

SKRIPSI

**STUDI LAJU SEDIMENTASI BAGIAN HILIR
SUNGAI SADDANG**



Oleh :

NURHIDAYAH BASRI

105 81 1836 13

ADI PURWANTO

105 81 1868 13

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

2018



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat-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 SADDANG**

Nama : Nurhidayah Basri

Adi Purwanto

NIM : 105 81 1836 13

105 81 1868 13

Makassar, 25 Juli 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Ir. H. Marudding Laining, MS

Pembimbing II

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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT
NBM : 1183084



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 Nurhidayah Basri dengan nomor induk Mahasiswa 10581183613 dan Adi Purwanto dengan nomor induk Mahasiswa 10581186813, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0011/SK-Y/22201/091004/2018, 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 31 Agustus 2018.

Makassar, 01 Muharram 1440 H
11 September 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Asyad Thaha, MT

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Sc

b. Sekretaris : Andi Makbul Syamsuri, ST., MT

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, MT

2. Ir. Mahmuddin, ST., MT

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

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. H. Marudding Laining, MS

Pembimbing II

Dr. Ir. Nenny I Kartm, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT
NBM 855/500

STUDI LAJU SEDIMENTASI BAGIAN HILIR SUNGAI SADDANG

Nurhidayah Basri⁽¹⁾ dan Adi Purwanto⁽²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Unismuh Makassar

Email : nurhidayahbasri01@gmail.com

²⁾Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Unismuh Makassar

Email : adipurwanto251013@gmail.com

ABSTRAK

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. Sungai Saddang merupakan sungai yang sangat berperan penting, dengan luas wilayah 10.229,12 km². Masyarakat sangat bergantung pada alokasi air sungai Saddang dari hulu sampai hilir sebagai penyedia kebutuhan air baku, penyediaan kebutuhan air irigasi dan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Sungai Saddang pada saat musim hujan air sungainya berubah menjadi keruh, dan di sepanjang hilir sungai Saddang terdapat endapan-endapan sedimen yang menyebabkan pendangkalan sehingga kemampuan sungai dalam mengalirkan air semakin kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya laju sedimen yang terjadi pada hilir sungai Saddang. Berdasarkan data pengukuran debit sungai dan konsentrasi sedimen (Cs), diperoleh perkiraan sedimen melayang sebesar 93.389,256 ton/tahun dan sedimen dasar sebesar 18.677,851 ton/tahun, sedangkan perhitungan muatan sedimen dasar menggunakan sampel sedimen yang telah di uji dilaboratorium dan data penunjang lainnya yang diperoleh langsung dari lapangan dan dihitung dengan menggunakan beberapa pendekatan seperti pendekatan Shields diperoleh muatan sedimen dasar sebesar 19.236,83 ton/tahun, Pendekatan Du Boys sebesar 12.630,16 ton/tahun dan pendekatan Mayer-Peter-Muller (MPM) sebesar 14.769,36 ton/tahun. Namun, untuk perhitungan sedimen dasar diambil persamaan Shields, sehingga laju sedimentasi pada hilir sungai Saddang yaitu $93.389,256 + 19.236,83 = 112.067,107$ ton/tahun.

Kata Kunci : Sungai, Laju Sedimentasi, air baku.

ABSTRACT

The river is a natural channel on the surface of the earth that holds and transmits rainwater from high areas to lower areas and eventually empties into the lake or in the sea. Saddang River is a very important river, with an area of 10,229.12 km². The community is very dependent on the water allocation of the Saddang river from upstream to downstream as a provider of raw water needs, provision of irrigation water needs and as a hydroelectric power plant. The Saddang River during the rainy season the river water turns muddy, and along the downstream of the Saddang river there are sediment deposits which cause silting so that the river's ability to drain water becomes smaller. This study aims to determine the magnitude of the sediment rate that occurs in the downstream of the Saddang river. Based on the measurement data of river flow and sediment concentration (Cs), the estimated sediment flooding was 93,389.256 tons / year and the basic sediment was 18,677.851 tons / year, while the calculation of the basic sediment load used sediment samples which had been tested in laboratory and supporting data others obtained directly from the field and calculated using several approaches such as Shields' approach obtained basic sediment load of 19,236.83 tons / year, Du Boys approach of 12,630.16 tons / year and Mayer-Peter-Muller (MPM) approach of 14,769, 36 tons / year. However, for the basic sediment calculation Shields equation is taken, so that the rate of sedimentation on the downstream of the Saddang river is $93,389,256 + 19,236.83 = 112,067.107$ tons / year.

