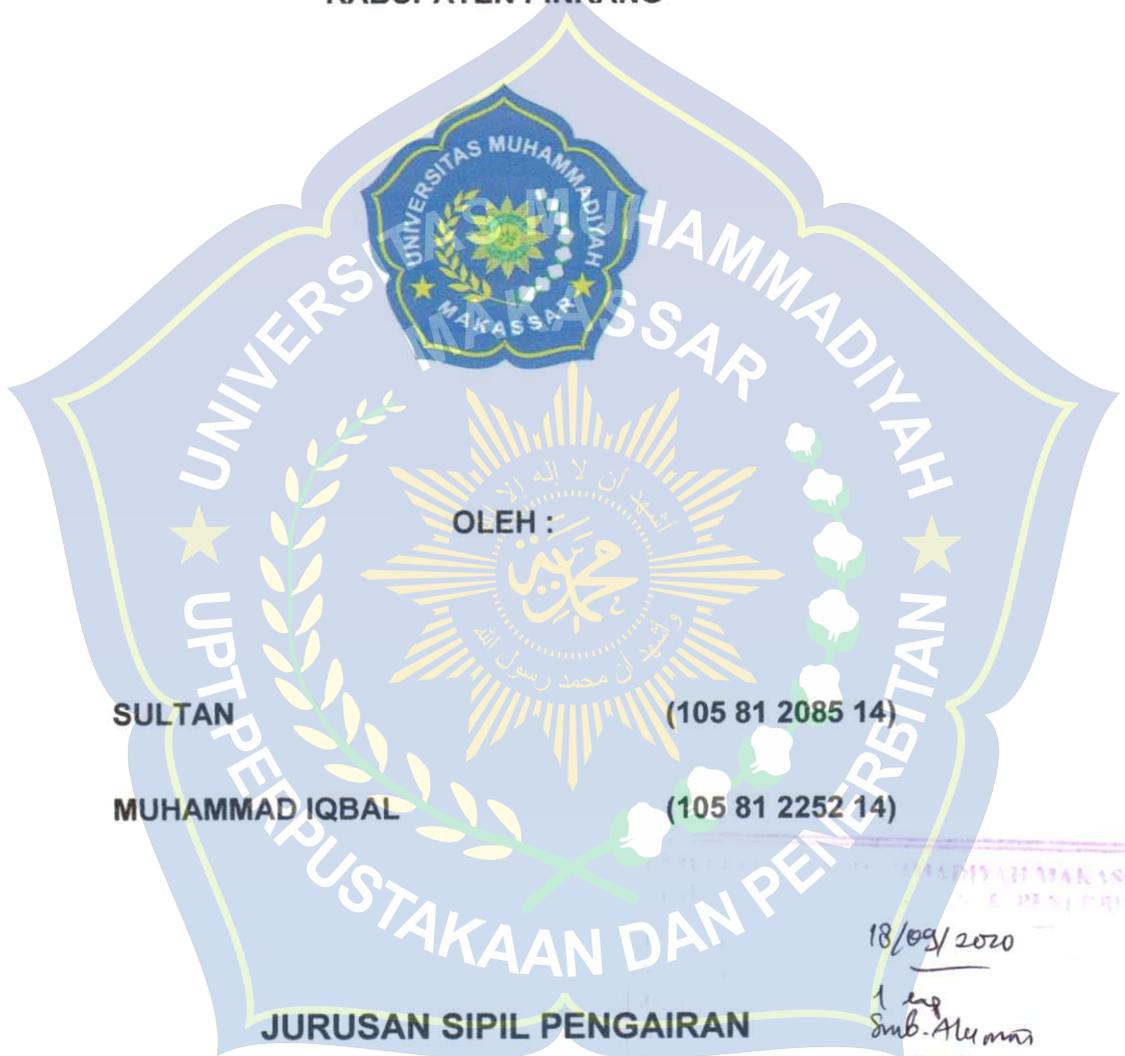


SKRIPSI

“ANALISIS SEDIMENTASI DI SUNGAI PATOBONG

KABUPATEN PINRANG”



OLEH :

SULTAN

(105 81 2085 14)

MUHAMMAD IQBAL

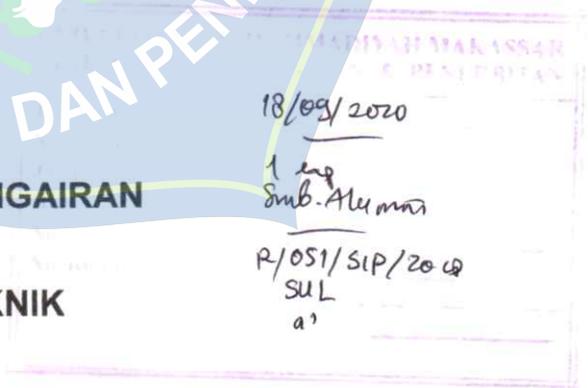
(105 81 2252 14)

JURUSAN SIPIL 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>



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS SEDIMENTASI DI SUNGAI PATOBONG
KABUPATEN PINRANG**

Nama : SULTAN
MUHAMMAD IQBAL

Stambuk : 105 81 2085 14
105 81 2252 14

Makassar, 29 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Sc.

Dr. Muh. Yunus Ali, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan

Jurusan Teknik Sipil



Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T.

NBM : 1183 084



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 Sultan nomor induk Mahasiswa 105 81 2085 14 dan Muhammad Iqbal dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2252 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/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 29 Februari 2020

Makassar, 05 Rajab 1441 H
29 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, S.E., M.M.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.

2. Penguji

a. Ketua: Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T.

b. Sekretaris : Farida Gaffar, S.T., M.M.

3. Anggota: 1. Dr. Ir. Hj. Fenti Daud Sindagamanik, M.T.

2. Dr. Ir. Nenny T. Karim, S.T., M.T., IPM

3. Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Sc.

Pembimbing II

Dr. Muh. Yunus Ali, S.T., M.T.



Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM

NBM : 855 500

ABSTRAK

Sungai Patobong adalah sungai yang berlokasi di Kabupaten Pinrang tepatnya di desa Patobong. Sungai Patobong merupakan anak sungai Sadang, Sungai Sadang sendiri merupakan salah satu sungai utama yang mengalir ke Selat Makassar. Sungai Patobong memiliki peran penting untuk mengalir sebagian besar area persawahan yang berada di desa Patobong, tetapi beberapa waktu belakangan ini sungai ini dikeluhkan masyarakat sekitar dikarenakan kecepatan aliran di sungai ini melambat, itulah alasannya kita mengambil studi di sungai ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar sedimentasi yang terjadi pada Sungai Patobong, sehingga bisa memperlambat kecepatan aliran pada Sungai Patobong.

Berdasarkan hasil analisis yang kami hitung, besarnya sedimentasi dibagian hilir Sungai Patobong yaitu untuk sedimen melayang (Q_{sm}) = 70,73 ton/tahun sedangkan untuk sedimen dasar (Q_b) = 11.091,09 ton/tahun. Untuk perhitungan sedimen dasar dihitung menggunakan beberapa pendekatan, yaitu pendekatan Shields = 11.416,03ton/tahun, dan MPM = 10.134,50ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan, pendekatan Shield mendekati hasil perhitungan di lapangan sebesar 11.091,09 ton/tahun. Sehingga perhitungan di lapangan diperoleh sedimentasi pada hilir Sungai Patobong yaitu $99.819,81 + 11.091,09 = 110.910,90$ ton/10 tahun dan untuk perhitungan sedimentasi berdasarkan pendekatan Shield diperoleh $102.744,29 + 11.416,03 = 114.160,32$ ton/10 tahun.

Kata kunci : Sedimentasi di Sungai Patobong, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan, termasuk besar Sedimentasinya.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT , karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun tugas akhir ini dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi Pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **“ANALISIS SEDIMENTASI DI SUNGAI PATOBONG KABUPATEN PINRANG”** penulis menyadari bahwa didalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu di tinjau dari segi teknis maupun penulisan dan perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan sangat ikhlas dan senang hati atas segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang dan do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

1. Bapak Hamzah Ali Imran, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Sc. selaku pembimbing I dan Dr. Muh. Yunus Ali ST., MT., IPM selaku Pembimbing II yang meluangkan waktu untuk membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Kedua Orang Tua kami yang selalu memberi dukungan secara moral maupun material dan doa kepada kami.

