

SKRIPSI

**STUDI LAJU SEDIMENTASI BAGIAN HILIR
SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI**



DEWI Satria Tahir

105 81 2367 15

Juniasty

105 81 2462 15

07/07/2020

1 eq
Smb. Alun

R/037/SLP/209
TAM
s'

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

2020

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, e-mail : unismuh@gmail.com
Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

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 : **STUDI LAJU SEDIMENTASI BAGIAN HILIR SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI**

Nama : **DEWI SATRIA TAHIR JUNIASTY**

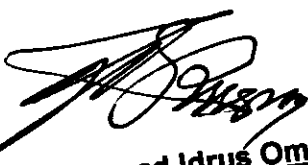
Stambuk : 105 81 2367 15
105 81 2462 15

Makassar, 22 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

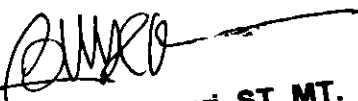
Pembimbing II

Pembimbing I


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


Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan
Jurusan Teknik Sipil


Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.
NBM : 1183 084



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

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, e-mail : unismuh@gmail.com

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Dewi Satria Tahir dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2367 15 dan Juniasty dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2462 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/22201/091004/2020, 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 22 Februari 2020

Makassar, 28 Jumadil Akhir 1441 H
22 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

a. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

Penguji

a. Ketua : Ir. H. Riswal K, MT

b. Sekretaris : Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM

c. Anggota: 1. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

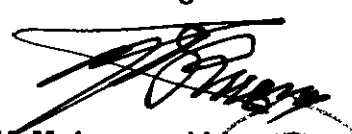
2. Ir. Andi Rahmat, MT

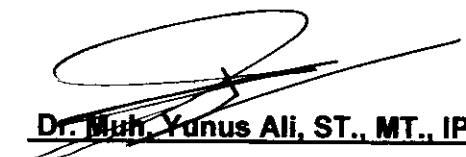
3. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Mengetahui :

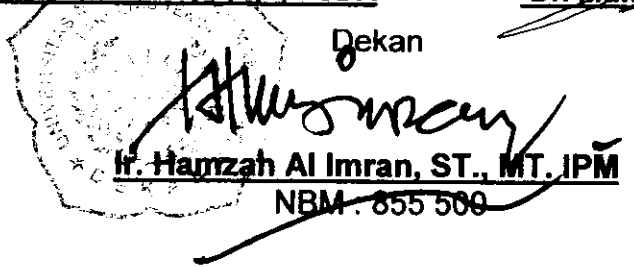
Pembimbing I

Pembimbing II


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


Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

Dekan


Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

NBM : 855 500

STUDI LAJU SEDIMENTASI PADA HILIR SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI

Dewi Satria Tahir¹⁾, Juniasty²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Email : dewi.satria.tahir96@gmail.com juniasty6@gmail.com

³⁾ Dosen Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

⁴⁾ Dosen Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara dengan dibatasi kanan dan kiri air di dataran tinggi ke dataran rendah, tempat hidup suatu ekosistem, ladang mata pencaharian penduduk, dan pembangkit listrik tenaga air. Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi lainnya. Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material transport oleh media air, angin, es, dan gletser di suatu cekungan. Tujuan dari penelitian ini Untuk mengetahui besar laju sedimen melayang (*suspended load*) yang ada di Sungai Gareccing kab. Sinjai serta untuk mengetahui Untuk mengetahui besar laju sedimen dasar (*bed load*) yang ada di sungai Gareccing kab. Sinjai. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi lapangan dan pengujian sampel di laboratorium, pengumpulan data primer yakni berupa sampel material dasar (pengambilan sampel dengan cara mengukur langsung), selanjutnya mengumpulkan data sekunder yakni data curah hujan, (stasiun Belerang, stasiun Palangka, dan stasiun kalibong), data sungai, dan data DAS. Dari hasil penelitian ini didapatkan Besarnya laju sedimentasi dibagian hilir Sungai Gareccing yaitu untuk sedimen melayang (S_{sm}) = 224.542,811 ton/tahun. Sedangkan Besarnya laju Sedimentasi dibagian hilir Sungai Gareccing yaitu untuk sedimen dasar (S_{sd}) = 44.908,562 ton/tahun. Serta Untuk perhitungan laju sedimen dasar dihitung menggunakan beberapa pendekatan, yaitu pendekatan Shields = 58.026,24 ton/tahun, dan MPM = 46.357,92 ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan, pendekatan MPM mendekati hasil perhitungan di lapangan sebesar 46.357,92 ton/tahun.

Kata Kunci : Sungai, Sedimentasi, Observasi Shields, MPM, *Suspended load*, *Bed load*

Abstract

River is a channel or container of natural and / or artificial water in the form of a water flowing network and water in it, starting from the upstream to the estuary with boundary right and left water in the highlands to the lowlands, where an ecosystem lives, people's livelihood fields, and electricity generation hydropower. Sediment is the result of erosion, either in the form of surface erosion, ditch erosion, or other types of erosion. Sedimentation itself is a process of deposition of transport material by water, wind, ice and glacier media in a basin. The purpose of this study was to determine the large suspended sediment rate in the Gareccing River district. Sinjai and to know To find out the large bed sediment rate (*bed load*) in the Gareccing river district. Sinjai This research was conducted by field observation and sample testing in the laboratory, collecting primary data in the form of basic material samples (sampling by direct measurement), then collecting secondary data namely rainfall data, (Sulfur station, Palangka station, and Kalibong station) , river data, and watershed data. From the results of this study, the magnitude of sedimentation rates in the downstream of the Gareccing River is for floating sediment (S_{sm}) = 224,542,811 tons / year. While the magnitude of the sedimentation rate downstream of the Gareccing River is for basic sediment (S_{sd}) = 44,908,562 tons / year. And for the calculation of the base sediment rate is calculated using several approaches, namely the Shields approach = 58,026.24 tons /

year, and $MPM = 46,357.92$ tons / year. Based on the calculation results, the MPM approach approaches the calculation results in the field of $46,357.92$ tons / year.

Keywords: *River, Sedimentation, Shields Observation, MPM, Suspended load, Bed load*



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi ALLAH SWT karena berkat limpahan rahmat, taufik serta hidayah- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal yang berjudul **"Studi Laju Sedimentasi bagian Hilir Sungai Gareccing Kabupaten Sinjai"** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya Proposal ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi - tingginya kepada Bapak Dekan, Bapak Kepala Prodi Teknik Sipil Pengairan dan Seluruh Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

1. Bapak Ir. Hamzah Al-Imran, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST., MT. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA selaku Dosen Pembimbing Satu (1), Bapak Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing Dua (2)
5. Kedua Orang Tua kami yang selalu memberi dukungan secara moral maupun material dan doa kepada kami
6. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Pengairan.

Serta semua pihak yang telah membantu kami. Selaku manusia biasa tentunya kami tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan Proposal ini.

“Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat”.

Makassar, februari 2020

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERBAIKAN	
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sungai	6
1) Pengertian Sungai	6
2) Fungsi Sungai.....	9
B. Pengertian Sedimen dan Sedimentasi	10
C. Prinsip Dasar Transpor Sedimen	11
D. Sumber Asal dan Mekanisme Pengangkutan Sedimen.....	12
E. Faktor – faktor yang Menentukan Transportasi Sedimen.....	16

F. Proses Sedimentasi.....	19
G. Pembuatan Lengkung Debit Air	22
H. Pengukuran Sedimen Melayang (<i>suspended load</i>)	27
I. Pengolahan Data Sedimen Melayang	35
J. Pengukuran Sedimen Dasar (<i>bed load</i>).....	38
K. Pengolahan Data Sedimen Dasar	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian.....	43
B. Waktu Penelitian.....	43
C. Metode Penelitian	44
D. Sumber Data.....	44
E. Tahapan Penelitian.....	44
F. Analisis Data.....	49
1) Perhitungan Sedimen Melayang	49
2) Perhitungan Sedimen Dasar.....	51
G. Flow Chart Penelitian	53

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Sedimen Melayang (<i>suspended load</i>)	54
B. Analisa Sedimen Dasar (<i>bed load</i>)	57
C. Perkiraan Besarnya Sedimen Dasar	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	73
B. Saran	73

DAFTAR PUSTAKA	75
----------------------	----

LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Jenis sedimen menurut ukurannya	10
2. Proses sedimen dasar	15
3. Jenis porositas	16
4. Viskositas sebagai fungsi suhu (T)	38
5. Sedimen dasar	62
7. Rekapitulasi debit sedimen dasar (<i>Bed Load</i>) berdasarkan beberapa pendekatan	69

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Skema angkutan sedimen.....	13
2. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler.....	14
3. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler.....	14
4a. Proses terbentuknya meander.....	21
4b. Sungai mati (<i>oxbow lake</i>).....	21
5. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EDI.....	30
6. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EWI.....	32
7. Lokasi penelitian.....	41
9. Flow chart.....	50
10. Grafik lengkung debit.....	51
11. Grafik persamaan lengkung debit.....	54
12. Grafik hubungan debit sungai dengan debit sedimen.....	63
13. Grafik sedimen melayang (Q_s) dan sedimen dasar (Q_d).....	63

DAFTAR NOTASI

Q_w	= Debit air (M^3/det)
Q_{sm}	= Debit sedimen melayang (ton)
Q_{sd}	= Debit sedimen dasar (ton)
Q_b	= muatan sedimen dasar (kg/s)
C_s	= Konsentrasi sedimen (mg/ltr)
K	= Faktor konversi (0,0864)
H	= Tinggi muka air (m)
h	= Kedalaman sungai (m)
A	= Luas penampang basah (m^2)
B	= Lebar penampang sungai (m)
S	= Kemiringan
V	= Kecepatan (m/det)
P	= Keliling basah (m)
R_h	= Radius hidrolis (m)
g	= Percepatan gravitasi (m/det^2)
R	= Nilai korelasi
a, b	= Konstanta
n	= Banyaknya data
d	= Diameter butiran (mm)
γ_w	= Berat jenis air
γ_s	= Berat jenis sedimen
Q_s	= muatan sedimen dasar (kg/s)

- W = lebar saluran (m)
- $q \cdot b$ = berat angkutan sedimen dasar dalam air per satuan waktu lebar sungai
(kg/m.det)
- qb = debit bed load (kg/det)/m
- ρ_w = rapat massa (*specific gravity*) air
- ρ_w = rapat massa *sedimen*
- ν = viskositas kinematik (m²/det)
- U_* = kecepatan geser (m/det)
- T = Suhu (°C)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai adalah saluran alamiah di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut. Ditinjau dari segi hidrologi, sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan dan mengalirkannya sampai kelaut. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan daerah tangkapan hujan yang biasanya disebut dengan Daerah Pengaliran Sungai (DPS).

Arsyad (1989 dalam CRMP,2001) mendefinisikan sedimentasi sebagai suatu proses terangkutnya sedimen oleh suatu limpasan air yang diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti seperti pada saluran sungai, waduk, danau, maupun kawasan tepi teluk laut.

Proses sedimentasi di perairan dapat menimbulkan pendangkalan dan penurunan kualitas air. Banyaknya partikel sedimen yang dibawa oleh aliran sungai ke laut akan diendapkan di sekitar muara sungai, sehingga potensial mengganggu alur pelayaran dan menyebabkan banjir apabila musim hujan tiba. Selain itu, tingginya konsentrasi sedimen dalam badan air akan menyebabkan kekeruhan yang tidak hanya membahayakan biota

karena menghalangi matahari untuk fotosintesi (hardjojo dan Djokosetiyanto).

Wilayah sungai gareccing terletak dibagian selatan kota Sinjai,yang lebih tepat di kampung Patohoni, fenomena alam yang pernah terjadi di sungai Gareccing yaitu banjir di tahun 2008 dan longsor di tahun 2017,sungai Gareccing termasuk DAS Apparang dan sungai gareccing terletak dibagian hilir sungai Apparang,adapun stasiun curah hujan terdekat yaitu,Stasiun curah hujan belerang Sinjai Borong, Stasiun Curah Hujan Palangka Sinjai Selatan, Stasiun Curah Hujan Kalibong Sinjai Selatan.