Keywords: River, Sedimentation Rate, raw water.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nyalah serta nikmat kesehatan dan kekuatan sehingga skripsi ini dapat kami selesaikan. Shalawat dan Salam senantiasa tercurah kepada Baginda Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang.

Skripsi ini kami tulis dengan mengangkat judul **“Studi Laju Sedimentasi Bagian Hilir Sungai Saddang”** yang kami susun guna memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam rangka penyelesaian studi strata 1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Program Studi Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Tulisan ini dapat terselesaikan berkat keterlibatan dari berbagai pihak yang senantiasa mendorong dan memberikan motivasi kepada kami dalam penyelesaian skripsi ini. Untuk itu kami menghaturkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada :

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 Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Ir. H. Maruddin Laining, Ms dan Ibu Dr. Ir. Nenny T. Karim, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staf Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Terkhusus penulis ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua kami tercinta yang telah mencurahkan seluruh cinta, kasih sayang dan doa yang tak pernah putus mereka panjatkan untuk kami, yang hingga kapanpun penulis takkan bisa membalasnya.
7. Terima kasih kepada BBWS Pompengan Jeneberang karena telah membantu kami menyediakan data-data yang berkaitan dengan penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan saudara/i Radical 2013 dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi kami.

Kami selaku penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penulisan kami selanjutnya mengingat bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi pembaca.

Makassar,

2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	ii
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	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	
A. Sungai.....	6
1) Pengertian Sungai.....	6
2) Fungsi Sungai.....	7
B. Pengertian Sedimen dan Sedimentasi	8
C. Sumber Asal dan Mekanisme Pengangkutan Sedimen.....	10
D. Faktor – faktor yang Menentukan Transportasi Sedimen	13
E. Proses Sedimentasi.....	16
F. Pembuatan Lengkung Debit Air.....	19

G. Pengukuran Sedimen Melayang (<i>suspended load</i>)	25
H. Pengolahan Data Sedimen Melayang.....	31
I. Pengukuran Sedimen Dasar (<i>bed load</i>).....	34
J. Pengolahan Data Sedimen Dasar	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi Penelitian.....	40
B. Pemanfaatan Lahan	41
C. Waktu Penelitian	41
D. Metode Penelitian.....	42
E. Sumber Data.....	42
F. Tahapan Penelitian	42
G. Analisis Data	43
1) Perhitungan Sedimen Melayang	43
2) Perhitungan Sedimen Dasar	44
H. Flow Chart Penelitian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	
A. Perkiraan Sedimen Melayang (<i>suspended load</i>)	47
B. Perkiraan Sedimen Dasar (<i>bed load</i>).....	56
C. Perhitungan Besarnya Sedimen Dasar	58
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	9
2. Proses sedimen dasar	13
3. Jenis porositas	14
4. Viskositas sebagai fungsi suhu (T)	38
5. Luas lahan menurut penggunaannya di Kabupaten Pinrang Tahun 2010.	41
6. Perkiraan sedimen dasar.....	56
7. Rekapitulasi debit sedimen dasar (<i>Bed Load</i>) berdasarkan beberapa pendekatan.....	72

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Skema angkutan sedimen.....	11
2. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler	12
3. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler	12
4a. Proses terbentuknya meander.....	18
4b. Sungai mati (<i>oxbow lake</i>).....	18
5. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EDI.....	28
6. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EWI.....	30
7. Nilai Ψ_D dan τ_c yang digunakan pada persamaan Du Boys	37
8. Lokasi penelitian.....	40
9. Flow chart	46
10. Grafik lengkung debit	48
11. Grafik persamaan lengkung debit	50
12. Grafik hubungan debit sungai dengan debit sedimen	57
13. Grafik sedimen melayang (Q_s) dan sedimen dasar (Q_d)	58

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)
$q'b$	= 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 (<i>specific gravity</i>) air
ρ_w	= rapat massa <i>sedimen</i>
ν	= viskositas kinematik (m ² /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).