Semoga semua pihak tersebut mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta Bangsa dan Negara.

"Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat"

Makassar, Februari 2020

Tim Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	ivv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Sungai	5
B. Sedimen	5
C. Faktor-faktor Yang Menentukan Transportasi Sedimen	10
D. Sedimentasi	13
E. Pembuat Lengkung Debit	14
F. Pengukuran Sedimen Melayang (<i>Suspended Load</i>)	19

G. Pengolahan Data Sedimen Melayang.....	26
H. Pengukuran Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>)	30
I. Perhitungan Sedimen Dasar dengan Persamaan Mayer Peter Muller. 31	
J. Pengolahan Data Sedimen Dasar.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	33
B. Jenis Penelitian.....	35
C. Tahapan Penelitian.....	35
D. Alat dan Bahan.....	36
E. Prosedur Penelitian.....	37
F. Analisis Data.....	39
G. Flowchart.....	41
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Perhitungan Sedimen Melayang (<i>Suspended Load</i>).....	43
B. Perhitungan Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>).....	49
C. Perhitungan besarnya sedimen dasar (<i>Bed Load</i>).....	51
D. Perkiraan Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>).....	65
BAB V PENUTUP	57
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Sketsa Pengukuran Sedimen Cara Integrasi Kedalaman EDI	22
Gambar 2 Sketsa Pengukuran Sedimen Cara Integrasi Kedalaman EWI	24
Gambar 3 Topografi Kabupaten Pinrang	33
Gambar 4 Kecamatan Mattiro Sompe Kabupaten Pinrang	34
Gambar 5 Titik Lokasi Penelitian	35
Gambar 6 Flowchart Penelitian	42
Gambar 7 Grafik Hubungan Debit Sungai dengan Debit Sedimen	50
Gambar 8 Grafik Sedimen Melayang (Qs) dan Sedimen Dasar (Qd)	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Klasifikasi Ukuran Butiran <i>American Geophysical Union</i>	8
Tabel 2 Klasifikasi Ukuran Partikel Sedimen.....	10
Tabel 3 Jenis Porositas.....	11
Tabel 4 Perkiraan Sedimen Dasar.....	49
Tabel 5 Rekapitulasi Debit Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>) Berdasarkan Beberapa Pendekatan.....	55



DAFTAR NOTASI

		Halaman
Q_s	= Debit Sedimen	9
C	= Konsentrasi Sedimen	9
Q	= Debit Sungai	9
Fr	= Bilangan Froude	10
v	= Kecepatan Aliran	10
g	= Percepatan Gravitasi	10
h	= Kedalaman Aliran	10
SF	= Faktor Bentuk dari Corey (tak berdimensi)	11
a	= Penampang Terpanjang dari Partikel	11
b	= Penampang dari partikel	11
c	= Penampang Terpendek dari Partikel	11
w	= Kecepatan Endap	12
g	= Percepatan Gravitasi	12
d	= Diameter Partikel	12
C_D	= Koefisien Larutan/ <i>Drag Coefficient</i> (tidak bersedimen)	12
ρ_s	= Berat Volume Partikel	12
ρ_s	= Berat Volume Air	12
Q	= Debit	14
K	= Konstanta	14
N	= Konstanta	14
H	= Tinggi muka air	14
H_0	= Kedalaman aliran nol	14

$(\sum y)$	= Jumlah harga log Q	16
$(\sum x)$	= Jumlah harga log (H-H ₀).....	16
$(\sum x^2)$	= Jumlah harga kuadrat dari (x).....	16
$(\sum xy)$	= Jumlah harga (x) dikalikan (y).....	16
m	= Jumlah Data	16
a	= Proyeksi Horizontal Garis Lurus Kurva Lengkung Debit.....	18
b	= Proyeksi vertikal garis lurus lengkung debit.....	18
Q_s	= Debit Sedimen	21
C	= Konsentrasi Sedimen	21
C	= Konsentrasi rata-rata sedimen pada suatu penampang sungai.....	21
C_i	= Konsentrasi Sedimen Pada Sub Penampang Ke I.....	21
Δ x_i	= Lebar Sub Penampang Sungai Ke I	21
Q_i	= Debit Perlebar Sub Penampang	21
N	= Jumlah Vertikal Pengukuran.....	21
C	= Konsentrasi Rata-Rata	23
n	= Jumlah Vertikal Dari I = 1- N.....	23
W_i	= Berat Sampel Pada Vertikal Ke I	23
U_i	= Volume Sampel Pada Vertikal Ke I	23
Q_{si}	= Debit Sedimen Melayang	25
Q_i	= Debit Air.....	25
C_s	= Konsentrasi Sedimen Beban Melayang.....	25
K	= Faktor Konversi	25
Q_{sm}	= Debit Sedimen Melayang	25
Q_t	= Debit Air.....	25

C_s	= Konsentrasi Sedimen Beban Melayang.....	25
Q_{sm}	= Debit Sedimen Melayang	26
Q_w	= Debit Air.....	26
C_s	= Konsentrasi Sedimen Beban Melayang.....	26
C_s	= Konsentrasi Sedimen Beban Melayang.....	26
W_s	= Berat Kadar Lumpur.....	26
V_w	= Volume Air.....	26
$Q_{sm_{hit}}$	= Debit Sedimen Melayang	27
Q_w	= Debit Air.....	27
a, b	= Konstanta	27
x_i	= Data X yang ke i	27
y_i	= Data Y yang ke i	27
i	= 1, 2, 3, ..., n	27
n	= Banyaknya Data	27
R	= Koefisien Korelasi.....	28
q_s	= Debit Muatan Sedimen Dasar	30
R_h	= Radius Hidrolik.....	30
d	= Diameter Butiran	30
γ_s	= Berat Jenis Muatan Sedimen Dasar	30
γ_w	= Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>) Air	30
g	= Percepatan Gravitasi	30
Q_s	= Muatan Sedimen Dasar	30
W	= Lebar Saluran.....	30

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. Di dalam 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 air tersebut akan bermuara yaitu di danau atau di laut.

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi. Proses sedimentasi berjalan sangat komplek, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Ketika tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen.

Perairan pesisir Sungai Patobong mempunyai peranan yang penting sebagai jalur transportasi umum bila ditinjau dari aktifitas ekonomi. Di sisi

lain, Sungai Patobong merupakan sungai yang mengalami proses sedimentasi tinggi akibat bermuaranya berbagai sungai yang membawa sedimen. Sungai Patobong memiliki kedalaman yang bervariasi. Morfologi sungai terutama dibentuk oleh hasil endapan sedimen dari sungai dengan sebaran yang dikontrol oleh aktifitas aliran arus sungai. Konfigurasi dasar laut mempengaruhi arah dan kecepatan arus, sebaliknya arus memiliki pengaruh yang besar terhadap pola pergerakan sedimen.

Penelitian terhadap aliran sungai dan pola pengendapan sedimen pada Sungai Patobong diharapkan mampu mengetahui pola penyebaran sedimen serta kaitannya dengan aliran sungai, karena sedimentasi yang terjadi pada suatu sungai akan mengakibatkan menurunnya kecepatan aliran sungai tersebut. Dengan demikian hasil dari penelitian ini diharapkan mampu dijadikan salah satu alternatif untuk mengatasi pendangkalan Sungai Patobong.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Sedimentasi Di Sungai Patobong Kabupaten Pinrang”**. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu mengetahui seberapa besar debit sedimen yang ada di Sungai Patobong serta pengaruh besarnya debit sedimen terhadap aliran sungai.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Berapa besar sedimen melayang (*suspended load*) pada Sungai Patobong Kab. Pinrang?
2. Berapa besar sedimen dasar (*bed load*) pada sungai Patobong Kab. Pinrang?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui besar sedimen melayang (*suspended load*) pada sungai Patobong Kab. Pinrang
2. Untuk mengetahui besar sedimen dasar (*bed load*) pada sungai Patobong Kab. Pinrang

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui secara detail mengenai pengaruh besarnya debit sedimen pada Sungai Patobong
2. Sebagai masukan untuk mengetahui pengaruh besarnya debit pada Sungai Patobong
3. Sebagai bahan informasi bagi mahasiswa yang akan melanjutkan penelitian.

E. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, mencapai sasaran yang diinginkan dan lebih terarah maka diberikan batasan-batasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Mattiro Sompe Kabupaten Pinrang
2. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis debit sedimen melayang dan sedimen dasar di Sungai Patobong
3. Studi terbatas pada pengaruh besarnya debit sedimen Sungai Patobong Kabupaten Pinrang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

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

B. Sedimen

1. Defenisi sedimen

Kata sedimen berasal dari bahasa latin "Sedimentum" yang artinya "pengendapan" (*Friedmen dan Sander 1978*). Terkait dengan kata sedimen, *Sander (1978)* mendefinisikan sedimen sebagai proses terbentuknya endapan dari partikel-partikel yang terbawah oleh air, angin, es maupun glistler. Partikel sedimen ini biasanya merupakan material yang berasal dari hasil pelapukan batuan dan pengikisan permukaan bumi.

Friedman (1978) mengatakan sedimen adalah kerak bumi yang ditransformasikan dari suatu tempat ke tempat lain baik secara vertikal maupun secara horizontal. Selanjutnya *Petrick (1984)* Dan *Siswanto (2007)* mendefinisikan sedimen sebagai kumpulan rombakan material (batuan, mineral dan bahan organik) dengan ukuran butiran tertentu.

Asdak (2007), mendefinisikan Sedimen Yield (hasil sedimentasi) sebagai banyaknya sedimen yang dihasilkan dari proses erosi daerah tangkapan air pada suatu tempat dan waktu tertentu. Konsentrasi sedimen dalam suatu sungai menentukan kualitas fisik perairan. Ada dua elemen yang terkandung dalam muatan sedimen total:

1. Sedimen dasar (*Bedload*)
2. Sedimen melayang (*Suspended load*)

Endapan atau sedimen yang terbentuk dapat dibedakan menjadi sedimen kimia, sedimen organik tergantung pada bahan erosinya. Sedimentasi merupakan sumber kekuatan tenaga oksigen yang terdiri dari pelapukan, erosi, dan sedimentasi. Hasil-hasil sedimentasi adalah sebagai berikut :

1. Delta adalah endapan di muara sungai, baik yang bermuara ke danau maupun ke laut.
2. *Flood plain* adalah dataran banjir di tepi-tepi sungai.
3. *Tanggul* adalah tumpukan sedimen di tepi sungai yang berbentuk akibat banjir.

4. Tombolo adalah tanggul pasir alami yang menghubungkan dataran pulau yang berbeda didekat pantai.
5. Bukit pasir adalah gundukan pasir yang terdapat di pantai atau gurun sebagai hasil pengendapan material yang terangkut oleh angin.
6. Bar adalah gosong pasir yang terletak pada dasar sungai.

2. Karakteristik Sedimen

Ukuran partikel sedimen merupakan karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata. *Abdul Ghani, dkk. (2012)* menggunakan klasifikasi berdasarkan ukuran U.S Army Corps Engineer (USACE) untuk analisa saringan sampel sedimen. *Syahrul Purnawan, Dkk. (2011)* menggunakan teknik analisis penyaringan dengan metode ayak basah yang menggunakan saringan sedimen bertingkat dengan diameter berbeda-beda.

Beberapa ahli hidrolika menggunakan klasifikasi ukuran buiran menurut AGU (*American Geophysical Union*) sebagai mana yang ditunjukkan pada tabel 1. *Ponco (1989)* menyatakan bahwa batu besar dapat diukur tersendiri atau dengan ayakan, dan pasir diukur dengan ayakan. Ayakan nomor 200 digunakan untuk memisahkan partikel pasir dari partikel yang lebih halus seperti lumpur dan lempung, sedangkan lumpur dan lempung dipisahkan dengan mengukur perbedaan kecepatan jatuhnya pada air diam.

Tabel1. Klasifikasi ukuran butiran *American Geophysical Union*

Interval/range (mm)	Nama	Interval/range (mm)	Nama
4096-2048	Batu Sangat Besar (Very Large Boulders)	1-1/2	Pasir Kasar (Coarse Sand)
2048-1024	Batu Besar (Large Boulders)	1/2-1/4	Pasir Sedang (Medium Sand)
1024-512	Batu Sedang (Medium Boulders)	1/4-1/8	Pasir Halus (Fine Sand)
512-256	Batu Kecil (Small Boulders)	1/8-1/16 (S/D 0.0625 mm)	Pasir Sangat Halus (Very Fine Sand)
256-128	Kerakal Besar (Large Cobbles)	1/16-1/32	Lumpur Kasar (Coarse Silt)
128-64	Kerakal Kecil (Small Cobbles)	1/32-1/64	Lumpur Sedang (Medium Silt)
64-32	Kerikil Sangat Kasar (Very Coarse Gravel)	1/64-1/128	Lumpur Halus (Fine Silt)
32-16	Kerikil Kasar (Coarse Gravel)	1/128-1/256	Lumpur Sangat Halus (Very Fine Silt)
16-8	Kerikil Sedang (Medium Gravel)	1/256-1/512	Lempung Kasar (Coarse Clay)
8-4	Kerikil Halus (Fine Gravel)	1/512-1/1024	Lempung Sedang

			(Medium Clay)
4-2	Kerikil Sangat Halus (Very Fine Gravel)	1/1024-1/2048	Lempung Halus (Fine Clay)
2-1	Pasir Sangat Kasar (Very Coarse Sand)	1/2048-1/4096	Lempung Sangat Halus (Very Fine Clay) Koloid

Sumber : Garde & Raju, 1985

Dengan mengasumsikan konsentrasi sedimen disemua bagian panjang melintang sama, maka Asdak (2007) menyatakan :

$$Q_s = 0,0864 \times C \times Q \quad (1)$$

Keterangan :

Q_s = Debit Sedimen (t/hr)

C = Konsentrasi Sedimen

Q = Debit Sungai m^3/dtk

Menurut ukurannya sedimen dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Ukuran Partikel Sedimen

Jenis Sedimen	Ukuran Partikel (mm)
Liat	<0.0039
Abu	0.0039-0.0625
Pasir	0.0625-2.00
Pasir besar	2.00-64

Sumber : Asdak (2007)

C. Faktor-faktor yang menentukan Transportasi Sedimen

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

1. Sifat-sifat Aliran

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

Adapun persamaan untuk menghitung bilangan Froude yaitu :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (2)$$

Fr = bilangan Froude

v = kecepatan aliran (m/det)

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

h = kedalaman aliran (m)

2. Sifat Sifat-sifat Sedimen

a. Ukuran (*size*)

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

Tabel 3. Jenis porositas

No.	Bahan	θ (%)	No.	Bahan	θ (%)
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 :

$$SF = \frac{c}{(a \cdot b)^{0.5}} \quad (3)$$

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)

a. Rapat massa

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

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

b. 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 :

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

Dimana :

w = kecepatan endap (m/s)

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

d = diameter partikel (mm)

C_D = koefisien larutan/drag coefficient (tidak bersedimen)

ρ_s = berat volume partikel (g/cm^3)

ρ_w = berat volume air (g/cm^3)

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.

D. Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses penampungan, penggelindingan, penyeretan atau pemercikan jarak-jarak tanah hasil pemecahan dan telah terlepas disalurkan tubuh tanahnya, menemouh rentang jarak tertentu sampai tertahan di tempat pengendapan (Wulandari, 1999).

Erosi dan sedimen merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya dari suatu tempat terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti oleh pengendapan material yang terjadi di tempat lain (Suhartono, 2011)

Sedimentasi dan erosi adalah dua hal yang sangat berkaitan erat. Erosi dan sedimentasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, air dan glitser. Beberapa dampak sedimentasi yang merupakan akibat dari erosi antara lain :

1. Di sungai, pengendapan sedimen didasar sungai menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga sering terjadi banjir.
2. Di waduk, pengendapan sedimen di waduk dapat mengurangi volume tampungannya
3. Di saluran, saluran irigasi yang di penuh sedimen tentu membutuhkan biaya yang tidak sedikit untuk melakukan proses pengerukan.
4. Di bendungan atau pintu air , pintu-pintu air yang dipenuhi sedimen akan berakibat sulitnya mengoperasikan pintu air itu sendiri.

Dari proses sedimentasi hanya sebagian sedimen yang diangkut keluar dari daerah irigasi, sedangkan yang lain mengendap di lokasi tertentu dari saluran. (Suhartono,2011).

