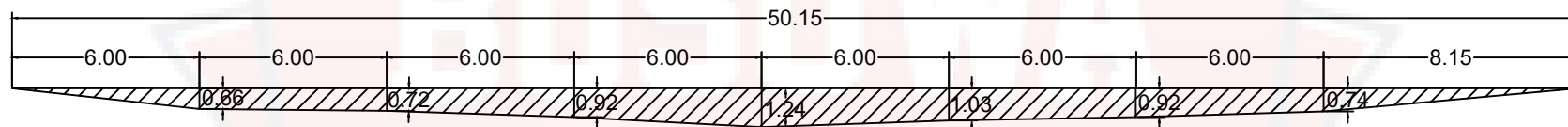




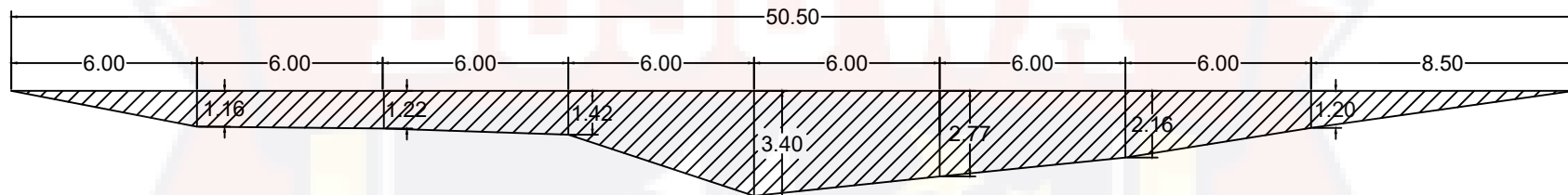
LAMPIRAN 3



Judul Gambar : Profil Melintang Tikik 1
 Desa : Barang
 Kecamatan : Liliha
 Kabupaten : Soppeng



Judul Gambar : Profil Melintang Tikik 2
 Desa : Macanre
 Kecamatan : Liliu
 Kabupaten : Soppeng



Judul Gambar : Profil Melintang Tilik 3

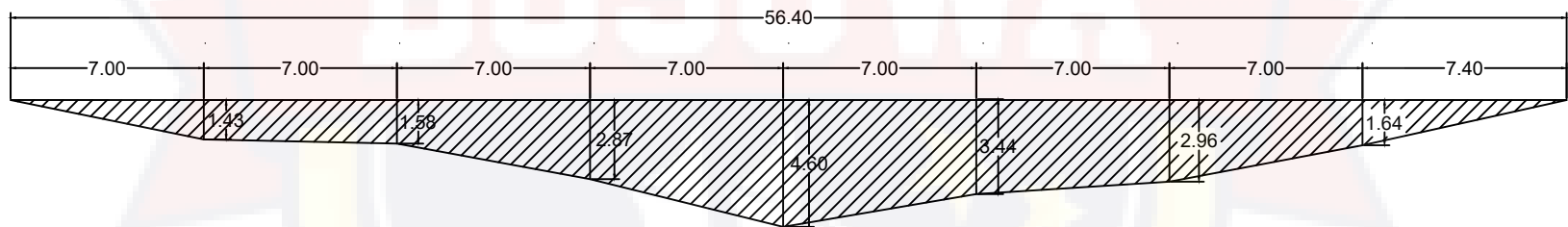
Desa : Sablengah

Kecamatan : Sabrangparu

Kabupaten : Wejo



LAMPIRAN 4



Judul Gambar : Profil Melintang Tik 1

Desa : Barang

Kecamatan : Lili Raja

Kabupaten : Soppeng