Fenomena hidrolis utamanya sungai ternyata tidak sesederhana yang kita bayangkan. Selain terjadinya pengaliran air, sungai juga melakukan aktifitas pengangkutan sedimen dimana sedimen tersebut berasal dari hasil penggerusan/erosi. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah transport sedimen. Kecepatan transpor sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Dibagian hulu kandungan sedimennya tinggi, tetapi sesampainya di bagian hilir terjadilah pengendapan. Setelah endapan-endapan tersebut menjadi lebih tinggi dari dataran sekitarnya maka alur sungai berpindah mencari dataran yang elevasinya lebih rendah. Penyebab alamiah perubahan sungai adalah adanya sedimen yang terkandung dalam aliran air yang masuk dari daerah pegunungan ke badan sungai sehingga menyebabkan

terjadinya proses meander dibagian tengah sungai dan adanya proses pendangkalan di bagian hilir sungai.

Wilayah sungai saddang yang luasnya 10.229,12 km² merupakan wilayah sungai lintas provinsi yaitu provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi barat meliputi 10 Kabupaten dan 1 Kota (Kota Pare-pare, Kab. Maros, Pangkep, Kab. Barru, Kab. Pinrang, Kab. Enrekang Kab. Tana Toraja, Kab. Toraja Utara, Kab. Sidrap, Kab. Polman dan Kab. Mamasa). Wilayah sungai saddang terdiri dari 24 DAS. Sungai terbesar adalah sungai Saddang seluas 6.439,20 km², panjang sungai rerata 182 km, lebar rerata 80 m dan memiliki 294 anak sungai (BBWS Pompengan Jeneberang, 2012).

Sungai Saddang merupakan sungai yang sangat berperan penting, tidak hanya bagi masyarakat yang bertempat tinggal disekitar sungai Saddang. Masyarakat sangat bergantung pada alokasi air sungai Saddang dari hulu sampai hilir sebagai penyedia kebutuhan air baku, penyediaan kebutuhan air irigasi dan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Namun dibalik perannya yang sangat penting, kenyataan yang nampak pada hilir sungai Saddang yaitu tebing sungai yang rawan terjadi erosi dan penggerusan akibat dari perubahan penggunaan lahan serta keruhnya air sungai pada saat musim hujan yang menandakan bahwa terdapatnya sedimen yang terbawa aliran yang akan mengendap apabila kecepatan aliran air berkurang atau berhenti serta terdapatnya endapan-endapan sedimen di sepanjang hilir sungai Saddang yang menyebabkan pendangkalan dan berkurangnya kapasitas tampang sungai atau dengan kata lain kemampuan sungai

dalam mengalirkan air semakin kecil. Berdasarkan uraian diatas sehingga penulis mengangkat judul “**Studi Laju Sedimentasi Bagian Hilir Sungai Saddang**”.

B. Rumusan Masalah

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

1. Berapa besar laju sedimen melayang (*suspended load*) pada hilir sungai Saddang.
2. Berapa besar laju sedimen dasar (*bed load*) dengan persamaan Shields, persamaan Du Boys dan persamaan Mayer Peter – Muller (MPM).

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang kami lakukan yaitu :

1. Untuk mengetahui besar laju sedimen melayang (*suspended load*) berdasarkan kadar lumpur pada hilir sungai Saddang.
2. Untuk mengetahui besar laju sedimen dasar (*bed load*) dengan persamaan Shields, persamaan Du Boys dan persamaan Mayer Peter – Muller (MPM).

D. Batasan Masalah

1. Pengamatan dan pengambilan data dibagian hilir sungai Saddang dengan panjang sungai ± 30 km.
2. Pengambilan material dasar dilakukan di tiga titik yaitu titik pertama pada hilir bendung Benteng, titik kedua dibawah jembatan Lasape dan titik ketiga di desa Salipolo.
3. Uji laboratorium untuk menguji material dasar.

4. Perhitungan sedimen melayang (*suspended load*) berdasarkan kadar lumpur.
5. Perhitungan sedimen dasar (*bed load*) dengan persamaan Shields, persamaan Du Boys dan persamaan Mayer Peter – Muller (MPM).

E. Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan pengetahuan tentang laju sedimentasi bagian hilir sungai Saddang.
2. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut :
 - a. Bahan pertimbangan bagi Dinas Pekerjaan Umum Pengairan khususnya BBWS Pompengan Jeneberang dalam usaha penanggulangan sedimen pada Sungai Saddang.
 - b. Bahan informasi dan tambahan pengetahuan bagi mahasiswa jurusan teknik sipil pengairan pada khususnya serta mahasiswa jurusan lain dan masyarakat pada umumnya mengenai sedimen dasar (*bed load*), sedimen melayang (*suspended load*) dan laju sedimentasi.

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 dari penelitian, batasan masalah yang diangkat, manfaat dari penelitian 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 digunakan dalam membahas 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 KESIMPULAN DAN SARAN merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi rekayasa khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Pengertian Sungai

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 diri adalah pengikisan (*erotion*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan. pada suatu kondisi tertentu sungai akan berada pada suatu keadaan dimana sungai tidak melakukan proses erosi. Sungai 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 dilaut. 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 air 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 mengisinya sehingga timbul dataran baru. Sebagian besar lainnya akan terbawa sampai ke laut atau perairan di mana sungai bermuara dan di endapkan menjadi delta.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (Mansida, 2015) sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya kelaut. 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 megendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, disaluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai

(*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk 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 tempat yang lebih rendah. Pengendapan material batuan yang telah di angkut oleh tenaga air atau angin menyebabkan terjadinya sedimentasi Soemarto (Rizal, 2014).

C. Sumber Asal dan Mekanisme Pengangkutan Sedimen

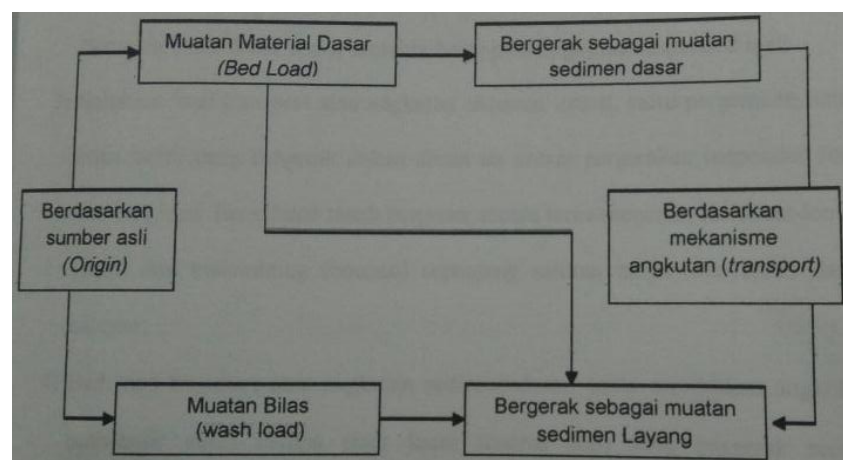
Seperti telah kita ketahui bahwa sedimen merupakan material yang terbawa oleh pengaliran air permukaan bumi akibat dari erosi, kemudian hasil dari erosi tersebut mengendap pada suatu tempat dimana arus pengaliran air sudah tak berpengaruh lagi. Dari proses kejadian erosi dapat diketahui bahwa erosi terjadi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

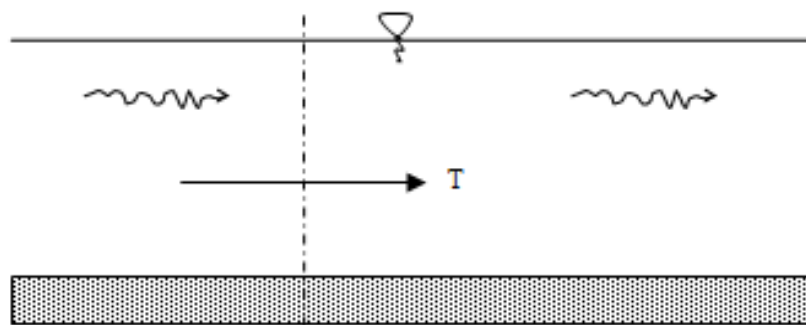
Sedangkan menurut mekanisme pengangkutannya dibedakan menjadi muatan sedimen melayang (*suspended load*), dan muatan sedimen dasar (*bed load*).

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.