E. Pengukuran Sedimen Melayang (*Suspended Load*)

Maksud pengukuran angkutan sedimen melayang adalah menentukan konsentrasi sedimen, ukuran butir sedimen dan produksi sedimen melayang dari suatu DPS dilokasi pos duga air. Konsentrasi sedimen dapat dinyatakan dalam berbagai cara, antara lain :

1. Dinyatakan dengan perbandingan antara perbandingan berat sedimen kering yang terkandung pada satu unit volume sedimen bersama-sama airnya dari suatu sampel, biasanya dinyatakan dalam satuan mg/l, g/m³, kg/m³, dan ton/m³.

2. Dinyatakan dengan perbandingan volume partikel sedimen yang terkandung pada satu unit volume sampel air, biasanya dinyatakan dalam satuan %.
3. Konsentrasi sedimen dapat juga dinyatakan dalam parsper million (ppm), apabila konsentrasinya rendah, dihitung dengan cara membagi berat sedimen kering dengan berat sampelnya dengan mengalihkan hasil bagi tersebut 10^6 .

Dalam pengambilan sampel sedimen melayang digunakan metode, yaitu :

1) **Metode integrasi**

Pada umumnya cara ini digunakan untuk pengukuran konsentrasi sedimen melayang pada sungai lebar atau pada sungai yang mempunyai penyebaran konsentrasi sedimen bervariasi. Pada suatu penampang melintang ditentukan beberapa vertikal pengukuran yang dibuat sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen pada setiap vertikal yang berdekatan masing-masing mempunyai perbedaan yang kecil, pekerjaan ini membutuhkan banyak pengalaman dilapangan, agar hasilnya baik. Minimal diperlukan 3 buah vertikal. Jumlah titik pengukuran bervariasi tergantung dari kedalaman aliran dan ukuran butiran sedimen melayang, metode ini dapat dibedakan menjadi dua :

- a. Banyak titik (*multipoint method*)
- b. Sederhana (*simplifield method*)

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

$$Q_s = C \cdot Q \quad (5)$$

Keterangan :

Q_s = Debit sedimen (m^3 /detik)

C = Konsentrasi sedimen (mg/l)

Q = Debit aliran (m^3 /detik)

Untuk pengukuran sedimen cara EDI, persamaan (5) dapat diubah menjadi :

$$Q_s = \sum_1^n \bar{C}_i \cdot q_i \cdot \Delta x_i \quad (6)$$

$$\text{Apabila } Q = \sum_1^n q_i \cdot \Delta x_i \quad (7)$$

Maka konsentrasi rata-ratanya adalah :

$$C = \frac{\sum_1^n \bar{C}_i \cdot q_i \cdot \Delta x_i}{\sum_1^n q_i \cdot \Delta x_i} \quad (8)$$

Keterangan :

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

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

Δx_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 8 dapat diubah menjadi :

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{Q} \quad (9)$$



Gambar 1. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EDI

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

Pengambilan sampel sedimen melayang dengan cara *equal-width-incement* (EWI) ini dilaksanakan dengan cara sebagai berikut : pada suatu penampang melintang 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 yang 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.

Jarak vertikal ditentukan dengan cara membagi lebar sungai dengan jumlah vertikal yang diinginkan. Lokasi pengukuran sedimen ditentukan dengan cara rata-rata tengah (*mid section method*) sebagai contoh, lebar sungai 53,0 m, jumlah vertikal 10 buah maka jarak vertikal dapat 5,0. Lokasi pengukuran vertikal pertama adalah 2,5 m dan vertikal kedua $5 + 2,5 = 7,5$ m dan seterusnya.

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 :

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{\sum_{i=1}^n U_i} \quad (10)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi rata-rata (mg/l)

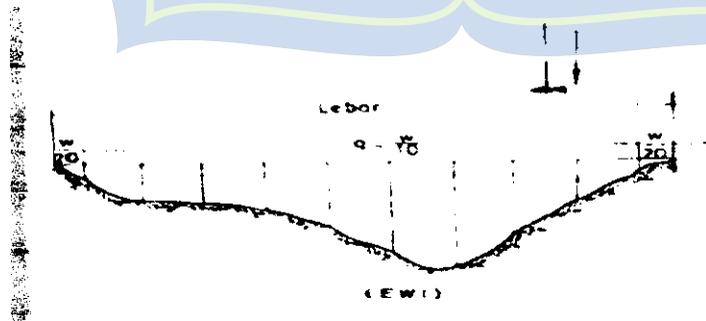
n = jumlah vertikal dari $l = 1 - n$

W_i = berat sampel pada vertikal ke l (gr)

U_i = volume sampel pada vertikal ke l (litr)

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



Gambar 2. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EWI

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.

5. 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 :

$$Q_{si} = k \times C_s \times Q_i \quad (11)$$

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 20 dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_{sm} = 60 \times 60 \times 24 \times C \times Q \quad (12)$$

$$Q_{sm} = 86400 \times C \times Q \quad (13)$$

Dimana :

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

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 :

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

Dimana :

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

Q_w =debit air (m^3/det)

C_s =konsentrasi sedimen melayang (mg/ltr)

Kadar konsentrasi C_s dapat diperoleh dengan persamaan :

$$C_s = \frac{W_s}{V_w} \quad (15)$$

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 :

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

$$Q_{sm_{hit}} = a (Q_w)^b \quad (16)$$

Dimana :

$Q_{sm_{hit}}$ =debit sedimen melayang (ton/hari)

Q_w =debit air (m³/det)

a,b =konstanta

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

$$Q_{sm_{hit}} = \log m + n \log Q_w \quad (17)$$

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

$$X = a + bY \quad (18)$$

Dimana konstanta a dan b dapat dihitung dengan persamaan :

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (19)$$

$$\log a = \frac{\sum x_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \quad (20)$$

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 ($Q_{sm_{hit}}$) 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 :

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (21)$$

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.

H. 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 :

I. Perhitungan sedimen dasar dengan persamaan Mayer PeterMuller

Untuk menghitung besarnya sedimen dasar pada hilir sungai Garecing 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 :

$$\frac{V_w R_h (k_s/k)^{1/3}}{d(Y_s - Y_w)} = 0,047 = 0,25 \sqrt[3]{\rho} \frac{q_s^{1/3}}{d(Y_s - Y_w)} \quad (22)$$

$$\sqrt[3]{\rho} = \frac{V_w}{g} \quad (23)$$

Debit muatan sedimen dasar untuk seluruh lebar dasar aliran adalah :

$$Q_s = W \times q_s \quad (24)$$

Keterangan :

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

R_h = radius hidrolik (m)

d = diameter butiran (m)

γ_s = berat jenis muatan sedimen dasar

γ_w = berat jenis (*specific gravity*) air

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

Q_s = muatan sedimen dasar (kg/s)

W = lebar saluran

J. Pengolahan data sedimen dasar (bed load)

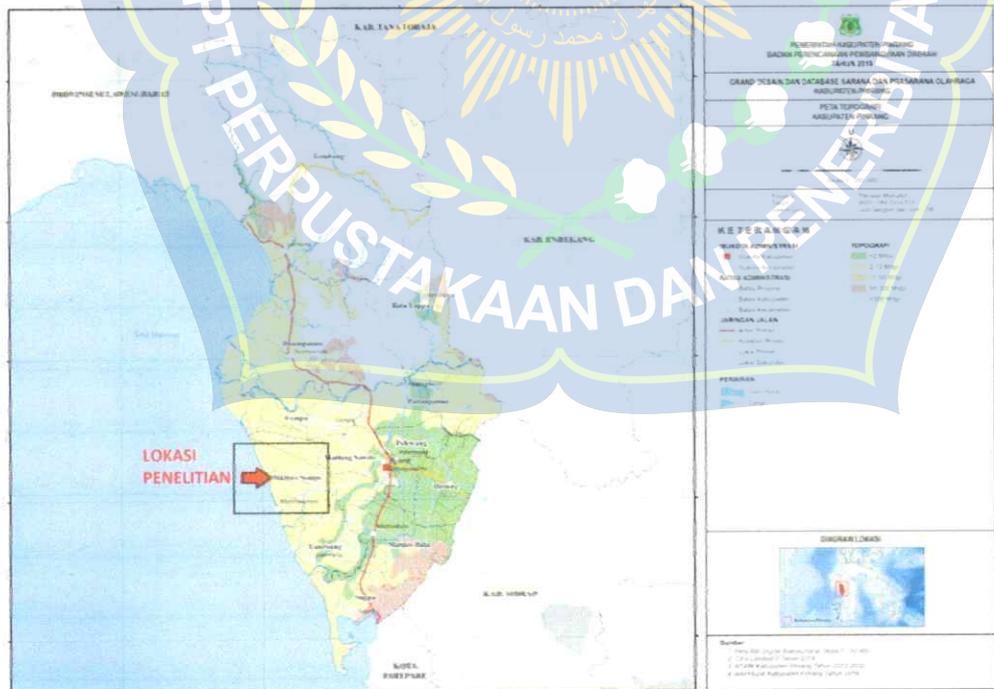
Pada sub bab diatas telah dijelaskan pengukuran muatan sedimen dasar secara langsung dilokasi penelitian dan telah dijelaskan perkiraan muatan sedimen dasar berdasarkan rumus-rumus empiris aliran sungai di pos duga air pada tinggi muka air tertentu, sehingga diperoleh debit sedimen muatan dasar sesaat (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