Sungai Gareccing merupakan salah satu penyumbang terbesar sedimen, dengan melihat tingkat intensitas hujan yang tidak beraturan serta penyalahgunaan lahan yang tidak sebagaimana mestinya serta ilegal logging yang dilakukan orang tidak bertanggung jawab,serta terdapatnya sedimen yang terbawa aliran yang akan mengendap apabila kecepatan aliran air berkurang atau berhenti serta terdapatnya endapan-endapan sedimen dibagian hilir sungai Gareccing yang menyebabkan pendangkalan, maka sangat rawan terjadinya erosi yang dapat mempengaruhi laju sedimentasi.

Dengan latar belakang tersebut dan kondisi lokasi dimana kami meninjau, terdorong untuk mengambil judul **“STUDI LAJU SEDIMENTASI PADA HILIR SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa besar laju sedimen melayang (*suspended load*) yang ada di Sungai Gareccing kab. Sinjai.
2. Berapa besar laju sedimen dasar (*bed load*) yang ada di Sungai Gareccing kab. Sinjai.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang kami lakukan yaitu:

1. Untuk mengetahui besar laju sedimen melayang (*suspended load*) yang ada di Sungai Gareccing kab. Sinjai
2. Untuk mengetahui besar laju sedimen dasar (*bed load*) yang ada di sungai Gareccing kab. Sinjai.

D. Manfaat Penelitian

Beberapa hal yang akan diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan referensi bagi para penelitian yang akan melakukan kegiatan penelitian serupa.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk menjadikan sungai Gareccing menjadi sungai yang lebih baik.

E. Batasan Masalah

Beberapa hal yang membatasi masalah dalam pembahasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengamatan dan pengambilan data dibagian hilir sungai Gareccing dengan panjang ± 30 m.
2. Uji Laboratorium material Sedimen.
3. Perhitungan sedimen melayang (*suspended load*) berdasarkan kadar lumpur.
4. Perhitungan sedimen dasar (*bed load*). Dengan persamaan Shields.

F. Sistematika penulisan

Guna memperjelas dan mempermudah bagi pembaca dalam memahami atau mengkaji kandungan tulisan ini, perlu disusun sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini :

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA merupakan bab yang memuat secara sistematis tentang teori singkat yang di gunakan dalam membalas permasalahan penelitian untuk pemecahan masalah mengenai angkutan sedimen.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN merupakan bab yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, sumber data, metode penelitian, analisis data serta bagan alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN merupakan bab yang menguraikan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari proses penelitian.

BAB V PENUTUP merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran dari penulisan yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi kerekayasaan khususnya bangunan air dan dapat di jadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

1) Pengertian Sungai

Menurut peraturan Republik Indonesia Nomor 38 pasal 1 Tahun 2011 tentang sungai, bahwa sungai adalah alur atau wadah aier alami dan atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara dengan dibatasi kanan dan kiri air di datarsan tinggi ke dataran rendah, tempat hidup suatu ekosistem, ladang mata pencaharian penduduk, dan pembangkit listrik tenaga air.

Secara umum, aliran sungai terbagi menjadi 3 bagian yaitu :

a. Bagian hulu

Bagian hulu sungai merupakan daerah sumber erosi karena pada umumnya alur sungai melalui daerah pegunungan, bukit, atau lereng gunung yang memiliki ketinggian yang cukup besar dari muka air laut. Alur sungai yang ada di bagian hulu memiliki kecepatan aliran yang lebih besar dibandingkan dengan bagian hilir.

b. Bagian tengah

Bagian Tengah Sungai merupakan daerah peralihan antara bagian hulu dan hilir. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan alirannya relatif lebih kecil dari pada bagian hulu. Bagian ini

merupakan daerah keseimbangan sedimentasi yang sangat bervariasi dari musim ke musim.

c. Bagian Hilir

Bagian hilir sungai biasanya melalui dataran yang mempunyai kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat. Keadaan tersebut mempermudah terbentuknya pengendapan atau sedimentasi. Endapan yang terbentuk biasanya berupa pasir halus, lumpur, endapan organik, dan berupa jenis endapan lain yang sangat labil.

Sungai adalah aliran terbuka dengan ukuran geometrik yaitu penampang melintang, profil memanjang dan kemiringan lembah yang berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh faktor diantaranya topografi, iklim, maupun segala gejala alam dalam proses pembentukannya. Sungai yang menjadi salah satu sumber air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir sungai didefinisikan sebagai aliran terbuka dengan ukuran geometrik (tampak lintang, profil memanjang dan kemiringan lembah) berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing, serta jumlah dan jenis sedimen yang terangkut oleh air. Sungai akan selalu menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi. Adapun proses yang dilakukan oleh sungai dalam upaya menyesuaikan dirinya adalah

pengikisan (*erasion*), pengangkutan (*transfortation*), dan pengendapan. Pada suatu kondisi tertentu sungai akan berada pada kondisi demikian disebut pada kondisi keseimbangan (*graded stream*) (Putra,2014).

Menurut Mokonio (2013) sungai adalah saluran alamiah di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau laut. Didalam aliran air terangkut juga material-material sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan akibat sedimentasi dimana aliran tersebut akan bermuara yaitu di danau atau di laut.

Karakteristik sungai berdasarkan sifat alirannya dapat dibedakan menjadi 3 macam tipe yaitu Mulyanto (Nugroho. 2016):

1. Sungai permanen/*perennial* yaitu sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun dengan debit yang relatif tetap. Dengan demikian antara musim penghujan dan musim kemarau tidak terdapat perbedaan aliran yang mencolok.
2. Sungai musiman/*periodik/intermitten* yaitu sungai yang alirannya tergantung pada musim. Pada musim penghujan ada alirannya dan musim kemarau sungai kering. Berdasarkan sumber airnya sungai *intermitten* dibedakan:
 - a. *Spring fed intermiten river* yaitu sungai *intermitten* yang sumber airnya berasal dari air tanah.

b. *Surface fed intermitten river* yaitu sungai *intermitten* yang sumber airnya berasal dari curah hujan atau pencairan es.

3. Sungai tidak permanen/*ephemeral* yaitu sungai tadah hujan yang mengalirkan airnya sesaat setelah terjadi hujan. Karena sumber airnya berasal dari curah hujan maka pada waktu tidak hujan sungai tersebut tidak mengalirkan air.

2) Fungsi Sungai

Menurut Mulyanto (Akbar, 2015) ada dua fungsi utama yang diberikan oleh alam kepada sungai yaitu:

a. Mengalirkan Air

Air hujan yang jatuh pada sebuah daerah aliran sungai (DAS) akan terbagi menjadi akumulasi-akumulasi yang tertahan sementara sebagai air tanah dan air permukaan, serta run off yang akan memasuki alur sebagai debit sungai dan terus dialirkan ke laut.

b. Mengangkut sedimen hasil erosi pada DAS dan alurnya.

Bersama masuknya run off ke dalam sungai maka akan terbawa material hasil erosi. Material sedimen ini akan terbawa air banjir ke luar alur aliran untuk di endapkan menjadi dataran alluvial atau di dalam daerah retensi yang lama akan terbawa sampai ke laut atau perairan di mana sungai bermuara dan di endapkan menjadi delta.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (Mansida, 2105) sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu

dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat juga digunakan untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain.

B. Pengertian Sedimen dan sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, disaluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (*sedimeny 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 Asdak (2014).

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dari bahan induk yang menyusunnya. Dikenal bermacam jenis sedimen seperti pasir, liat dan sebagainya. Menurut ukurannya sedimen dibedakan menjadi:

Tabel 1. Jenis sedimen menurut ukurannya

Jenis Sedimen	Ukuran Partikel
Liat	$<0,0039$
Debu	$0,0039-0,0625$
Pasir	$0,0625-2,0$
Pasir besar	$2,0-64,0$

Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material transport oleh media air, angin, es, dan gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang di angkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (*sand dunes*) yang terdapat digurun dan tepi pantai adalah pengendapan material-material yang di angkut oleh angin. Proses tersebut terjadi terus menerus, seperti batuan hasil pelapukan secara berangsur di angkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin dan gletser. Air mengalir dipermukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digeser di dasar sungai menuju ketempat yang lebih rendah. Pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin menyebabkan terjadinya sedimentasi. Soemarto (Rizal, 2014).

C. Prinsip Dasar Transpor Sedimen

Menyebutkan bahwa transpor sedimen adalah perpindahan tempat bahan sedimen granuler (non kohesif) oleh air yang sedang mengalir, dan gerak umum sedimen adalah searah aliran air. Banyaknya sedimen yang di traspor dapat ditentukan dari perpindahan tempat sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup. Dengan pengetahuan ini kita dapat mengetahui apakah ada keseimbangan (*equilibrium*), erosi (*erosion*), ataukah pengendapan (*deposition*), dan juga kita dapat mengetahui kuantitas sedimen yang tersangkut dalam proses ini (Mardjiko, 1988).

D. Sumber Asal dan Mekanisme Pengangkutan Sedimen

Seperti telah kita ketahui bahwa sedimen merupakan material yang terbawa oleh pengaliran air permukaan bumi akibat dari erosi, kemudian hasil dari erosi tersebut mengendap pada suatu tempat dimana arus pengaliran air sudah tak berpengaruh lagi. Dan proses kejadian erosi dapat diketahui bahwa erosi terjadi pada daerah-daerah yang kondisi tanahnya kritis dan dengan bantuan air hujan akan mengakibatkan lapisan tanah tersebut akan menjadi lepasdan terpisahkan (Rizal, 2014).

Menurut sumber asalnya angkutan sedimen dibedakan menjadi muatan material dasar (*bed material load*), dan muatan bilas (*wash load*).

1. Muatan Material Dasar (*bed material transport*) dimana sumber asal materialnya yaitu dari dasar. Angkutan ini ditentukan oleh keadaan dasar aliran. Angkutan *bed material* dapat berubah angkutan dasar maupun angkutan melayang tergantung dari jenis, ukuran dan keadaan materialnya.
2. Muatan Bilas (*wash load*) adalah angkutan partikel-partikel halus berupa lempung (*silt*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel –partikel ini akan terbawa aliran sungai sampai ke laut, atau dapat juga terendap pada aliran tenang atau pada aliran tergenang. Ukuran butir muatan bilas adalah paling kecil dari ukuran butir seluruh angkutan sedimen.sumber utama dari muatan bilas adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah daerah pengaliran sungai,

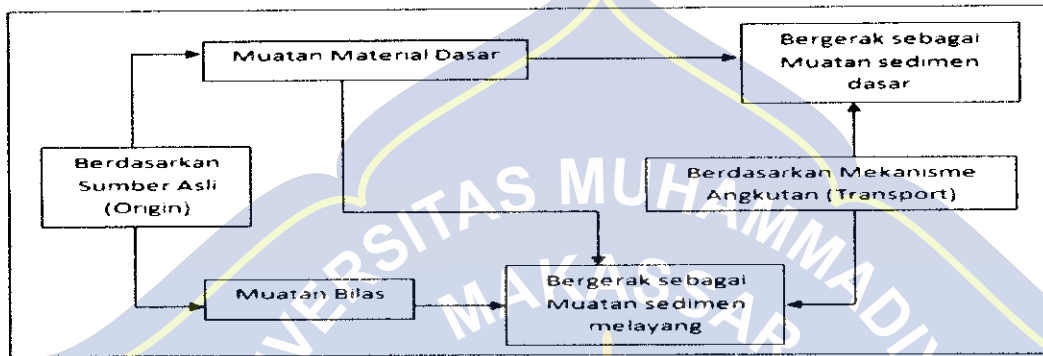
hasil pelapukan ini akan terbawa oleh aliran permukaan atau angin kedalam sungai.

Sedangkan menurut mekanisme pengangkutannya dibedakan menjadi muatan sedimen melayang (*suspended load*), dan muatan sedimen dasar (*bed load*).

1. Muatan Sedimen Dasar (*bed load*) merupakan partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel-partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai, gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir.
2. Muatan Sedimen Melayang (*suspended load*), muatan sedimen melayang (*suspended load*) dapat dipandang sebagai material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran sungai dan terdiri dari butiran-butiran pasir halus yang senantiasa didukung oleh air dan hanya sedikit sekali interaksinya dengan dasar sungai, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran.