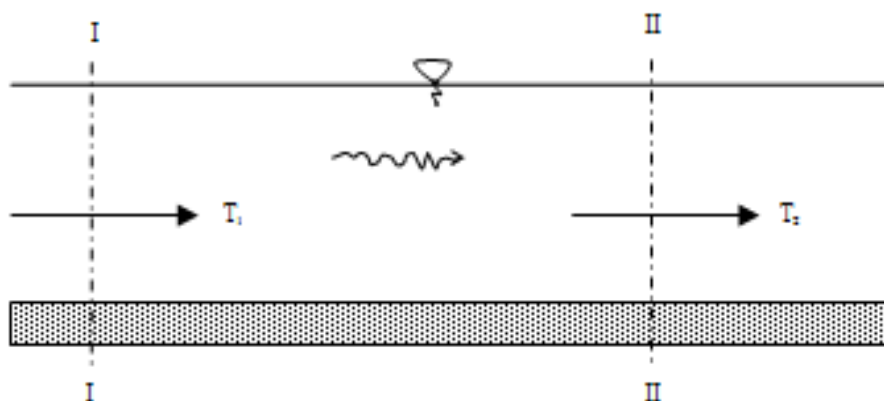
Gambar 1. Skema angkutan sedimen

Menurut Karim (2017), Transportasi sedimen adalah perpindahan tempatbanahan 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 (keseimbangan), Erosi, atau pengendapan (*deposition*), maka dapat ditentukan kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut.



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

Tabel 2. Proses sedimen dasar

Perbandingan T	Proses yang terjadi	
	Sedimen	Dasar
T1 = T2	Seimbang	Stabil
T1 < T2	Erosi	Degradasi
T1 > T2	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.

D. Faktor – faktor yang Menentukan Transportasi Sedimen

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

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

- 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 :

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

Fr = bilangan Froude

V = kecepatan aliran (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

h = kedalaman aliran (m)

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

a. Ukuran (*size*)

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

Tabel 3. Jenis porositas

No.	Bahan	δ (%)	No.	Bahan	δ (%)
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 ($Sf = 1$), sedangkan untuk butiran dengan bentuk selain bola nilai shape faktor 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 banyak berbeda karena kuarsa paling banyak terdapat dalam sedimen alam rata-rata dianggap

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

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 :

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

dimana:

w = kecepatan endap (m/s)

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

d = diameter partikel (mm)

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

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.

E. Proses Sedimentasi

Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan (transportasi), pengendapan (*deposition*), dan pemadatan (*compaction*) dari sedimen itu sendiri. Di mana proses ini berjalan sangat kompleks, di mulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus lalu menggelinding bersama aliran, sebagian tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Soewarno 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 tenaga kinetis air hujan dan aliran air 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 sediment* 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 seerancara normal, artinya proses

pengendapan yang berlangsung masih dalam batas – batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan agradasi pada perataan kulit bumi akibat pelapukan.

2. Proses sedimentasi yang dipercepat, sedimentasi yang dipercepat merupakan proses terjadinya sedimentasi yang menyimpang dari proses secara geologi dan berlangsung dalam waktu yang cepat, bersifat merusak atau merugikan dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau kelestarian lingkungan hidup. Kejadian tersebut biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia dalam mengolah tanah. Cara mengolah tanah yang salah dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi yang tinggi.

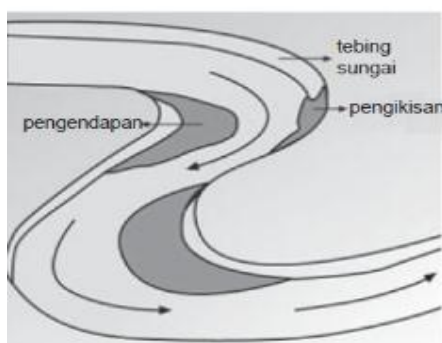
Sedimentasi menjadi penyebab utama berkurangnya produktivitas lahan pertanian, dan berkurangnya kapasitas saluran atau sungai akibat pengendapan material hasil erosi. Dengan berjalannya waktu, aliran air terkonsentrasi kedalam suatu lintasan - lintasan yang agak dalam, dan mengangkut partikel tanah dan di endapkan ke daerah di bawahnya yang mungkin berupa sungai, waduk, saluran irigasi, ataupun area pemukiman penduduk (Hardiyatmo 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 yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan terbentuknya bentukan – bentukan alam sebagai berikut :