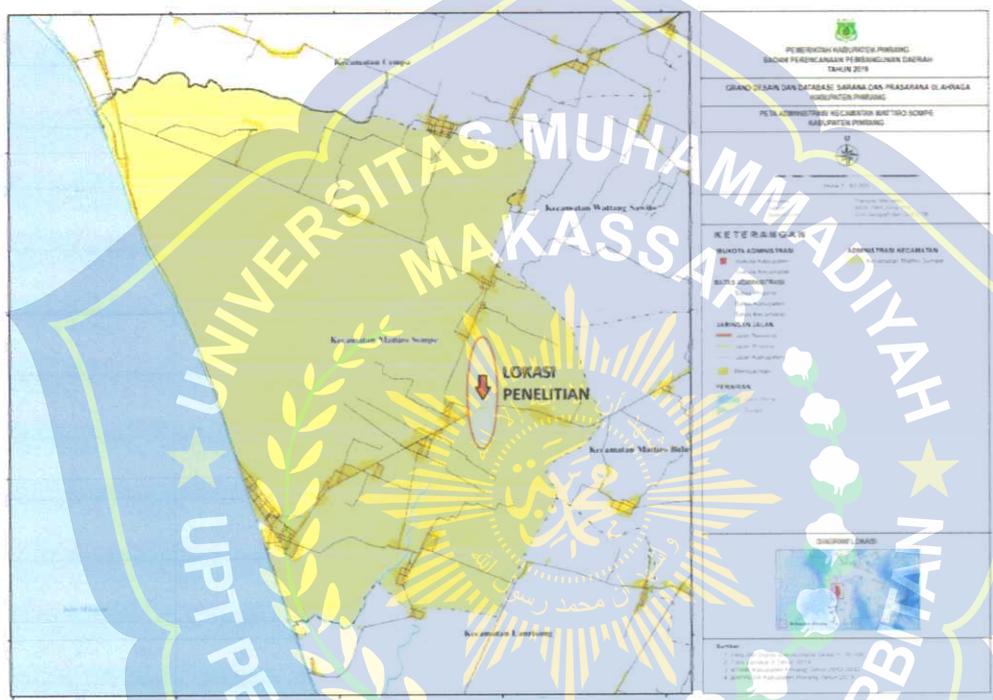
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Mattiro Sompe, Kabupaten Pinrang. Secara geografis Kabupaten Pinrang terletak pada koordinat antara $43^{\circ} - 30^{\circ}$ Lintang Utara (LU) dan $119^{\circ}26' - 119^{\circ}47'$ Bujur Timur (BT). Di sebelah utara wilayah ini berbatasan dengan Kabupaten Polewali, Sebelah timur dengan kabupaten Enrekang dan Kabupaten Sidenreng Rappang. Sebelah barat dengan Provinsi Sulawesi Barat Polewali Mamasa dan Selat Makassar. Sedang di sebelah selatan berbatasan dengan kota Parepare dengan jarak dari Ibukota Provinsi Sulsel 183 KM.

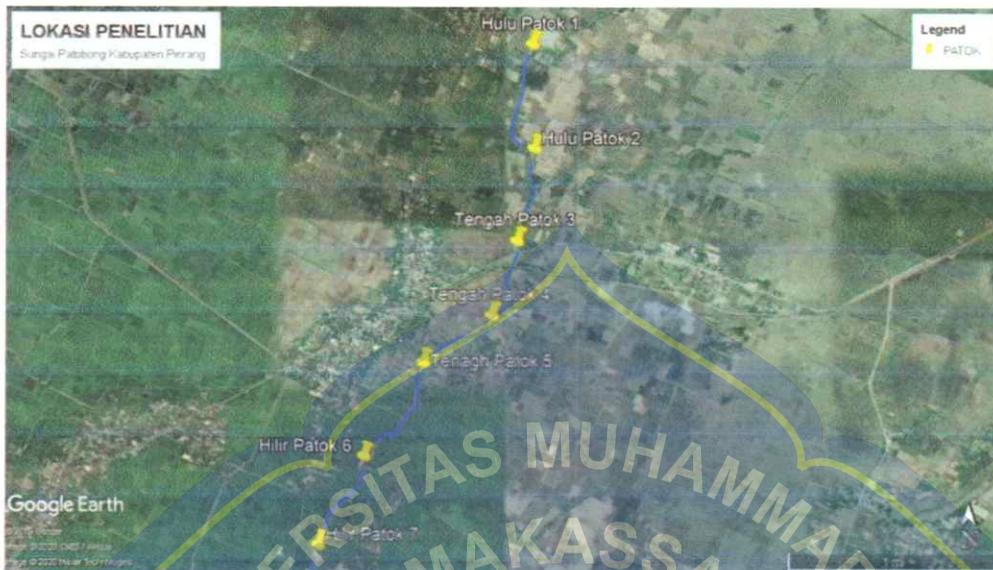


Gambar3. Topografi Kabupaten Pinrang

Selain gambaran secara umum yang di jelaskan pada gambar di atas, maka ada juga penjelasan yang lebih mendetail tentang lokasi penelitian sebagaimana gambar di bawah ini tentang titik lokasi penelitian yang dilakukan di Desa Patobong Kabupaten Pinrang sebagai berikut:



Gambar4. Kecamatan Mattiro Sompe Kabupaten Pinrang



Gambar 5. Titik lokasi penelitian

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah studi kasus di Kecamatan Mattiro Sompe, Kabupaten Pinrang. Metode yang dipakai adalah deskriptif, yaitu metode yang menjelaskan kondisi obyektif (sebenarnya) pada suatu keadaan yang menjadi objek studi.

C. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu :

1. Kegiatan lapangan
 - a. Penentuan lokasi untuk pengambilan sampel material.
 - b. Pengambilan material dasar di lakukan di bagian hilir sungai gareccing.
 - c. Sampel material yang diambil adalah material dasar.

2. Kegiatan laboratorium

- a. Sampel material dikeringkan dengan cara di jemur untuk dilakukan pengujian analisa saringan maupun berat jenis.
- b. Analisa saringan dimaksudkan untuk menentukan jenis material sedimen berdasarkan butiran dengan menggunakan saringan yang sesuai dengan standar ASTM.
- c. Material sedimen yang lolos saringan No. 40 (0,425 mm) digunakan untuk pengujian berat jenis.
- d. Dan hasil pengujian material dilaboratorium diperoleh data yang akan digunakan untuk menghitung sedimen dasar, dan untuk perhitungan sedimen melayang digunakan data kadar lumpur.

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. Prosedur Penelitian

Analisis data secara umum dibagi atas beberapa bagian berdasarkan jenis data yang digunakan dalam perhitungan dan kajian data. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran selama pengambilan sampel.