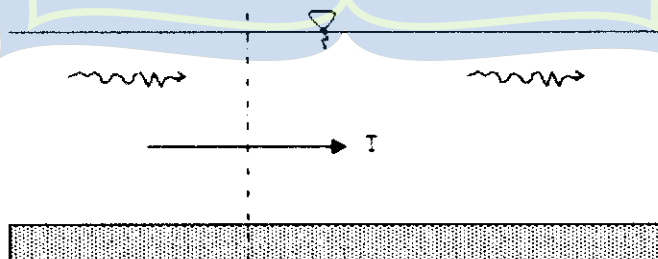
Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus kemudian menggelinding

bersama aliran, sebagian akan tertinggal diatas tanah sedangkan yang lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Soewarno,2000).



Gambar 1. Skema angkutan sedimen.

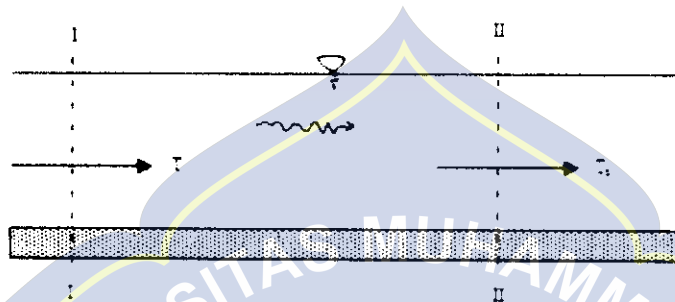
Menurut Karim (2017). Transportasi sedimen adalah perpindahan tempat bahan sedimen (*non kohesif*) oleh air yang sedang mengalir dan gerak umum sedimen searah aliran air. Banyaknya transportasi sedimen dapat ditentukan dari perpindahan tempat neto sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup. Lihat gambar 3. T dinyatakan dalam (berat, massa, volume) tiap satuan waktu.



Gambar 2. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler.

Untuk mengetahui apakah dalam keadaan tertentu akan terjadi kesetimbangan (kesetimbangan), erosi, atau pengendapan (*deposition*),

maka dapat ditentukan kualitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut.



Gambar 3. Angkutan sedimen pada tanpang panjang dengan dasar granuler.

Tabel 2. Proses sedimen dasar

Perbandingan T	Proses yang terjadi	
	Sedimen	Dasar
$T_1 = T_2$	Seimbang	Stabil
$T_1 < T_2$	Erosi	Degradasi
$T_1 > T_2$	Pengendapan	Agradasi

Soewarno (Rizal, 2014) menyebutkan bahwa angkutan sedimen dapat bergerak, bergeser, disepanjang dasar sungai atau bergerak melayang pada aliran sungai, tergantung pada:

1. Komposisi (ukuran, berat jenis, dan lain-lain).
2. Kondisi aliran meliputi kecepatan aliran, kedalaman aliran dan sebagainya.

E. Faktor-faktor yang menentukan Transportasi Sedimen

Adapun faktor-faktor yang menentukan terjadinya transportasi sedimen (Karim, 2017):

1. Sifat-sifat Aliran (*flow characteristic*)

- Aliran kritis, jika bilangan Froude sama dengan satu ($Fr=1$)
- Aliran subkritis, jika bilangan Froude lebih kecil dari satu ($Fr < 1$)
- Aliran superkritis, jika bilangan Froude lebih besar dari satu ($Fr > 1$)

Adapun persamaan untuk menghitung bilangan Froude yaitu :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (1)$$

Fr = bilangan Froude

v = kecepatan aliran (m/det)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/det}^2$)

h = kedalaman aliran (m)

2. Sifat-sifat Sedimen (*sediment characteristic*)

- Ukuran (*size*)

Klasifikasi butiran menurut ukuran berbagai macam sedimen diberikan pada tabel dibawah ini baik menurut Einstein maupun American Geophysical Union (AGU).

Tabel 3. Jenis porositas

No.	Bahan	ϕ (%)	No.	Bahan	ϕ (%)
1	Tanah	50-60	6	Pasir halus-sedang	30-35
2	Lempung	45-55	7	Kerikil	30-40
3	Lumpur	40-50	8	Kerikil dan pasir	20-35
4	Pasir sedang-kasar	35-40	9	Batu pasir	10-20
5	Pasir seragam	30-40	10	Batu kapur (<i>shale</i>)	1-10

b. Bentuk (*shape*)

Untuk butiran berbentuk bola, nilai shape factor ini akan sama dengan satu ($S_f = 1$), sedangkan untuk butiran dengan bentuk selain bola nilai shape factor lebih kecil dari satu.

Faktor bentuk dinyatakan dalam :

$$SF = \frac{c}{(a \cdot b)^{0.5}} \quad (2)$$

Dimana :

SF = faktor bentuk dari Corey (tak berdimensi)

a = penampang terpanjang dari partikel (mm)

b = penampang dari partikel (mm)

c = penampang terpendek dari partikel (mm)

c. Rapat massa

Rapat massa butiran sedimen umumnya tidak hanya berbeda karena kuarts paling banyak terdapat dalam sedimen alam rata-rata

dianggap $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ ($s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{\rho_s}{\rho_w} = 2,65$)

d. Kecepatan endap

Kecepatan endap (w) sangat penting dalam masalah suspensi dan sedimentasi, kecepatan arus kritis untuk menggerakkan butiran di dasar serta perkembangan konfigurasi dasar sungai sering dihubungkan dengan kecepatan endap. Kecepatan endap ditentukan oleh persamaan keseimbangan antara berat butir dalam air dan hambatan selama butir mengendap. Kecepatan endap dinyatakan dengan :

$$w = \frac{4}{3} \left(\frac{g d_s}{C_D} \cdot \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

dimana :

w =kecepatan endap (m/s)

g =percepatan grafitasi (9,81 m/det²)

d =diameter partikel (mm)

C_D =koefisien larutan/*drag coefficient* (tidak bersedimen)

ρ_s =berat volume partikel (g/cm³)

ρ_w =berat volume air (g/cm³)

3) Pengaruh timbal balik (interaksi)

Faktor terjadinya pengangkutan sedimen karena adanya timbal balik yang terjadi antara aliran air dan sedimen. Dimana dalam aliran air terdapat sedimen yang di transport, begitupun sebaliknya transport sedimen terjadi akibat adanya pengaruh dari aliran air.

F. Proses sedimentasi

Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan (transportasi), pengendapan (*deposition*), dan pemadatan (*compaction*) dari sedimen itu sendiri. Di mana proses ini berjaln sangat kompleks, di mulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah terjadi partikel halus lalu menggelinding bersama aliran, sebagian tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (soewarno dalam Rizal,2014).

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 tanah kinetis air hujan dan aliran permukaan (untuk kasus di daerah tropis), partikel-partikel tanah tersebut dapat terkelupas dan terangkut ketempat yang paling rendah kemudian masuk kedalam sungai dan dikenal sebagai sedimen. Oleh adanya transport sedimen dari tempat yang lebih tinggi ke daerah hilir dapat menyebabkan pendangkalan waduk,sungai,saluran irigasi, dan terbentuknya tanah-tanah baru di pinggir-pinggir dan di delta-delta sungai (Asdak,2014).

Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Proses sedimentasi secara geologis, sedimentasi secara geologis merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal; artinya proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batas-batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan aggradasi pada permukaan kulit bumi akibat pelapukan.
2. Proses sedimentasi yang dipercepat, sedimentasi yang dipercepat merupakan proses terjadinya sedimentasi yang menyimpan dari proses secara geologi 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.

Sedimentasi menjadi penyebab utama berkurangnya produktivitas lahan pertanian, dan berkurangnya kapasitas saluran atau sungai akibat pengendapan material hasil erosi. Dengan berjalannya waktu, aliran air berkonsentrasi kedalam suatu lintasan-lintasan yang agak dalam, dan mengangkut partikel tanah dan di endapkan ke daerah dibawahnya yang mungkin berupa sungai, waduk, saluran irigasi, ataupun area pemukiman penduduk (Hardiyanto dalam Rizal, 2014).

Sebagian kecil bahan-bahan lepas yang diangkut air sungai diendapkan pada dasar sungai ketika arus sungai melemah, sedangkan bahan-bahan halus sebagian besar diendapkan dimuaranya. Pengendapan

2) Metode integrasi kedalaman

Pada cara ini sampel sedimen diukur dengan cara mengerakkan alat ukur sedimen naik atau turun pada suatu vertikal dengan kecepatan gerak sama. Pengukuran ini dapat dilakukan pada seluruh kedalaman atau pada vertikal kedalaman dibagi menjadi beberapa interval kedalaman. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan dua cara :

a) EDI (*equi-discharge-increment*)

Pada suatu penampang melintang dibagi menjadi beberapa sub penampang, dimana setiap sub penampang harus mempunyai debit yang sama. Kemudian pengukuran sedimen dengan cara ini dilaksanakan pada bagian tengah setiap sub penampang tersebut. Misalnya pada setiap bagian penampang itu menampung 25% dari debit, maka pengukuran sedimennya harus dilaksanakan pada vertikal yang mempunyai debit komulatif 12,5 62,5 87,5%. Pengukuran tersebut dilaksanakan dengan menentukan jumlah vertikal antara 3-10 bagian penampang, dengan debit sama. Untuk tiga penampang pengukuran dilakukan pada vertikal 1/6, 3/6, 5/6 bagian debit.

Pada pengukuran sedimen dengan cara ini dibutuhkan team pengukuran yang telah mempunyai pengalaman sifat dari aliran sungai. Apabila dari setiap vertikal itu volume sampel sedimennya hamper sama maka volume dari setiap botol sampel dapat dicampur menjadi satu botol dan nilai konsentrasi merupakan konsentrasi rata-rata pada

yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan terbentuknya bentukan-bentukan alam sebagai berikut :

1. Kipas Alufial atau allufial fan dapat terbentuk karena sungai terjadi penurunan kuat arus sebagai akibat perubahan kemiringan yang mana sungai bermula dari pegunungan yang tiba-tiba mencapai suatu daratan rendah yang mempunyai perbedaan yang mencolok sehingga material yang dibawa akan langsung terendap serta membentuk kerucut.
2. Meander yaitu sebuah aliran sungai yang berkelok-kelok. Kejadian seperti ini sering kita jumpai pada daerah hilir suatu sungai yaitu di daerah aliran sungai yang terdapat batuan yang homogen serta kurang lahan terhadap erosi. Lengkungan meander terdiri atas 2 sisi yaitu sisi dalam dan sisi luar. Arus sungai atau aliran air lebih deras dibagian sisi luar lengkungan yang tererosi. Hasil dari erosi tersebut diendapkan dibagian sisi dalam lengkungan meander. Proses tersebut mengakibatkan meander bisa membentuk setengah lingkaran bahkan membentuk lingkaran penuh. Tahap dari perkembangan meander berikutnya yaitu batas daratan yang sempit yang memisahkan kelokan yang satu dengan yang lainnya akhirnya terpotong aliran baru dan dapat membentuk danau tapal kuda atau disebut dengan oxbow lake.

akan lebih besar dan diukur pada saat air turun akan lebih kecil dibanding debit yang diukur pada kondisi tinggi air tetap.

b. Metode logaritmik

Pada metode ini kurva lengkung debitnya pada kertas logaritmik, grafiknya merupakan garis lurus (mendekati garis lurus) atau merupakan potongan-potongan bagian garis lurus dengan cara menambah atau mengurangi tinggi muka air sebesar aliran nol (H_0), untuk setiap harga tinggi muka air (H). Salah satu keuntungan penerapan metode logaritmik yaitu lengkung debit mudah diperpanjang.