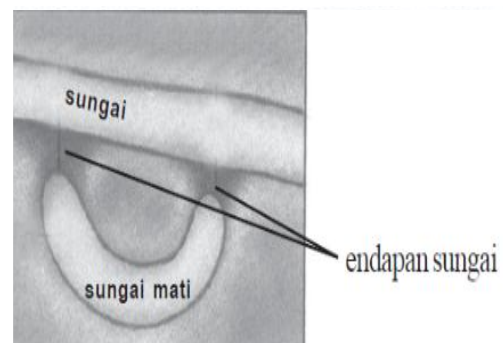
1. Kipas Alufial atau *allufial fan* dapat terbentuk karena sungai terjadi penurunan kuat arus sebagai akibat perubahan kemiringan, yang mana sungai

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 di dataran rendah. Meander dapat terbentuk dikarenakan adanya reaksi dari aliran terhadap batuan yang homogen serta kurang tahan 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*.



Gambar 4a. Proses terbentuknya meander



Gambar 4b. Sungai mati (oxbow lake)

3. Dataran banjir adalah daerah yang sering digenangi air ketika terjadi hujan yang mengakibatkan air sungai meluap.
4. Delta adalah endapan sungai pada ujung muara. Di daerah muara sungai sering terjadi pengendapan yang sebagian besar materialnya diangkut oleh sungai tersebut. Delta mempunyai ukuran dan bentuk yang tidak sama. Faktor yang membuat perbedaan tersebut yaitu jenis batuan, keadaan musim dan kecepatan aliran sungai.

F. Pembuatan Lengkung Debit Air

Debit aliran diperoleh dengan mengalikan luas tampang aliran dan kecepatan aliran. Kedua parameter tersebut dapat diukur pada suatu tampang lintang (stasiun) di sungai. Luas tampang aliran diperoleh dengan mengukur elevasi permukaan air dan dasar sungai. Apabila dasar dan tebing sungai tidak berubah (tidak mengalami erosi atau sedimentasi).

Pengukuran elevasi dasar sungai dilakukan hanya satu kali. Kemudian dengan mengukur elevasi muka air untuk berbagai kondisi, mulai dari debit kecil sampai debit besar (banjir), dapat dihitung luas tampang untuk berbagai elevasi muka air tersebut. Kecepatan aliran juga dihitung bersamaan dengan pengukuran elevasi muka air. Dengan demikian dapat dihitung (*rating curve*), yaitu hubungan antara elevasi muka air dan debit. Dengan telah dibuatnya kurva debit, selanjutnya debit sungai dapat dihitung hanya dengan mengukur elevasi muka air. Penggunaan kurva debit hanya dapat dilakukan apabila sungai tidak dipengaruhi oleh pasang surut.

Bentuk tampang memanjang dan melintang sungai adalah tidak teratur. Selain itu, karena pengaruh kekentalan air dan kekasaran dinding, distribusi kecepatan pada vertikal dan lebar sungai adalah tidak seragam.

Distribusi kecepatan pada vertikal mempunyai bentuk parabolis dengan kecepatan nol didasar dan bertambah besar dengan jarak menuju kepermukaan. Dalam arah lebar sungai, kecepatan aliran kedua tebing adalah nol, dan semakin ketengah kecepatan semakin bertambah besar. Dengan memperhatikan distribusi tersebut, maka pengukuran kecepatan harus dilakukan di beberapa vertikal dalam arah lebar sungai dan beberapa titik pada vertikal. Semakin banyak vertikal dan titik pengukuran akan memberikan hasil yang semakin baik.

Dari data kecepatan di beberapa titik pada vertikal dihitung kecepatan reratanya dengan menyamakan luasan distribusi kecepatan terukur dengan luasan kecepatan merata pada seluruh kedalaman.

Lengkung debit dibuat berdasarkan analisis grafik dari data pengukuran debit yang digambarkan pada kertas grafis dari data pengukuran debit yang digambarkan pada kertas grafis aritmatik atau logaritmik. Analisis yang betul dari bentuk dan posisi lengkung debit memerlukan pengetahuan tentang sifat alur sungai, hidrolika sungai, dan pengalaman dari pembuatan lengkung debit.