1. Data Arus Sungai dan Sedimen

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran selama pengambilan sampel. Data primer tersebut meliputi:

a. Data Arus

Teknik pengukuran arus dapat dilakukan dengan pendekatan Lagrangian atau Eulerian (Emery and Thomson, 1998).

b. Data Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan dua alat, yaitu *sedimen grab* untuk mengambil contoh sampel sedimen di sungai, sedangkan untuk pengambilan contoh sampel sedimen disekitar perairan sungai Patobong diambil dengan menggunakan *gravity coregrab*. Pengambilan contoh sedimen yang tersuspensi digunakan Botol nansen (*watersampler*)

2. Pengolahan Data Arus Sungai

Pengambilan data arus dilakukan dengan teknik pengukuran Lagragian yang merupakan metode pengukuran arus yang dilakukan dengan pengamatan gerakan arus permukaan dari satu titik ke titik berikutnya dalam rentang waktu tertentu (Poerbandono dan Djunasjah, 2005). Dalam proses perekaman data arus didapat juga koordinat titik pengukuran. Data yang didapat dikelompokkan untuk tiap waktu pengukuran 30 menit. Data kecepatan arus dalam *cm/s* diubah ke satuan *m/s*. Data kecepatan arus yang dikelompokkan dan diubah ke satuan *m/s* tersebut digunakan untuk verifikasi dengan kecepatan arushasil model.

3. Pengujian Sampel Sedimen

Sampel sedimen yang telah diambil dari lokasi penelitian selanjutnya akan diperiksa di laboratorium. Pemeriksaan/ analisis di laboratorium ini bertujuan untuk menentukan ukuran butiran sedimen dan berat jenis sedimen. Setelah analisis saringan, maka dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan grafik hubungan antara ukuran saringan dan kumulatif presentase. Untuk mendapatkan ukuran butiran D35, D50, dan D90 dapat langsung diplot pada grafik hubungan antara ukuran saringan dan kumulatif presentase lolos, juga dilakukan pencampuran semua sampel sedimen untuk kemudian dilakukan analisa saringan.

4. Analisa Debit Dominan

Dalam menganalisis debit dominan, data yang akan digunakan adalah data debit harian. Sedangkan untuk Analisis debit sedimen dasar menggunakan debit pengukuran hasil analisis debit sedimen dasar menggunakan metode Meyer-Peter, Einstein dan Van Rijn. Untuk analisis ini data debit yang akan digunakan adalah debit dominan yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya. Data ukuran butiran yang digunakan adalah ukuran butiran yang didapatkan dari pencampuran (*mix*) seluruh sampel yang kemudian dilakukan analisis saringan.

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 :

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

kadar konsentrasi C_s dapat ditentukan dengan persamaan :

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

Metode perhitungan debit sedimen melayang 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 $Q_{sm_{hit}} = x$, $\log m = a$ 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

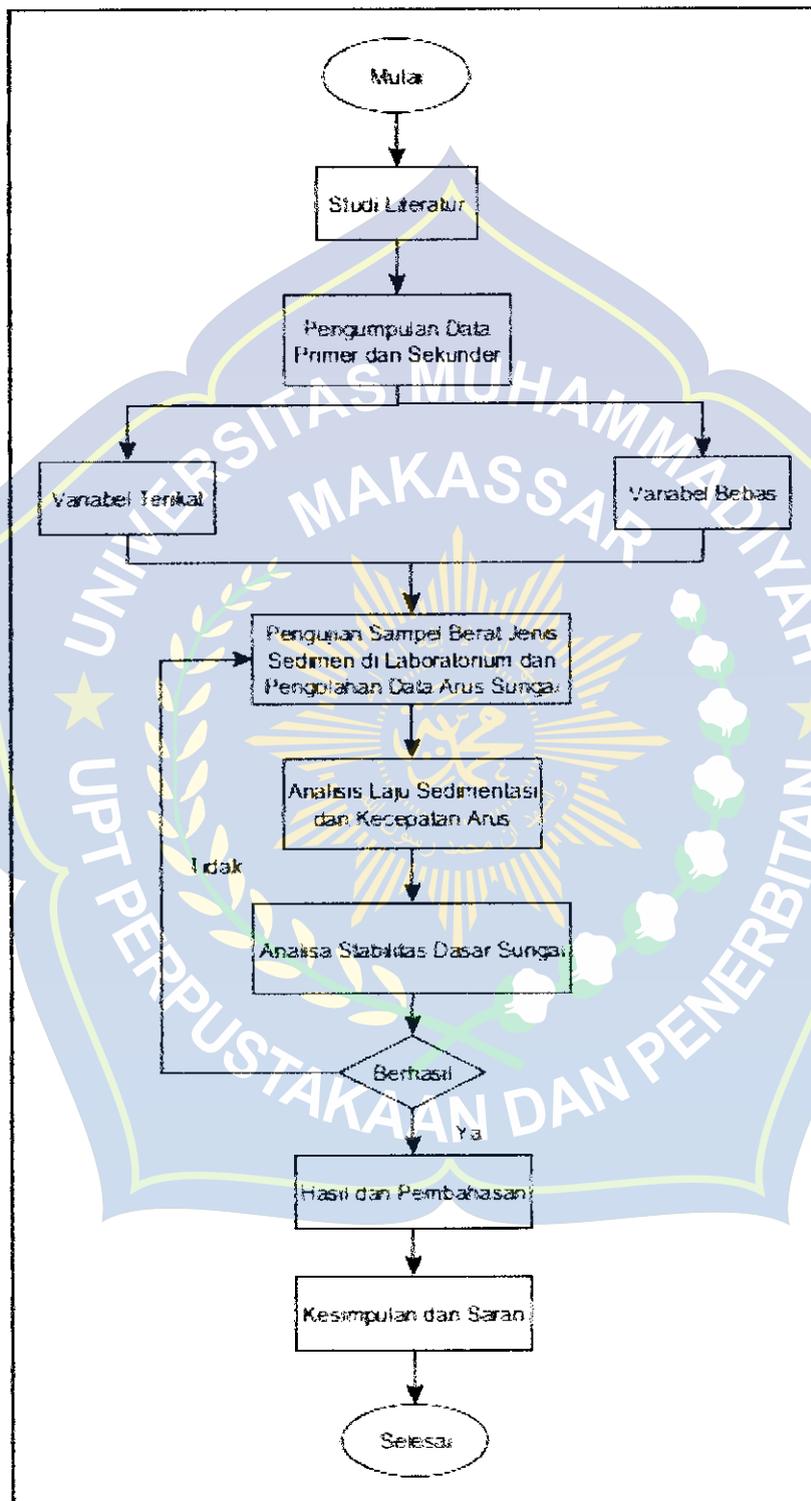
$$Re = \frac{U_* \cdot d_{50}}{\nu}$$

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

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

$$Q_b = W \times q_b$$

G. Flowchart



Gambar 6. Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Sedimen Melayang (*suspended load*)

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

a. Lengkung debit sedimen melayang

1) Perhitungan konsentrasi muatan sedimen melayang

Dari data sekunder lampiran 2 menunjukkan hasil contoh air dilapangan yang dianalisa di laboratorium, diperoleh harga konsentrasi sedimen (C_s) berdasarkan persamaan 15 yaitu :

Perhitungan :

$$C_s(1) = \frac{1,25}{0,25} = 5,00 \text{ mg/ltr}$$

$$C_s(2) = \frac{2,00}{0,25} = 8,00 \text{ mg/ltr}$$

$$C_s(3) = \frac{1,50}{0,25} = 6,00 \text{ mg/ltr}$$

$$C_s = \frac{5,00 + 8,00 + 6,00}{3} = 6,33 \text{ mg/ltr}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 2.

2) Perhitungan debit sedimen melayang

Dari hasil perhitungan konsentrasi sedimen (C_s) pada lampiran 2 dan data debit air (Q_w) pada lampiran 1, maka besarnya debit sedimen melayang harian (Q_{sm}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Perhitungan :

$$Q_{sm} (1) = 0,0864 \times 272,01 \times 6,33 = 148,85 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm} (2) = 0,0864 \times 494,44 \times 39,90 = 1704,51 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm} (3) = 0,0864 \times 486,17 \times 12,33 = 518,06 \text{ ton/hari}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 3.