Persamaan umum hubungan antara tinggi muka air dan debit adalah:

$$Q = K(H - H_0)^n \quad (4)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/det)

K = Konstanta

N = Konstanta

H = Tinggi muka air (m)

H_0 = Kedalaman aliran nol (m)

1) Penentuan harga H_0

Pada penerapan rumus 4 maka langkah pertama adalah penentuan harga H_0 , ada 3 cara penentuan H_0 yaitu :

a) Coba-coba (*Trial and error*)

Semua data pengukuran digambarkan pada kertas grafik logaritmik. Dengan cara coba-coba harga H_0 sembarang ditambahkan atau dikurangkan pada setiap data H sehingga diperoleh garis lurus.

b) Aritmatik

Semua data pengukuran debit digambarkan pada kertas grafik logaritmik. Pilih harga debit Q_1 , Q_2 dan Q_3 dari kurva lengkung debitnya, dan harga Q_2 ditentukan dengan persamaan rata-rata geometris sebagai berikut:

$$Q_2 = (Q_1 \times Q_3)^{0,5} \quad (5)$$

Baca pada kurva lengkung debitnya harga H_1 , H_2 , H_3 berdasarkan Q_1 , Q_2 dan Q_3 . Harga H_0 ditentukan dengan persamaan :

$$H_0 = \frac{H_1 \cdot H_3 - H_2^2}{H_1 + H_3 - 2 \cdot H_2} \quad (6)$$

c) Grafis

Pilih 3 harga debit dengan cara rata-rata geometris Q_1 , Q_2 dan Q_3 seperti yang dijelaskan pada cara akan tetapi digambar pada kertas grafis aritmatik, tentukan titik A, B dan C. buat garis vertikal AD pada posisi AB dan garis horizontal CE pada posisi BC. Hubungan titik E dan D. Garis BA dan ED bertemu di F. Ordinat F adalah harga H_0 yang dicari.

penampang yang dimaksud. Konsentrasi sedimen dari suatu penampang sungai merupakan perbandingan antara debit sedimen dan debit aliran sungai. Nilai ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_s = C \cdot Q \quad (14)$$

Ketengan :

Q_s = Debit sedimen ($m^3/detik$)

C = Konsentrasi sedimen (mg/l)

Q = Debit aliran ($m^3/detik$)

Untuk pengukuran sedimen cara EDI, persamaan (14) dapat diubah menjadi :

$$Q_s = \sum_1^n \bar{C}_1 \cdot q_i \cdot \Delta x_i \quad (15)$$

$$\text{Apabila } Q = \sum_1^n q_i \cdot \Delta x_i \quad (16)$$

Maka konsentrasi rata-ratanya adalah :

$$C = \frac{\sum_1^n \bar{C}_1 \cdot q_i \cdot \Delta x_i}{\sum_1^n q_i \cdot \Delta x_i} \quad (17)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi rata-rata sedimen pada suatu penampang sungai (mq/l)

C_i = Konsentrasi sedimen pada sub penampang ke I (mg/l) Δ

x_i = lebar sub penampang sungai ke I (m)

Q_i = Debit perlebar sub penampang (m^3/det)

N = jumlah vertikal pengukuran

Karena pada cara EDI nilai $q_1, q_2, q_n = Q/n$ maka persamaan 17 dapat diubah menjadi :

$$\bar{c} = \frac{Q \sum_1^Q ci}{Q} \quad (18)$$

$$\bar{c} = \frac{\sum_1^n ci}{Q} \quad (19)$$

Gambar 5. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalama EDI

b) *EWI (equal-width-incement)*

Dalam metode ini penampang sungai dibagi atas beberapa bagian dimana setiap bagian mempunyai jarak yang sama satu sama lainnya seperti terlihat dalam gambar 6. Dibawah ini.

Gambar 6. Pengambilan sampel sedimen dengan cara EWI

Jumlah vertikal ditetapkan berdasarkan kondisi aliran dan sedimen serta tingkat ketelitian yang diinginkan.

Misalnya : lebar sungai adalah 53 m, jumlah vertikal ditetapkan 10 buah. Maka jarak vertikal diambil setiap 5 m. Dengan demikian maka lokasi pengukuran adalah pada raai yang terletak pada meteran : 1.5, 7.5, 12.5, 17.5, 22.5, 27.5, 32.5, 37.5, 42.5, 47.5

Dalam gambar ini terlihat bahwa:

$$W_1 \neq W_2 \neq W_3 \dots \neq W_n$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 \dots = Q_n$$

$$V_1 \gg V_2 \gg V_3 \dots \gg V_n$$

Dimana :

W : jarak antara vertikal

Q : debit per segmen

V : volume sampel sedimen (misalnya berkisar antara 350-400 ml)

Pengambilan sampel sedimen melayang dengan cara *equal-width-incement* (EWI) ini dilaksanakan dengan cara sebagai berikut. Pada suatu penampang melayang dibagi sejumlah jalur vertikal pengukuran dengan jarak setiap vertikal dibuat sama. Pengukuran

angkutan sedimen melayang pada setiap jalur vertikal dilakukan dengan cara integrasi kedalaman serta menggerakkan alat ukurnya turun ataupun naik dengan kecepatan yang sama untuk semua jalur vertikal. Cara EWI paling sering digunakan pada sungai dangkal atau pada sungai dasarnya pasir dimana penyebaran aliran pada suatu penampang melintang berubah-ubah. Jumlah vertikal pada cara EWI tergantung pada kondisi aliran dan sedimen pada saat melakukan pengukuran, serta tingkat ketelitian yang diinginkan. Untuk menentukan jumlah vertikal yang diperlukan pada setiap penampang melintang sungai dibutuhkan banyak pengalaman, untuk sungai yang lebar dan dangkal 20 vertikal sudah cukup dan minimal 3 vertikal tergantung ketelitian yang digunakan.

Pada cara EWI kecepatan gerak naik atau turun alat ukur sedimen ditentukan oleh vertikal pada sub penampang yang mempunyai debit aliran pada satuan lebar yang besar. Kecepatan gerak tersebut harus tidak lebih dari 0.40 kecepatan aliran rata-rata.

Konsentrasi rata-ratanya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{c} = \frac{\sum_1^n w_i}{\sum_1^n U_i} \quad (8)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi rata-rata (mg/l)

n = Jumlah vertikal dari $I= 1-n$

W_i = Berat sampel pada vertikal ke I (gr)

U_i = Volume sampel pada vertikal ke I (ltr)

Penerapan cara EWI mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

- Tidak selalu diperlukan pengukuran debit aliran sesaat sebelum pengukuran sedimen ini dilakukan.
- Waktu biaya analisa laboratorium akan lebih hemat dari cara yang lain.

3) Metode pengukuran konsentrasi sedimen “ditempat”

Metode pengukuran konsentrasi sedimen dapat dilakukan secara langsung (*in situ*), misalnya dengan “*nuclear gauge*” atau dengan *photo electric turbidity meter*.

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, pengambilan sampel sedimen lapangan dilakukan dengan menggunakan metode EDI. Dimana sampel tersebut diuji dilaboratorium.

I. Pengolahan Data Sedimen Melayang

Untuk menghitung sedimen melayang, digunakan metode antara lain:

1. Metode perhitungan Debit Sedimen Melayang Berdasarkan pengukuran sesaat

Pada periode waktu tertentu debit muatan sedimen dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian konsentrasi dan debitnya yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{si} = k \times C_s \times Q_i \quad (21)$$

Dimana :

Q_{si} =debit sedimen melayang (Ton/hari)

Q_i =debit air (m^3/det)

C_s =konsentrasi sedimen beban melayang (gr/ltr)

K =faktor konversi

Persamaan 21 dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_{sm} = 60 \times 60 \times 24 \times C \times Q \quad (22)$$

$$Q_{sm} = 86400 \times C \times Q \quad (23)$$

Dimana :

Q_{sm} =debit sedimen melayang (Ton/tahun)

Q_t =debit air (m^3/det)

C_s =konsentrasi sedimen bebn melayang (gr/ltr)

Umumnya untuk perhitungan debit sedimen melayang pengukuran persamaan 11 ditulis sebagai berikut :

$$Q_{sm} = 0,0864 \times C_s \times Q_w \quad (24)$$

Dimana :

Q_{sm} =debit sedimen melayang (Ton/tahun)

Q_w =debit air (m^3/det)

C_s =konsentrasi sedimen melayang (mg/ltr)

Kadar konsentrasi C_s dapat diperoleh dengan persamaan :

$$C_s = \frac{W_s}{V_w} \quad (25)$$

Dimana :

C_s =konsentrasi sedimen beban melayang (mg/ltr)

W_s =berat kadar lumpur (mg)

V_w =volume air (ltr)

2. Metode Perhitungan Debit Sedimen Melayang Berdasarkan Lengkung

Debit Sedimen

Lengkung sedimen melayang adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi sedimen dengan debit atau hubungan antara debit sesaat dengan debit. Untuk membuat lengkung sedimen melayang dapat dilakukan menurut tahap-tahap berikut :

- Pengumpulan data konsentrasi sedimen hasil analisa laboratorium beserta debitnya.
- Hitung debit sedimen dari setiap besaran konsentrasi
- Hiutng persamaan lengkung dengan persamaan

$$Q_{sm_{hit}} = a (Q_w)^b \quad (26)$$

Dimana :

Q_{smhit} =debit sedimen melayang (Ton/hari)

Q_w =debit air (m^3/det)

a, b =konstanta

Persamaan tersebut merupakan persamaan eksponensial yang dapat diubah menjadi persamaan linier sebagai berikut :

$$Q_{smhit} = m + n \log Q_w \quad (27)$$

Apabila $Q_{smhit} = x$, $\log m = a$ dan $n \log Q_w = bY$, maka persamaan linier tersebut dapat diubah menjadi :

$$X = a + bY \quad (28)$$

Dimana konstanta a dan b dapat dihitung dengan persamaan :

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (29)$$

$$\log a = \frac{\sum x_i}{n} - \frac{b \cdot \sum x_i}{n} \quad (30)$$

keterangan :

x_i =Data X yang ke i

y_i =data Y yang ke i

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

n =Banyaknya data

Hubungan antara debit air (Q_w) dan debit sedimen melayang (Q_{smhit}) pada persamaan 18 dapat dinyatakan bahwa koefisien korelasi yang secara mekanis menggambarkan penyebaran titik sekitar persamaan itu. Koefisien korelasi dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{\sum (xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\sqrt{\sum (xi - \bar{x})^2 \cdot \sum (yi - \bar{y})^2}} \quad (31)$$

Dimana :

R = koefisien korelasi

3. Metode perhitungan Debit Sedimen Melayang Berdasarkan kurva Frekuensi Lama Aliran

Kurva frekuensi lama aliran (*flow duration curves*) dapat digunakan bersama-sama dengan lengkung debit sedimen melayang. Metode ini berdasarkan data debit rata-rata pertambahan seri waktu (*series of duration uncrements*) tertentu dan digunakan data tersebut bersama-sama oleh lengkung debit sedimen untuk konsentrasi sedimen atau debit sedimen rata-rata tahunan.

J. Pengukuran Sedimen Dasar (*bed load*)

Metode pengukuran muatan sedimen dasar dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

1. Pengukuran Langsung

Dilakukan dengan cara mengambil sampel di sungai secara langsung dengan menggunakan alat ukur muatan sedimen dasar yang terbagi atas:

- a. Tipe basket
- b. Tipe perbedaan tekanan
- c. Tipe PAN

d. Tipe pit atau slot

2. Pengukuran tidak langsung

Dilakukan dengan cara pemetaan endapan secara berkala (*repetitive survey*). Pemetaan dapat dilakukan dengan teknik perahu bergerak dan (*insitu echo sounding*).

3. Perkiraan dengan menggunakan rumus empiris

Adapun persamaan yang digunakan untuk memperkirakan muatan sedimen dasar telah dikembangkan melalui penyelidikan dilaboratorium berskala kecil. Persamaan tersebut :

- **Perhitungan sedimen dasar dengan persamaan Shields**

Shields (1936) dalam penelitiannya mengenai pergerakan awal dari sedimen dengan mengukur kondisi aliran dengan sedimen transport yang lebih besar dari nol dan kemudian memberikan hubungan terhadap penentuan kondisialiran yang berhubungan pada gerak yang baru mulai. Persamaan Shields dapat ditulis sebagai berikut :

$$\frac{qb \cdot \Delta}{Q \cdot l} = 10 \cdot \frac{\tau_p - \tau_c}{(\rho_s - \rho_w) \cdot g \cdot d_{50}} \quad (39)$$

$$R_e = \frac{U_* \cdot d_{50}}{\nu} \quad (40)$$

$$U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot I} \quad (41)$$

$$\nu = \nu_1 + \frac{(T - T_1)}{(T_2 - T_1)} x (\nu_2 - \nu_1) \quad (42)$$

Nilai koefisien kekentalan kinematik sebagai fungsi suhu dapat dilihat pada tabel :

Tabel 4. Viskositas sebagai fungsi suhu (T)

T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	°C
ν	1,79	1,52	1,31	1,14	1,01	0,90	0,80	0,72	0,65	$10^{-6} \text{ m}^2/\text{dt}$

Debit muatan sedimen dasar untuk seluruh lebar saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Qb = W \times qb \quad (43)$$

Dimana :

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} \quad (44)$$

$$\tau_p = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot l \quad (45)$$

Keterangan :

qb = debit bed load (kg/det)/m

d_{50} = diameter butiran (m)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/det}^2$)

ρ_w = rapat massa (*specific gravity*) air

ρ_w = rapat massa *sedimen*

h = tinggi muka air (m)

l = kemiringan

ν = viskositas kinematik (m^2/det)

U_* = kecepatan geser (m/det)

T = Suhu (°C)

W = lebar saluran (m)

Qb = muatan sedimen dasar (kg/s)

- **Perhitungan sedimen dasar dengan persamaan Mayer PeterMuller**

Untuk menghitung besarnya sedimen dasar pada hilir sungai Gareccing digunakan data sekunder berupa pengukuran aliran sungai, hasil pengujian laboratorium terhadap material *bed load* dan data penunjang lainnya. Perhitungan sedimen dasar (*bed load*) pada penelitian ini digunakan persamaan Mayer Peter – Muller dan satu pendekatan lainnya. Adapun rumus yang disederhanakan oleh Mayer Peter – Muller (MPM) sebagai berikut :

$$\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{2/3} \cdot R \cdot I = 0,047 \left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right) \cdot d_{50} + 0,25 \left(\frac{1}{g} \right)^{1/3} \cdot (Tb)^{2/3} \quad (32)$$

Debit muatan sedimen dasar untuk seluruh lebar dasar aliran adalah :

$$Q_s = W \times q_s \quad (33)$$

Keterangan :

q_s = debit muatan sedimen dasar (kg/det/m)

Rh = radius hidrolik (m)

d = diameter butiran (m)

γ_s = berat jenis muatan sedimen dasar

γ_w = berat jenis (*specific gravity*) air

g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

Q_s = muatan sedimen dasar (kg/s)

W = lebar saluran

K. Pengolahan data sedimen dasar (bed load)

Pada sub bab diatas telah dijelaskan pengukuran muatan sedimen dasar secara langsung dilokasi penelitian dan telah dijelaskan perkiraan muatan sedimen dasar berdasarkan rumus-rumus empiris aliran sungai di pos duga air pada tinggi muka air tertentu, sehingga diperoleh debit sedimen muatan dasar sesaat (kg/det). Apabila jumlah pengukuran telah mencukupi, maka dapat dibuat lengkung debit sedimen dasarnya. Pengukuran langsung dilakukan pada saat aliran rendah.

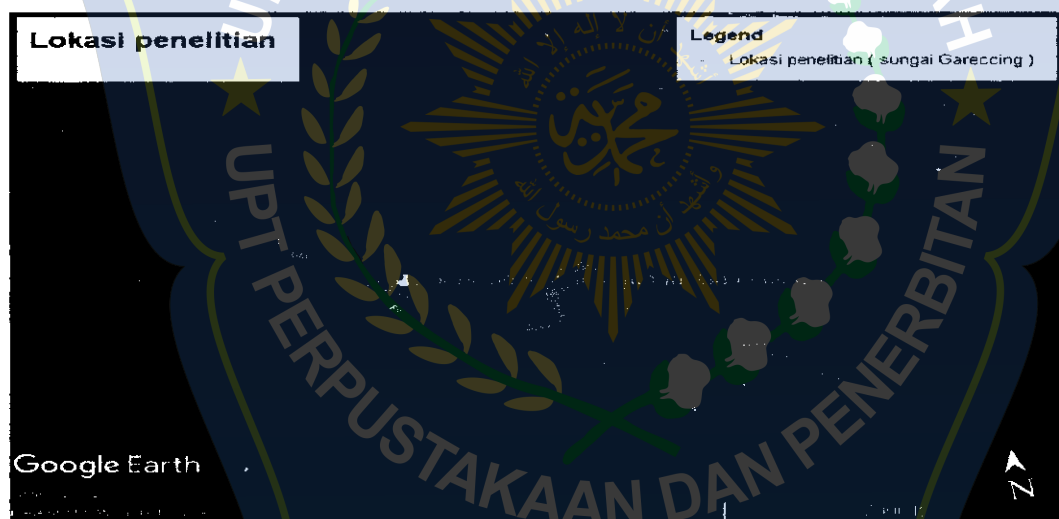


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bagian hilir sungai Gareccing kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan. Wilayah sungai gareccing terletak dibagian selatan Kota Sinjai, yang lebih tepat di kampung Patohoni. Seacara geografis terletak $5^{\circ}13'4.95''$ LS dan $120^{\circ}17'6.50''$ BT, dengan panjang ± 30 meter.



Gambar 7. Layout Lokasi Penelitian

B. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 (enam) bulan, dimana pada bulan pertama dan kedua pengurusan administrasi, pada bulan ke tiga adalah studi literatur dan pengumpulan data, selanjutnya pada bulan keempat dan kelima

yaitu analisis data dan pada bulan keenam adalah proses penyelesaian penelitian.

C. Metode penelitian

metode penelitian yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi lapangan dan pengujian sampel di laboratorium.

D. Sumber data

Adapun data yang dikumpulkan terdiri dari :

1. Data primer berupa sampel material dasar (pengambilan sampel dengan cara mengukur langsung).
2. Data sekunder berupa data curah hujan, (stasiun Belerang, stasiun Palangka, dan stasiun kalibong), data sungai, dan data DAS.

E. Tahapan penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu :

1. Tahap Persiapan

Untuk memperlancar penelitian, dilakukan beberapa tahapan persiapan di lokasi penelitian, antara lain :

- a) Pemeriksaan alat-alat yang akan di gunakan, apakah sudah lengkap atau belum.
- b) Pemeriksaan saluran dari tsegala sesuatu yang menghambat jalannya penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Untuk keperluan analisis perlu dicari data yang merupakan variabel dalam pemecahan masalah.

- 1) Data Primer yakni data sedimen berupa suspended load dan bedload yang diambil pada lokasi penelitian, data debit aliran, kecepatan aliran, kedalaman aliran, dan lebar sungai.
- 2) Data Sekunder yakni data yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Pengambilan data sekunder diperoleh berdasarkan acuan dan literatur yang dikumpulkan dan berhubungan dengan penelitian. Data-data yang diperlukan meliputi data debit aliran, serta peta topografi sungai Gareccing.

3. Tahap Pengukuran

Tahapan pengukuran dilakukan dengan cara merawas. Merawas dilaksanakan apabila kecepatan aliran saluran memungkinkan untuk di seberangi langsung dengan cara merawas. Cara pengukuran merawas ini mempunyai keuntungan dapat memilih penampang melintang yang terbaik untuk pengukuran (soewarno, 1991).

Adapun tahap pengukuran antara lain:

1) Pengukuran lebar Sungai

Pengukuran lebar Sungai diukur dengan menggunakan meteran, dengan cara membentangkan meteran pada sisi kanan sungai hingga ke tebing kiri sungai,

2) Pengukuran Tinggi Muka Air

Pengukuran tinggi muka air dilakukan di setiap penampang melintang sungai yang telah dibagi menjadi beberapa pias. Alat yang digunakan adalah meteran lipat dan ranting kayu yang dipasang setiap dua meter dari penampang sungai.

3) Pengukuran kecepatan aliran

Kecepatan aliran sungai diperoleh dengan cara mengukur kecepatan di setiap pias yang sudah dibagi di suatu penampang melintang sungai dengan menggunakan alat ukur arus yaitu *current meter*. Saat pengukuran kecepatan, propeller menghadap ke arah aliran dan menetapkan lama waktu pencatatan data di *current meter*.

4. Pengambilan Sampel Sedimen Dasar (Bed Load) dan Sedimen Melayang (Suspended Load)

Pengambilan sampel sedimen dasar (bed load) dan sedimen melayang (suspended load) dengan menggunakan alat yang telah kami siapkan yaitu botol dan patok

- 1) Menurunkan alat sampai kedasar saluran sejajar dengan aliran, dengan kondisi alat dalam keadaan terbuka.
- 2) Tahan alat tersebut hingga 1 menit lamanya sampai botol tersebut terisi penuh lalu tutup kembali botolnya.
- 3) Mengangkat alat setelah botol terisi penuh dan memberikan masing-masing label nama pada sampel sedimen.

5. Tahap Pengujian Laboratorium

1) Uji Berat Jenis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis material dengan piknometer.

Alat-alat yang dipergunakan dalam pengujian berat jenis ini adalah:

- a) Piknometer
- b) Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
- c) Neraca (timbangan) dengan ketelitian 0,1 gram
- d) Air mineral
- e) Termometer dengan ketelitian pembacaan 1°C

Adapun prosedur pelaksanaan untuk uji berat jenis ini adalah:

- a) Piknometer dicuci dengan air sampai bersih dan dikeringkan, kemudian ditimbang menggunakan neraca dengan ketelitian 0,1 gram.
- b) Sampel material kering dimasukkan ke dalam piknometer seberat ± 300 gram kemudian ditimbang dengan piknomernya.
- c) Air suling ditambahkan sehingga piknometer terisi $\frac{2}{3}$ tinggi piknometer itu, kemudian timbang lalu dibiarkan selama 24 jam dalam suhu ruangan.
- d) Setelah 24 jam, piknometer digoyang-goyangkan berkali-kali untuk membantu mempercepat pengeluaran udara yang tersekap dalam

material, hingga gelembung-gelembung udara tidak terlihat lagi dan tambahkan air hingga piknometer penuh.

- e) Timbang piknometer + sampel + air menggunakan neraca dengan ketelitian 0,1 gram.
- f) Setelah ditimbang bersihkan material dari piknometer dengan air mineral.
- g) Isi piknometer dengan air suling sampai penuh kemudian timbang menggunakan neraca dengan ketelitian 0,1 gram.

2) Uji Gradasi

Uji gradasi dilakukan dengan cara analisa ayakan (analisa saringan), dimana analisa saringan ini dipakai 2 (dua) seri saringan, yaitu:

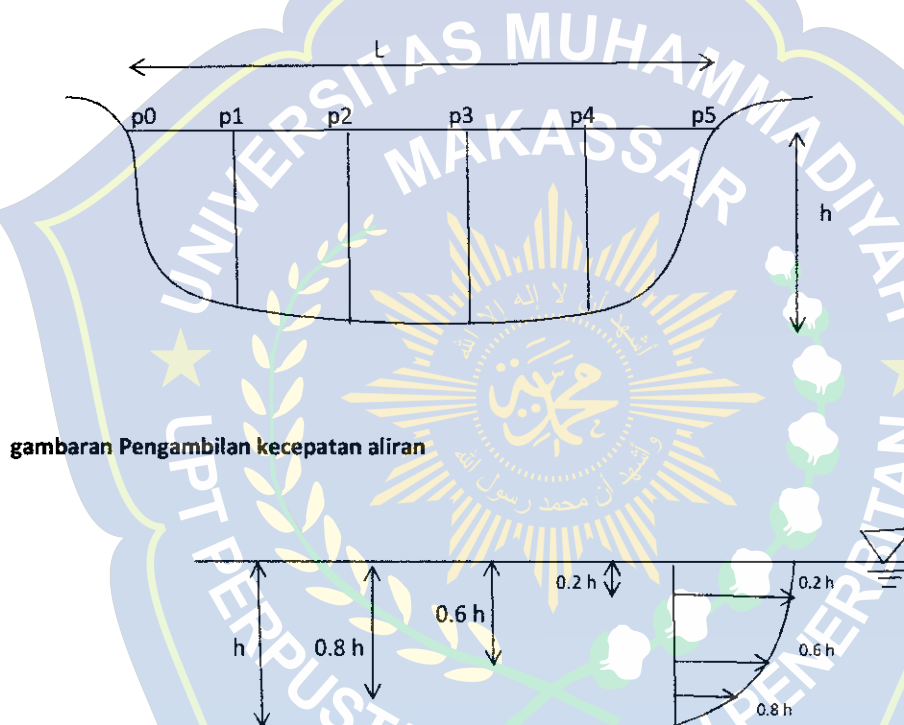
- a) Bila diameter butiran > 2 mm, digunakan saringan dengan ukuran lubang : 3", 2", 1½", 1", ¾", no.4, dan no.10.
- b) Bila diameter butiran < 2 mm digunakan saringan dengan lubang : no.10, no.20, no.40, no.60, no.140, dan no.200.