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 :

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 :

$$Q_w = 272,01 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{sm} = 148,85 \text{ ton/hari}$$

Penyelesaian :

$$\text{Log } Q_{sm} (X_i) = \log 148,85 = 2,173$$

$$\text{Log } Q_w (Y_i) = \log 272,01 = 2,435$$

$$X_i \cdot Y_i = 2,173 \times 2,435 = 5,290$$

$$X_i^2 = (2,173)^2 = 4,721$$

$$Y_i^2 = (2,435)^2 = 5,927$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{65,432}{25} = 2,617$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{51,505}{25} = 2,060$$

$$X_i - \bar{X} = 2,173 - 2,617 = -0,445$$

$$Y_i - \bar{Y} = 2,435 - 2,060 = 0,374$$

$$(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y}) = (-0,445) \times (0,374) = -0,166$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = 0,198$$

$$(Y_i - \bar{Y})^2 = 0,140$$

Dari hasil perhitungan pada lampiran 4 dapat dihitung nilai konstanta b dan a sebagai berikut :

Nilai konstanta b :

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

$$b = \frac{25 \times 141,931 - 65,432 \times 51,931}{25 \times 114,015 - (51,505)^2}$$

$$b = 0,902$$

Nilai konstanta a :

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

$$\log a = \frac{65,432}{25} - \frac{0,902 \times 65,432}{25}$$

$$\log a = -0,257$$

$$a = 0,591$$

b) Perhitungan $Q_{sm_{hit}}$

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

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

$$Q_{sm_{hit}} (1) = 0,591 \times (272,01)^{0,902} = 92,808 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm_{hit}} (2) = 0,591 \times (494,44)^{0,902} = 159,102 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm_{hit}} (3) = 0,780 \times (486,17)^{0,902} = 156,701 \text{ ton/hari}$$

Perhitungan $Q_{sm_{hit}}$ selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Untuk mengetahui besarnya penyimpangan/selisih (delta) antara Q_{sm} lampiran 3 dengan $Q_{sm_{hit}}$ lampiran 6 digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Delta} = \text{Log } Q_{sm} - \text{Log } Q_{sm_{hit}}$$

$$\text{Delta (1)} = \log 148,85 - \log 92,808 = 2,427 - 1,619 = 0,205$$

$$\text{Delta (2)} = \log 370,42 - \log 71,627 = 2,569 - 1,855 = 1,030$$

$$\text{Delta (3)} = \log 161,43 - \log 49,640 = 2,208 - 1,696 = 0,512$$

Perhitungan delta selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 6.

Adapun tingkat hubungan antara debit air (Q_w) dan debit sedimen melayang ($Q_{sm_{hit}}$) pada persamaan 11 dapat dinyatakan dengan koefisien koreksi (R) yang secara matematis menggambarkan penyebaran titik disekitar persamaan itu. Koefisien korelasi dapat dihitung dengan persamaan 31 sebagai berikut :

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

$$R = \frac{12,178}{\sqrt{23,569 \times 11,879}} = 0,150$$

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

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

$$X = 0,591 + 0,902 Y \text{ dengan koefisien korelasi } R = 0,150$$

c) Perhitungan total debit sedimen melayang

Dengan menggunakan debit aliran harian (Q_w) yang terdapat pada lampiran 7, maka dapat dihitung Q_{sm} dengan persamaan :

Perhitungan : (data pada tahun 2001, 2002, 2003)

$$Q_{sm} (1) = 0,591 \times (383,227)^{0,902} = 126,434$$

$$Q_{sm} (2) = 0,591 \times (229,70)^{0,926} = 79,680$$

$$Q_{sm} (3) = 0,591 \times (382,24)^{0,926} = 126,141$$

Perhitungan Q_{sm} selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 8.

Jumlah total debit sedimen melayang (Q_{sm}) yang terjadi selama tahun 2008 - 2018 = 633,315 ton.

B. Perhitungan Sedimen Dasar (bed load)

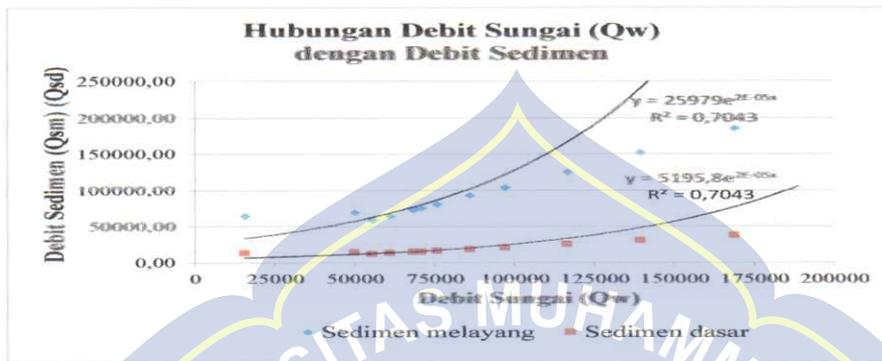
Perhitungan sedimen dasar dengan pengukuran langsung pada lokasi pengamatan tidak diperoleh debit muatan dasar, maka perhitungan disarankan (Soewarno, 1991 : 711) dan standar RI 1882 yang dalam penelitian diambil 20% terhadap muatan layang sehingga diperoleh perhitungan yang bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perkiraan sedimen dasar

No.	Tahun	Sedimen Melayang Q_{sm} (ton/thn)	Sedimen Dasar $Q_{sd} = 20\% Q_{sm} \times Q_{sm}$
1	2008	126,434	12922,00
2	2009	79,680	13871,34
3	2010	126,141	14762,31
4	2011	42,733	18574,51
5	2014	28,950	14509,12
6	2015	20,159	15101,79
7	2016	84,344	30424,49
8	2017	84,903	37141,94
9	2018	39,970	20856,99
Jumlah		633,315	673628,432
Rata - rata		70,368	44908,562

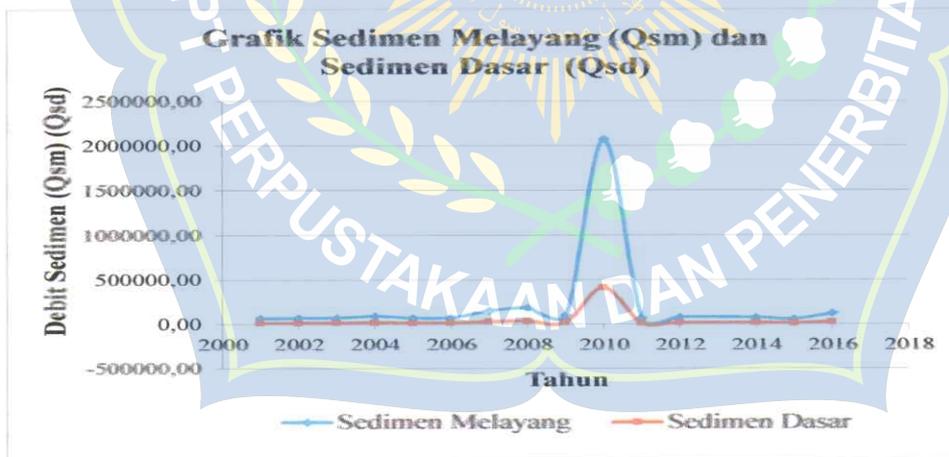
Dari hasil perhitungan debit sedimen melayang setiap tahunnya serta perkiraan sedimen dasar yang di peroleh dari 20% terhadap muatan

layang seperti yang terdapat pada tabel 6 di atas maka dapat dibuat grafik hubungan debit sungai dengan debit sedimen.



Gambar 7. Grafik hubungan debit sungai dengan debit sedimen

Berdasarkan pada gambar 12 dapat dilihat hubungan debit sungai dengan debit sedimen yang menggambarkan bahwa semakin tinggi debit air pada sungai maka debit sedimen yang terjadi pada sungai juga akan meningkat.



Gambar 8. Grafik sedimen melayang (Qs) dan sedimen dasar (Qd)

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 Garecing.

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

Untuk menghitung besarnya sedimen dasar pada hilir Sungai Patobong 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

Data dibawah ini diambil dari data lampiran 9.