Adapun prosedur pelaksanaan dari analisa saringan ini adalah:

- a) Sampel material dijemur dibawah sinar matahari sampai kering (± 24 jam).
- b) Setelah kering, material sedimen ditimbang beratnya.
- c) Masing-masing ayakan kosong ditimbang beratnya.

- d) Sampel material dimasukkan kedalam satu set ayakan lalu diayak selama 10 menit.
- e) Material yang tertinggal pada masing-masing ayakan ditimbang lalu dicari persentase berat material yang tertinggal tersebut.

Gambar penampang sungai



Pengukuran aliran dilakukan di tiga titik yaitu pada 0.2 kedalaman (h), 0.6 kedalaman (h), dan 0.8 kedalaman (h) dari permukaan air.

F. Analisis data

1. Perhitungan sedimen melayang

Analisis sedimen diperlukan untuk mengetahui besarnya angka produksi sedimen. Dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh bagian penampang lintang sungai, debit sedimen melayang dapat

dihitung sebagai hasil perkalian antara konsentrasi sedimen dan debit aliran yang dirumuskan dengan persamaan :

$$Q_{sm} = Q_w \times C_s \times K$$

Dengan koefisien k dapat ditentukan dengan persamaan :

$$k = \frac{86.400 \text{ detik/hari} \times 1 \text{ ton/m}^3}{1.000.000} = 0,0864$$

kadar konsentrasi C_s dapat ditentukan dengan persamaan :

$$C_s = \frac{w_s}{V_w}$$

Metode perhitungan debit sedimen melauyang berdasarkan lengkung debit sedimen. Untuk membuat lengkung sedimen melayang dapat dilakukan menurut tahap-tahap berikut:

- Pengumpulan data konsentrasi sedimen hasil analisa laboratorium beserta debitnya.
- Hitung debit sedimen dari setiap besaran konsentrasi.
- Gambarkan diatas kertas logaritmik data debit sedimen dan data debit air sungai.
- Hitung persamaan lengkung dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{sm_{hit}} = a(Q_w)^b$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan eksponensial yang dapat diubah menjadi persamaan linier sebagai berikut :

$$Q_{sm_{hit}} = \log m + n \log Q_w$$

Apabila $Q_{smhit} = x$, $\log m = a$ dan $n \log Q_w = bY$, maka persamaan linier tersebut dapat diubah menjadi :

$$x = a + bY$$

Untuk menghitung nilai konstanta a dan b digunakan persamaan sebagai berikut :

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}$$

$$\log a = \frac{\sum x_i}{n} - \frac{b \cdot \sum x_i}{n}$$

Hubungan antara debit air (Q_w) dan debit sedimen melayang (Q_{smhit}). koefisien korelasi dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

2. perhitungan sedimen Dasar dengan Pendekatan Empiris

berbagai persamaan untuk memperkirakan sedimen dasar telah banyak dikembangkan, tetapi pada penelitian ini persamaan yang digunakan adalah :

• Persamaan Shields

$$\frac{qb \cdot \Delta}{Q \cdot l} = 10 \cdot \frac{\tau_p - \tau_c}{(\rho_s - \rho_w) \cdot g \cdot d_{50}}$$

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w}$$

$$\tau_p = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot I$$

$$R_c = \frac{U_* \cdot d_{50}}{v}$$

$$U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot I}$$

$$v = v_1 + \frac{(T - T_1)}{(T_2 - T_1)} x (v_2 - v_1)$$

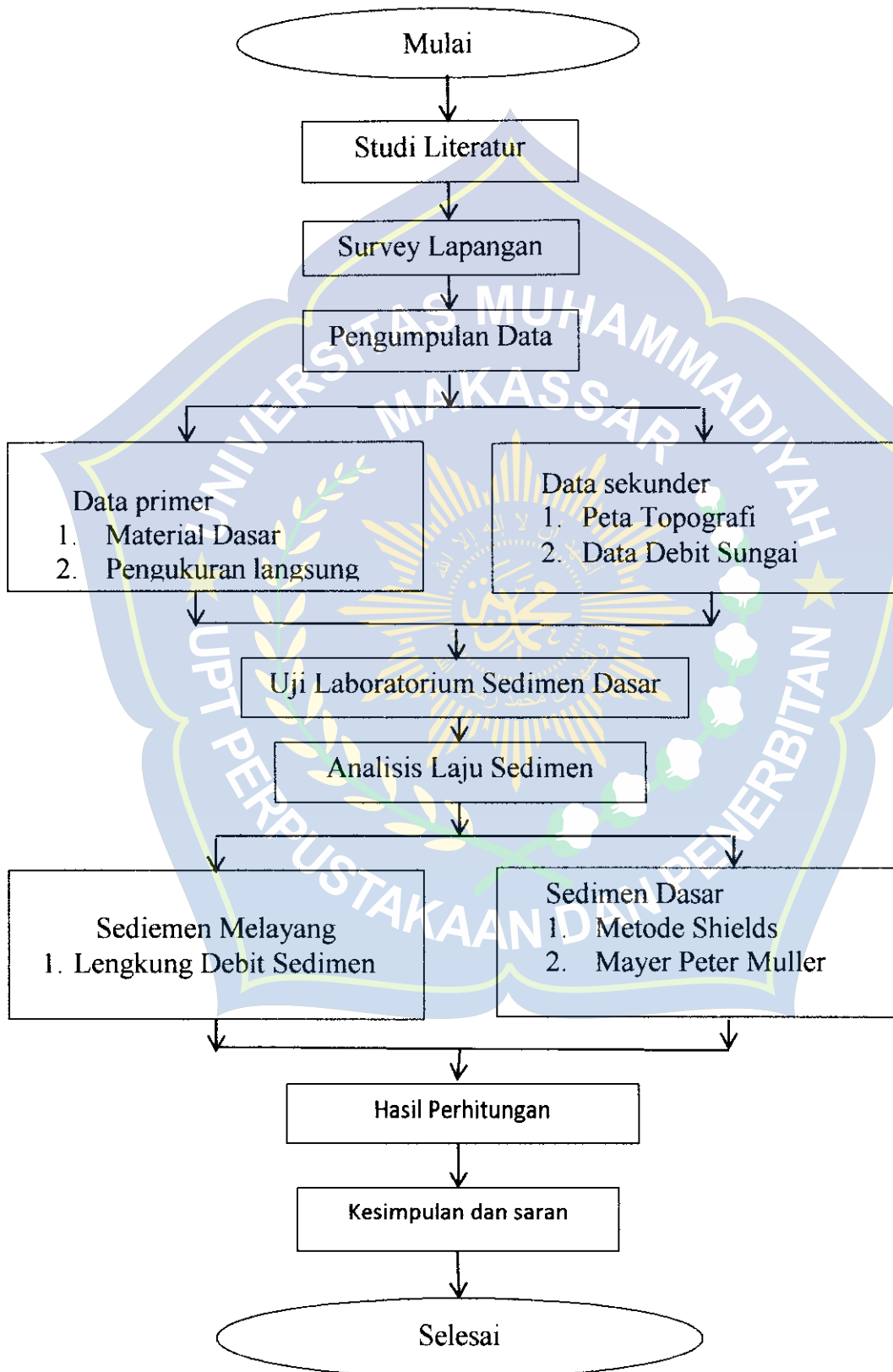
$$Q_b = W \times q_b$$

- **Persamaan Meyer Peter Muller**

$$\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{2/3} \cdot R \cdot I = 0,047 \left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right) \cdot d_{50} + 0,25 \left(\frac{1}{g} \right)^{1/3} \cdot (Tb)^{2/3}$$



G. Flow Chart Penelitian



BAB IV

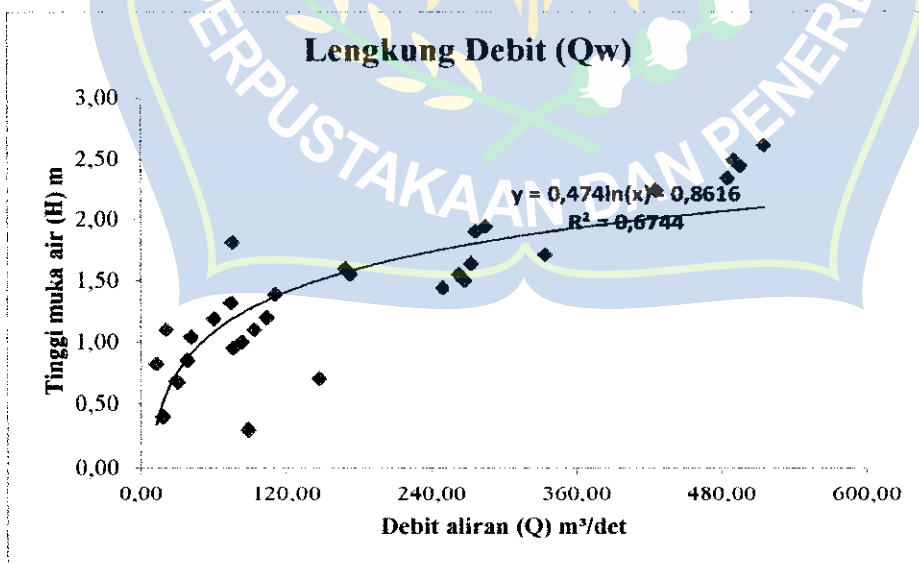
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Sedimen Melayang (*suspended load*)

Dalam menganalisa sedimen melayang atau *suspended load*, perhitungan didasarkan atas data-data sekunder berupa analisa kadar lumpur, pengukuran debit air dan debit harian yang diambil dari hasil pengamatan pada pos duga air otomatis Sungai Gareccing hilir, Kabupaten Sinjai.

a. Lengkung debit air sungai

Berdasarkan data tinggi muka air (H) dan debit air sungai (Q) pada lampiran 1 dapat dibuat kurva debit seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik lengkung Debit

Dengan menggunakan metode logaritmik dapat dibuat kurva debit dengan persamaan umum hubungan antara tinggi muka air dan debit adalah

$$Q = K (H - H_0)^n$$

1) Harga H_0 ditentukan dengan persamaan :

$$H_0 = \frac{H_1 \cdot H_3 - H_2^2}{H_1 + H_3 - 2 \cdot H_2}$$

Dari data tinggi muka air pada lampiran 1 diperoleh :

$$H_1 = 0,30 \text{ m} \rightarrow Q_1 = 12,57 \text{ m}$$

$$H_3 = 2,61 \text{ m} \rightarrow Q_3 = 515,06 \text{ m}$$

Sehingga :

$$Q_2 = (Q_1 \times Q_3)^{0,5} = (12,57 \times 515,06)^{0,5} = 80,48 \text{ m}$$

$$H_2 = (H_1 \times H_3)^{0,5} = (0,30 \times 2,61)^{0,5} = 0,88 \text{ m}$$

$$H_0 = \frac{0,30 \cdot 2,61 - 0,88^2}{0,30 + 2,61 - 2 \cdot 0,88} = 0,000754 \text{ m}$$

2) Harga konstanta K dan n ditentukan dengan persamaan :

$$(\Sigma y) - m \log K - n (\Sigma x) = 0$$

$$(\Sigma xy) - (\Sigma x) \log K - n (\Sigma x^2) = 0$$

Dimana :

$$(\Sigma y) = \text{jumlah harga log } Q$$

$$(\Sigma x) = \text{jumlah harga loh } (H - H_0)$$

$$(\Sigma x^2) = \text{jumlah harga kuadrat dari } (x)$$

$$(\Sigma xy) = \text{jumlah harga } (x) \text{ dikalikan } (y)$$

m = jumlah data

Perhitungan K dan n data pengukuran debit dapat dilihat pada lampiran

2.

Dari tabel perhitungan tersebut diperoleh :

$$64,299 - 31 \log K - 3,031 n = 0 \quad | \times 3,031$$

$$8,646 - 3,031 \log K - 1,815 n = 0 \quad | \times 31$$

$$194,862 - 93,9466 \log K - 9,1841 n = 0$$

$$268,017 - 93,9466 \log K - 56,2667 n = 0$$

$$-73,156 - 0 \quad -47,082 n$$

$$47,082 n = 73,156$$

$$n = \frac{73,156}{47,082}$$

$$n = 1,553$$

Dari salah satu persamaan,

$$8,646 - 3,031 \log K - 1,815 n = 0$$

$$8,646 - 3,031 \log K - (1,815 \times 1,553) = 0$$

$$8,646 - 3,031 \log K - (2,818) = 0$$

$$3,031 \log K = -5,828$$

$$\log K = \frac{-5,828}{3,031}$$

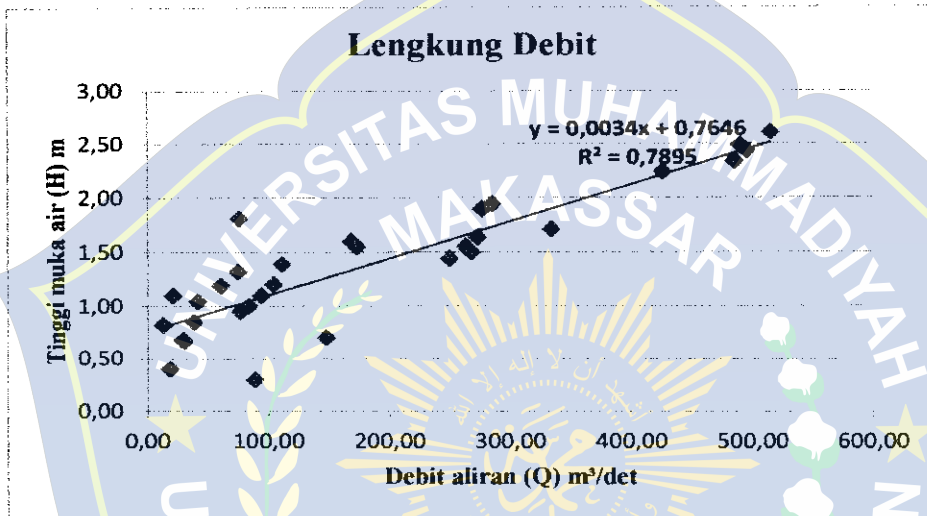
$$\log K = -1,922$$

$$K = 0,0283$$

Dari kedua persamaan tersebut diperoleh nilai $K = 0,0283$ dan $n = 1,553$.

Dengan nilai H_0 , K , dan n tersebut diperoleh persamaan lengkung debit :

$$Q = 0,0283 (H - (0,000754))^{1,553}$$



Gambar 11. Grafik persamaan lengkung debit

b. Lengkung debit sedimen melayang

1) Perhitungan konsentrasi muatan sedimen melayang

Dari data sekunder lampiran 3 menunjukkan hasil contoh air dilapangan yang dianalisa di laboratorium, diperoleh harga konsentrasi sedimen (C_s) berdasarkan persamaan 10 yaitu :

$$C_s = \frac{W_s}{V_w}$$

Dimana :

C_s = Konsentrasi sedimen (mg/ltr)

W_s = Berat kadar lumpur (mg)

V_w = Volume air (ltr)

Contoh : (data pada tanggal 19/07/2001)

$$C_s (1) = \frac{13,80}{0,25} = 55,20 \text{ mg/ltr}$$

$$C_s (2) = \frac{12,10}{0,25} = 48,40 \text{ mg/ltr}$$

$$C_s (3) = \frac{8,50}{0,25} = 34,00 \text{ mg/ltr}$$

$$C_s = \frac{55,20 + 48,40 + 34,00}{3} = 45,867 \text{ mg/ltr}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 3.

2) Perhitungan debit sedimen melayang

Dari hasil perhitungan konsentrasi sedimen (C_s) pada lampiran 3 dan data debit air (Q_w) pada lampiran 1, maka besarnya debit sedimen melayang harian (Q_{sm}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

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

C_s = debit air (m^3/det)

Q_w = konsentrasi sedimen melayang (mg/ltr)

Contoh perhitungan : (data tanggal 19/07/2001, 09/08/2001, 28/05/2003)

$$Q_{sm}(1) = 0,0864 \times 45,867 \times 88,73 = 351,6343 \text{ Ton/tahun}$$

$$Q_{sm}(2) = 0,0864 \times 36,133 \times 104,20 = 459,8276 \text{ Ton/tahun}$$

$$Q_{sm}(3) = 0,0864 \times 24,667 \times 38,23 = 222,0710 \text{ Ton/tahun}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 4.

3) Perhitungan debit sedimen melayang berdasarkan lengkung sedimen

Untuk menghitung besarnya lengkung sedimen melayang berdasarkan data pengukuran kadar lumpur dan besarnya debit sungai dapat dihitung dengan persamaan 11 sebagai berikut :

$$Q_{smhit} = a (Q_w)^b$$

Dimana :

$$Q_{smhit} = \text{debit sedimen melayang (ton/hari)}$$

$$Q_w = \text{debit air (m}^3/\text{det)}$$

$$a, b = \text{konstanta}$$

Dimana konstanta a dan b dapat dihitung dengan persamaan 12 dan persamaan 13 sebagai berikut :

$$b = \frac{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}$$

$$\log a = \frac{\sum X_i}{n} - \frac{b \cdot \sum X_i}{n}$$

berdasarkan persamaan-persamaan di atas maka dilakukan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

a) Perhitungan konstanta a dan b

Untuk memperoleh nilai dari konstanta a dan b maka dilakukan perhitungan nilai-nilai dari log Qsm dan log Qw sebagai berikut.

Contoh perhitungan : (data pada tanggal 19/07/2001)

Diketahui :

$$Q_w = 88,73 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{sm} = 351,634 \text{ ton/tahun}$$

Penyelesaian :

$$\text{Log } Q_{sm} (X_i) = \log 351,634 = 2,546$$

$$\text{Log } Q_w (Y_i) = \log 88,73 = 1,948$$

$$X_i, Y_i = 2,546 \times 1,948 = 4,960$$

$$X_i^2 = (2,546)^2 = 6,483$$

$$Y_i^2 = (1,948)^2 = 3,795$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{77,083}{31} = 2,486$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{64,299}{31} = 2,074$$

$$X_i - \bar{X} = 2,546 - 2,486 = 0,060$$

$$Y_i - \bar{Y} = 1,948 - 2,074 = -0,126$$

$$(X_i - \bar{X}), (Y_i - \bar{Y}) = (0,060) \times (-0,126) = -0,008$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = 0,004$$

$$(Y_i - \bar{Y})^2 = 0,016$$

Dari hasil perhitungan pada lampiran 5 dapat dihitung nilai konstanta b dan a sebagai berikut :

Nilai konstanta b :

$$b = \frac{n \cdot \sum Xi \cdot Yi - (\sum Xi) \cdot (\sum Yi)}{n \cdot \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2}$$

dimana:

$$\sum Xi = \text{jumlah log debit sedimen melayang}$$

$$\sum Yi = \text{jumlah log debit air}$$

$$b = \frac{31 \times 165,12 - 77,083 \times 64,299}{31 \times 139,843 - (64,299)^2}$$

$$b = 1,040$$

Nilai konstanta a :

$$\log a = \frac{\sum Xi}{n} - \frac{b \cdot \sum Xi}{n}$$

$$\log a = \frac{77,083}{31} - \frac{1,040 \times 77,983}{31}$$

$$\log a = -0,076$$

$$a = 0,851$$

b) Perhitungan Q_{smhit}

Dari hasil perhitungan konstanta b dan a dengan menggunakan nilai debit air (Q_w) yang terdapat pada lampiran 1, maka dapat dihitung nilai Q_{smhit} sebagai berikut :

$$Q_{smhit} = a (Q_w)^b$$

$$Q_{smhit}(1) = 0,851 \times (88,73)^{1,040} = 90,351 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{smhit}(2) = 0,851 \times (148,29)^{1,040} = 153,048 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{smhit}(3) = 0,851 \times (103,19)^{1,040} = 106,785 \text{ ton/hari}$$

Perhitungan Q_{smhit} selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 6.

Untuk mengetahui besarnya penyimpangan/selisih (delta) antara Q_{sm} lampiran 4 dengan Q_{smhit} lampiran 6 digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta = \log Q_{sm} - \log Q_{smhit}$$

$$\Delta(1) = \log 351,634 - \log 90,351 = 0,590 - 1,955 = -1,366$$

$$\Delta(2) = \log 459,827 - \log 153,048 = 0,478 - 2,184 = -1,707$$

$$\Delta(3) = \log 222,071 - \log 106,785 = 0,318 - 2,028 = -1,711$$

Perhitungan delta selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Adapun tingkat hubungan antara debit air (Q_w) dan debit sedimen melayang (Q_{smhit}) pada persamaan 26 dapat dinyatakan dengan koefisien koreksi (R) yang secara matematis menggambarkan penyebaran titik disekitar persamaan itu. Koefisien korelasi dapat dihitung dengan persamaan 31 sebagai berikut :

$$R = \frac{\sum(X_i - \bar{X})x(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \times \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Nilai koefisien korelasi diperoleh berdasarkan hasil perhitungan pada tabel lampiran 5, hasil perhitungan R diuraikan sebagai berikut :

$$R = \frac{\sum (X_i - \bar{X})_x (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \times \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

$$R = \frac{5,245}{\sqrt{13,597 \times 6,475}} = 0,059$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh kesimpulan konstanta a, b dan koefisien korelasi (R), sebagai berikut :

$$X = a + b \cdot Y$$

$$X = 0,851 + 1,040 Y \text{ dengan koefisien korelasi } R = 0,059$$

c) Perhitungan total debit sedimen melayang dalam 1 tahun

Dengan menggunakan debit aliran harian (Q_w) yang terdapat pada lampiran 8, maka dapat dihitung Q_{sm} dengan persamaan :

$$Q_{sm} = 0,851 (Q_w)^{1,040}$$

Contoh perhitungan : (data pada bulan Januari tanggal 1, 2 dan 3)

$$Q_{sm} (1) = 0,851 \times (90,51)^{1,040} = 92,235$$

$$Q_{sm} (2) = 0,851 \times (95,54)^{1,040} = 97,571$$

$$Q_{sm} (3) = 0,851 \times (104,96)^{1,040} = 107,596$$

Perhitungan Q_{sm} selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 9.

Analisis Perhitungan Debit Sedimen Melayang Berdasarkan Pengukuran Sesaat

Pada periode waktu tertentu debit muatan sedimen dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian konsentrasi dan debitnya yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{si} = k \times C_s \times Q_i$$

Dimana: Q_{si} = Debit sedimen melayang (ton/hari)

K = faktor konversi

C_s = Konsentrasi sedimen beban melayang (gr/ltr)

Q_i = Debit air (m^3/dt)

1. Faktor konversi (k)

Jika data air dalam m^3/dtk , berat $1 m^3$ adalah 1 ton dan waktu yang diperlukan adalah 24 jam, maka koefisien k dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$K = \frac{86400 \frac{dtk}{hr} \times 1 \frac{ton}{m^3}}{1000000} = 0,0864$$

2. Analisa perhitungan konsentrasi sedimen (cs)

$$\text{Konsentrasi sedimen (cs)} = \frac{w}{v}$$

$$C_s = \frac{13,80}{1,50,25} = 55,20 \text{ mg/ltr}$$

Debit Air (Q_i)

$$\begin{aligned} Q_i &= \sum A \times \bar{x} v \\ &= 20,16 \times 0,21 \\ &= 4,14 m^3/dt \end{aligned}$$

3. Analisa sedimen melayang

$$\begin{aligned} Q_{si} &= k \times C_s \times Q_i \\ &= 0,0864 \times 55,20 \times 4,14 \end{aligned}$$

$$= 21,0325 \text{ Ton/hari}$$

$$\text{Sedimen pertahun} = 21,0325 \times 365$$

$$= 7676,865 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\text{Sedimen 15 tahun} = 7676,865 \times 15$$

$$= 115152,975 \text{ Ton/15 tahun}$$

B. Perkiraan Sedimen Dasar (bed load)

Perhitungan sedimen dasar dengan pengukuran langsung pada lokasi pengamatan tidak diperoleh debit muatan sedimen dasar, maka perhitungan disarankan (Soewarno, 1991 : 711) dan standar RI, 1882 yang dalam penelitian diambil 20% terhadap muatan layang sehingga diperoleh perhitungan yang bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perkiraan sedimen dasar

No.	Tahun	Sedimen Melayang Qsm (ton/thn)	Sedimen Dasar Qsd = 20% x Qsm
1	2001	64610,02	12922,00
2	2002	69356,72	13871,34
3	2003	73811,56	14762,31
4	2004	92872,57	18574,51
5	2005	72545,58	14509,12
6	2006	75508,93	15101,79
7	2007	152122,43	30424,49
8	2008	185709,71	37141,94
9	2009	104284,94	20856,99
10	2010	2072577,86	414515,57
11	2011	64469,37	12893,87
12	2012	80929,88	16185,98
13	2014	75309,88	15061,98
14	2015	58721,48	11744,30
15	2016	125311,24	25062,25
Jumlah		3368142,158	673628,432
Rata - rata		224542,811	44908,562

Berdasarkan gambar 13, grafik debit sedimen menunjukkan peningkatan pada tahun 2008 dan tahun 2010. Meningkatnya debit sedimen pada tahun 2008 dan 2010 dikarenakan pada tahun tersebut terjadi banjir yang merupakan banjir kiriman akibat meluapnya hulu sungai Gareccing.