A	= 32,41m ²	d ₃₅	= 0,40 mm → 0,00040 m
V	= 0,25 m/det	d ₅₀	= 0,56 mm → 0,00056 m
Q	= 9,66 m ³ /det	d ₉₀	= 1,25 mm → 0,00125 m
h	= 1,50 m	B	= 19 m
i	= 0,00046	g	= 9,81 m/s
P	= 20,49 m	ρ _s	= 2680 kg/m ³
R	= 1,581 m	ρ _w	= 1000 kg/m ³
T	= 26 °C		

Penyelesaian :

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

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

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

$$\tau_p = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,50 \cdot 0,00046$$

$$\tau_p = 6,169$$

$$Re = \frac{U_* \cdot d_{50}}{\nu}$$

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

$$= \sqrt{9,81 \cdot 1,581 \cdot 0,00046}$$

$$= 0,002 \text{ m/det}$$

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

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

$$Re = \frac{0,002 \cdot 0,00056}{0,88 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 1,273$$

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

Sehingga,

$$\tau_c = 0,27 (2680 - 1000) \cdot 9,81 \cdot (0,0046) = 20,470$$

$$\frac{qb \cdot 1,68}{9,66 \cdot 0,0046} = 10 \cdot \frac{6,169 - 20,470}{1,68 \cdot 9,81 \cdot 0,00056}$$

$$\frac{qb \cdot 1,68}{0,042} = 40$$

$$qb \cdot (1,68) \times (40) = 0,042$$

$$67,2 \cdot qb = 0,042$$

$$q_b = \frac{0,042}{67,2}$$

$$q_b = 0,019 \text{ (kg/det)/m}$$

$$q_b = 19 \times 0,019$$

$$= 0,362 \text{ kg/det}$$

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

$$Q_b = \frac{0,362}{1000}$$

$$Q_b = 0,000362 \text{ ton/det}$$

$$\text{Untuk 1 hari} = 0,000362 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 31,277 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk 1 tahun} = 31,277 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 11.416,03 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 9 tahun} = 11.416,03 \times 9 \text{ tahun}$$

$$= 102.744,29 \text{ ton/9 tahun}$$

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 :

Data dibawah ini diambil dari data lampiran 9.

1. Debit aliran (Q) = 9,66 m³/dt
2. Kecepatan rata-rata (V) = 0,25 m/s
3. Jari-jari hidrolis (R) = 1,581 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) = 0,00046
8. Kedalaman air (H) = 1,50 m
9. Gravitasi = 9,81 m/s²

Untuk mendapatkan nilai Ks adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}K_s &= \frac{V}{\sqrt{R \times I}} \\&= \frac{0,25}{\sqrt{1,581 \times 0,00046}} \\&= 7,373\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai Ks' adalah sbagai berikut :

$$\begin{aligned}K_s' &= 18 \text{ Log } \frac{12R}{D_{50}} \\&= 18 \text{ log } \frac{12 \times 1,581}{0,00056} \\&= 81,539\end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung ripple factor nya sebagai berikut :

$$\mu = \left(\frac{K_s}{K_s'} \right)^3$$

$$= \left(\frac{7,373}{81,539} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0,027$$

Selanjutnya dimasukkan dalam persamaan berikut :

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

$$= 1000 \times (Q_s/Q) \times 0,027 \times 1,581 \times 0,00046 = 0,047 (2,32 -$$

$$1000/1000)0,00056 + 0,25 \left(\frac{1000}{9,81} \right)^{1/3} \times (Tb)^{2/3}$$

$$= 1000 \times \frac{R}{h} \times 0,00001413 = 9,325 \times (Tb)^{3/2}$$

$$= 1000 \times \frac{1,861}{1,5} \times 0,00001413 = 9,325 \times (Tb)^{3/2}$$

$$(Tb)^{3/2} = 0,00001473$$

$$Tb = 0,000321363 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sedimentasi perhari = 0,000321363 x 24 x 60 x 60

$$= 27,766 \text{ ton/hari.}$$

Sedimentasi pertahun = 27,766 x 365 hari

$$= 10.134,50 \text{ ton/tahun.}$$

Sedimen 9 tahun = 10.134,50 x 9

$$= 91.210,53 \text{ ton/9 tahun.}$$

Tabel 5. 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)	11.416,03	10.134,50	11.091,09	70,37
(ton / 9 thn)	102.744,29	91.210,53	99.819,81	633,31

Berdasarkan hasil perhitungan dengan beberapa pendekatan yang terdapat pada tabel 5, menunjukkan bahwa pendekatan Shield mendekati hasil perhitungan di lapangan, sehingga untuk perhitungan sedimen yang cukup efisien digunakan pada hilir Sungai Patobong adalah pendekatan Shield. Berdasarkan perhitungan dilapangan diperoleh sedimentasi pada hilir Sungai Patobong yaitu $99.819,81 + 11.091,09 = 110.910,90$ ton/10 tahun dan untuk perhitungan sedimentasi berdasarkan pendekatan Shield diperoleh $102.744,29 + 11.416,03 = 114.160,32$ ton/10 tahun.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. *Besarnya sedimentasi dibagian hilir Sungai Patobong yaitu untuk sedimen melayang (Qsm) = 70,73 ton/tahun sedangkan untuk sedimen dasar (Qb) = 11.091,09 ton/tahun.*
2. Untuk perhitungan sedimen dasar dihitung menggunakan beberapa pendekatan, yaitu pendekatan Shields = 11.416,03ton/tahun, dan MPM = 10.134,50ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan, pendekatan Shield mendekati hasil perhitungan di lapangan sebesar 11.091,09 ton/tahun. Sehingga perhitungan di lapangan diperoleh sedimentasi pada hilir Sungai Patobong yaitu $99.819,81 + 11.091,09 = 110.910,90$ ton/10 tahun dan untuk perhitungan sedimentasi berdasarkan pendekatan Shield diperoleh $102.744,29 + 11.416,03 = 114.160,32$ ton/10 tahun.

B. Saran

1. Untuk penelitian telah diketahui seberapa besar sedimen yang tertampung dalam Sungai Patobong, 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 Patobong
3. Guna mengantisipasi laju peningkatan sedimen maka perlu dilakukan langkah-langkah penanggulangan sedimen seperti pembuatan tanggul disepanjang tebing Sungai Patobong yang rawan terjadi erosi.



DAFTAR PUSTAKA

- Al Ansar, A., Arsyad, M., & Sulistyawaty, S. (2015). Studi Analisis Sedimentasi di Sungai Pute Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 10(3).
- Alimuddin L, A. I. S. Y. A. H. (2012). *Pendugaan Sedimentasi Pada Das Mamasa Di Kab. Mamasa Propinsi Sulawesi Barat(Doctoral Dissertation)*.
- Asdak, C. (2018). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. *Gajah Mada University Press*.
- Boangmanalu, A. O. (2011). Kajian Laju Angkutan Sedimen Pada Sungai Wampu. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2(3).
- Fitriyah, A. W., Utomo, Y., & Kusumaningrum, I. K. (2013). Analisis Kandungan Tembaga (Cu) Dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya. *Skripsi diterbitkan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang*.
- Friedman, G. M., & Sanders, J. E. (1978). *Principles of sedimentology*. Wiley.
- Ghani, Abdul.(2012). Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng Kabupaten Bangka Barat. *Forum Profesional Teknik Sipil*.
- Kasim, & Alwan. (2019). Studi Pengaruh Limpasan Banjir pada Sungai Patobong Kabupaten Pinrang. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Lubis, A. M. (2016). Analisis Sedimentasi Di Sungai Way Besai.
- Mokonio, O., Mananoma, T., Tanudjaja, L., & Binilang, A. (2013). Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 1(6).
- Pumawan, S.(2011). *Sediment Grain-Size Distribution in the Lake Laut Tawar. Aceh*.

Putro, H., & Hadihardaja, J. (2013). Variasi Koefisien Kekasaran Manning (n) Pada Flume Akrilic Pada Variasi Kemiringan Saluran dan Debit Aliran. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 19(2), 141-146.

Sembiring, A. E., Mananoma, T., Halim, F., & Wuisan, E. M. (2014). Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Panasen. *Jurnal Sipil Statik*, 2(3), 148–154.

Suhartono.(2011). Kandungan Logam Berat Cu (Tembaga) dan Pb (Timbal) Pada Air dan Sedimen di Kawasan Industri Teluk Lampung. Provinsi Lampung.

Udiana, I. M. (2011). Model Perencanaan Bangunan Sabo Untuk Pengendalian Aliran Debris (*Debris Flow*). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 28-40

Wijaya, Fadhil Ihwal Muh dan Takdir, Muh. (2019). Studi Eksperimental Tampung Sedimen Menggunakan Rangka Baja Type Segi Empat. Makassar. Universitas Muhammadiyah Makassar.

Wulandari, E. (1999). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Laju Sedimentasi Waduk Wonorejo. *Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Pascasarjana, Universitas Brawijaya, Malang*.