C. Perhitungan besarnya sedimen dasar (*Bed Load*)

Untuk menghitung besarnya sedimen dasar pada hilir sungai Saddang digunakan data sekunder berupa pengukuran aliran sungai, hasil pengujian laboratorium terhadap *bed load* dan data penunjang lainnya. Perhitungan sedimen dasar (*bed load*) pada penelitian ini digunakan persamaan Shields dan beberapa persamaan lainnya.

Untuk titik pertama pengambilan material dasar, perhitungan sedimen dasar dijabarkan sebagai berikut :

1. Persamaan Shields

$A = 20,16 \text{ m}^2$	$d_{35} = 0,40 \text{ mm} \rightarrow 0,00040 \text{ m}$
$V = 0,21 \text{ m/det}$	$d_{50} = 0,56 \text{ mm} \rightarrow 0,00056 \text{ m}$
$Q = 5,51 \text{ m}^3/\text{det}$	$d_{90} = 1,25 \text{ mm} \rightarrow 0,00125 \text{ m}$
$h = 0,8 \text{ m}$	$B = 21 \text{ m}$
$S = 0,00032$	$g = 9,81 \text{ m/s}$
$P = 17,48 \text{ m}$	$\rho_s = 2680 \text{ kg/m}^3$
$R = 1,153 \text{ m}$	$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$
$T = 26 \text{ }^\circ\text{C}$	

Penyelesaian :

$$\frac{qb \cdot \Delta}{Q \cdot I} = 10 \frac{\tau_p - \tau_c}{(\rho_s - \rho_w) \cdot g \cdot d_{50}}$$

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} = \frac{2680 - 1000}{1000} = 1,68$$

$$\tau_p = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot I$$

$$\tau_p = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,80 \cdot 0,00032$$

$$\tau_p = 25,114$$

$$R_e = \frac{U_* \cdot d_{50}}{v}$$

$$U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot I}$$

$$= \sqrt{9,81 \cdot 1,153 \cdot 0,00032}$$

$$= 0,060 \text{ m/det}$$

$$v = 0,90 + \frac{(26 - 25)}{(30 - 25)} x (0,80 - 0,90)$$

$$= 0,88 \Rightarrow 0,88 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$$

$$R_e = \frac{0,060 \cdot 0,00032}{0,88 \times 10^{-6}}$$

$$R_e = 21,818$$

$$\text{Dari grafik } S_{\text{hield}} = \frac{\tau_c}{\rho_s - \rho_w} = 0,27$$

Sehingga,

$$\tau_c = 0,27 (2680 - 1000) \cdot 9,81 \cdot (0,0032) = 14,239$$

$$\frac{qb \cdot 1,68}{5,51 \cdot 0,0032} = 10 \cdot \frac{25,114 - 14,239}{1,68 \cdot 9,81 \cdot 0,00056}$$

$$\frac{qb \cdot 1,68}{0,176} = 11,783$$

$$qb \cdot (1,68) \times (11,783) = 0,176$$

$$19,759 \cdot qb = 0,176$$

$$qb = \frac{0,176}{19,759}$$

$$qb = 0,0088 \text{ (kg/det)/m}$$

$$\begin{aligned} Qb &= 21 \times 0,0088 \\ &= 1,848 \text{ kg/det} \end{aligned}$$

Jadi satuan berat (kg) ditransfer ke satuan berat (ton) dan satuan waktu (s) ditransfer ke satuan waktu (hari), maka :

$$Qb = \frac{1,848}{1000}$$

$$Qb = 0,00184 \text{ ton/det}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 hari} &= 0,00184 \times 24 \times 60 \times 60 \\ &= 158,97 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 tahun} &= 158,97 \times 365 \text{ hari} \\ &= 58026,24 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 15 tahun} &= 58026,24 \times 15 \text{ tahun} \\ &= 870393,6 \text{ ton/15 tahun} \end{aligned}$$

2. Metode Mayer Peter Muller (MPM)

Untuk perhitungan sedimen dasar persamaan Mayer Peter Muller yang disederhanakan di uraikan sebagai berikut :

$$\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{2/3} \cdot R \cdot I = 0,047 \left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right) \cdot d_{50} + 0,25 \left(\frac{1}{g} \right)^{1/3} \cdot (Tb)^{2/3}$$

Diketahui data :

1. Debit aliran (Q) = 5,51 m³/dt
2. Kecepatan rata-rata (V) = 0,21 m/s
3. Jari-jari hidrolis (R) = 1,153 m
4. Berat jenis air (γ_w) = 1000 kg/m³
5. Berat jenis sedimen (γ_s) = 2,32 kg/m³
6. Diameter butiran (D₅₀) = 0,56 mm $\approx$ 0,00056 m
7. Kemiringan dasar saluram (I) = 0,00032
8. Kedalaman air (H) = 0,8 m
9. Gravitasi = 9,81 m/s²

Untuk mendapatkan nilai K_s adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} K_s &= \frac{V}{\sqrt{R \times I}} \\ &= \frac{0,21}{\sqrt{1,15 \times 0,00032}} \\ &= 10,699 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai K_s' adalah sbagai berikut :

$$\begin{aligned} K_s' &= 18 \text{ Log } \frac{12R}{D_{90}} \\ &= 18 \text{ log } \frac{12 \times 1,153}{0,00056} \end{aligned}$$

$$= 79,074$$

Sehingga dapat dihitung *ripple factor* nya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\mu &= \left(\frac{K_s}{K'_s} \right)^{\frac{3}{2}} \\ &= \left(\frac{10,699}{79,074} \right)^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,0497734\end{aligned}$$

Selanjutnya dimasukkan dalam persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{K_s}{K_r} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot R \cdot I &= 0,047 \left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right) \cdot d_{50} + 0,25 \left(\frac{1}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot (Tb)^{\frac{2}{3}} \\ 1000 \times (Q_s/Q) \times 0,00497734 \times 0,8 \times 0,00032 &= 0,047 (2,32 - 1000) 0,00056 \\ + 0,25 \left(\frac{1000}{9,81} \right)^{\frac{3}{2}} \times (Tb)^{\frac{2}{3}} \\ 1000 \times \frac{R}{h} \times 0,00001274 &= 12,47951 \times (Tb)^{\frac{3}{2}} \\ 1000 \times \frac{1,153}{0,8} \times 0,00001274 &= 12,4795099 \times (Tb)^{\frac{3}{2}} \\ (Tb)^{\frac{3}{2}} &= 0,00147208 \\ Tb &= 0,062410466 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sedimentasi perhari} &= 0,062410466 \times 24 \times 60 \times 60 \\ &= 127,008 \text{ ton/hari.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sedimentasi pertahun} &= 127,008 \times 365 \text{ hari} \\ &= 46357,92 \text{ ton/tahun.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sedimen 15 tahun} &= 46357,92 \times 15 \\ &= 695368,8 \text{ ton/15 tahun.}\end{aligned}$$

Tabel 7. Rekapitulasi debit sedimen dasar (*Bed Load*) berdasarkan beberapa Pendekatan

Sedimen Dasar (Qb) (thn)	Berdasarkan pendekatan		Berdasarkan hit. di lapangan	
	Shields	MPM	Sedimen dasar (Qb)	Sedimen melayang (Qsm)
(ton / thn)	58.026,24	46.357,92	44.908,562	224.542,811
(ton / 15 thn)	288.552,57	221.535,4	673.628,430	3.368.142,165

Berdasarkan hasil perhitungan dengan beberapa pendekatan yang terdapat pada tabel 7, menunjukkan bahwa pendekatan Mayer Peter Muller mendekati hasil perhitungan di lapangan, sehingga untuk perhitungan sedimen yang cukup efisien digunakan pada hilir sungai Gareccing adalah pendekatan MPM.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Besarnya laju sedimentasi dibagian hilir Sungai Gareccing yaitu untuk sedimen melayang (S_{sm}) = 224.542,811 ton/tahun. Sedangkan Besarnya laju Sedimentasi dibagian hilir Sungai Gareccing yaitu untuk sedimen dasar (S_{sd}) = 44.908,562 ton/tahun.
2. Untuk perhitungan laju sedimen dasar dihitung menggunakan beberapa pendekatan, yaitu pendekatan Shields = 58.026,24 ton/tahun, dan MPM = 46.357,92 ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan, pendekatan MPM mendekati hasil perhitungan di lapangan sebesar 46.357,92 ton/tahun.

B. Saran

1. Untuk penelitian telah diketahui seberapa besar sedimen yang tertampung dalam sungai gareccing, maka kami selaku penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya dapat menentukan langkah selanjutnya terhadap sedimen.
2. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan pada instansi terkait dalam mengkaji tingkat sedimentasi pada sungai Gareccing

3. Guna mengantisipasi laju peningkatan sedimen maka perlu dilakukan langkah-langkah penanggulangan sedimen seperti pembuatan tanggul disepanjang tebing sungai Gareccing yang rawan terjadi erosi.



DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mokonio, Oliviana. Dkk. (2013). *Analisis Sedimentasi di muara Sungai Salungko di Desa Tounalet. Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil statik Vol. 1 No 6
- Gunarto, Danang. Dkk. (2012). *Analisa Angkutan Sedimen di Sungai Jawi Kecamatan Sungai kakap Kabupaten Kubu Raya*. Jurusan Teknik Sipil.
- Akbar, Muhammad Ibnu Kino, Nurhikma. (2015). *Analisis Pendugaan Sedimentasi Sub DAS Mata Allo Kabupaten Enrekang*. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Putra, Ady Syaf. (2014). *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kamaro sampai dengan Muara Sungai Komering)*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol. 2 No 3.
- M., S. T., Eldina, F., & Masimin. (2016). *Kajian Perletakan Krib pada Aliran Sungai Krueng Aceh*. Jurnal Teknik Sipil, 123.
- Apriyanti, Yauk dan Hambali, Roby. (2016). *Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng-Kabupaten Bangka Barat*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 4 No 2.
- Saud, Ismail. (2008). *Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya Jurnal Aplikasi: Media Informasi & Komunikasi aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 4 No 1.
- Rizal, Muh dan Syaiful. (2014). *Analisa Muatan Sedimen di Hilir Sungai Maros Kabupaten Maros*. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah makassar.
- Bagaskara, Dicky Pratesya. Dkk. (2017). *Laju Sedimentasi dan Pergeseran Delta di Muara anak Sungai Porong Sidoardjo*. jurnal ilmu kelautan, Vol. 6 No 4.
- Roswaty, Sefanya. Dkk. (2014). *Tingkat Sedimentasi di Muara Sungai Wedung Kecamatan Wedung, Demak*. Jurnal Ilmu kelautan, Vol. 3 No 2.
- Anasiru, triyanti. (2006). *Angkutan Sedimen pada Muara sungai palu*. jurnal Teknik Sipil, Vol. 4 No 1.

Bella, Resnie. (2014). *Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Bed Load) pada Muara Sungai Lili Kabupaten Musi-banyuasin*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol. 2 No 1.

Soekarno, Indratmo. (2015). *Analisis Volume Sedimen yang Mengendap Setelah T-Tahun Waduk Beroperasi (Studi Kasus : Waduk Cirata)*. Jurnal Teknik sipil, Vol. 22 No 3.