Metode yang digunakan dalam membuat lengkung debit air adalah sebagai berikut :

a. Metode grafis

Data pengukuran debit digambarkan pada kertas blangko lengkung debit. Niali debit digambarkan pada skala mendatar sedangkan tinggi muka air

digambarkan pada skala tegak. Data pengukuran yang digunakan untuk menentukan kurva lengkung debit adalah nilai debit untuk kondisi aliran seragam. Debit yang diukur pada saat muka air naik 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 digambarkan 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 tinggi 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.

2) Penentuan konstanta K dan n

Setelah semua data pengukuran debit digambarkan pada kertas grafik logaritmil dan telah ditentukan garis lurusnya dengan menambahkan atau mengurangi harga H terhadap H_0 , langkah selanjutnya adalah menentukan

harga K dan n dari persamaan 4 Untuk menentukan harga K dan n dapat dilakukan dengan salah satu cara sebagai berikut :

a) Statistik

Pada penerapan cara statistik harga K dan n ditentukan dengan prosedur kuadrat terkecil (*least square*). Persamaan dapat diubah menjadi persamaan garis lurus sebagai berikut :

$$\text{Log}Q = \text{Log}K + n \text{Log} (H - H_0) \quad (7)$$

Harga konstanta K dan n ditentukan dengan persamaan :

$$(\sum y) - m \text{Log} K - (\sum x) = 0 \quad (8)$$

$$(\sum xy) - (\sum x) \text{Log} K - n(\sum x^2) = 0 \quad (9)$$

Dimana :

$$(\sum y) = \text{Jumlah harga log } Q$$

$$(\sum x) = \text{Jumlah harga log } (H-H_0)$$

$$(\sum x^2) = \text{Jumlah harga kuadrat dari } (x)$$

$$(\sum xy) = \text{Jumlah harga } (x) \text{ dikalikan } (y)$$

$$m = \text{Jumlah data}$$

b) Aritmatik

Pada umumnya persamaan garis lurus yang digambarkan pada kertas grafik aritmatik akan muncul 2 buah titik (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) , sehingga diperoleh persamaan berikut :

$$\frac{x - x_1}{y - y_1} = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} \quad (10)$$

Persamaan 5 apabila digambarkan pada kertas logaritmik akan mengikuti persamaan berikut :

$$\frac{\log x - \log x_1}{\log y - \log y_1} = \frac{\log x_2 - \log x_1}{\log y_2 - \log y_1} \quad (11)$$

Apabila koordinat (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) diganti dengan koordinat tinggi muka air dengan debit (H_1, Q_1) dan (H_2, Q_2) maka persamaan 12 ditulis sebagai berikut :

$$\frac{\log Q - \log Q_1}{\log(H - H_0) - \log H_1} = \frac{\log Q_2 - \log Q_1}{\log H_2 - \log H_1} \quad (12)$$

c) Grafis

Harga Q pada persamaan (6) digambarkan pada skala horizontal dan harga H digambarkan pada skala vertikal setelah semua data pengukuran debit digambarkan pada kertas grafis logaritmik, kemudian ditentukan garis lurus nya dengan menambah atau mengurangi harga tinggi muka air tertentu sehingga diperoleh dari garis lurus harga H_0 tertentu. Harga K dan n ditentukan dengan cara :

Harga n merupakan kemiringan dari garis lurus kurva lengkung debit, diperoleh dari :

$$n = \frac{a}{b} \quad (13)$$

Keterangan :

a = Proyeksi horizontal garis lurus kurva lengkung debit

b = Proyeksi vertikal garis lurus lengkung debit

harga K adalah sama dengan harga debit Q, apabila harga $(H-H_0) = 1,00$

Dari kedua metode pembuatan lengkung debit air sungai yaitu metode grafis dan logaritmik. Pada tugas akhir ini digunakan metode logaritmik, karena hasil yang diperoleh lebih akurat dengan menggunakan beberapa persamaan.

G. 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 10⁶.

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 menggerakkan 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 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:

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

Ketengan :

$$Q_s = \text{Debit sedimen (m}^3/\text{detik)}$$

$$C = \text{Konsentrasi sedimen (mg/l)}$$

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

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 (mg/l)

C_i = Konsentrasi sedimen pada sub penampang ke I (mg/l) Δx_i = lebar sub penampang sungai ke I (m)

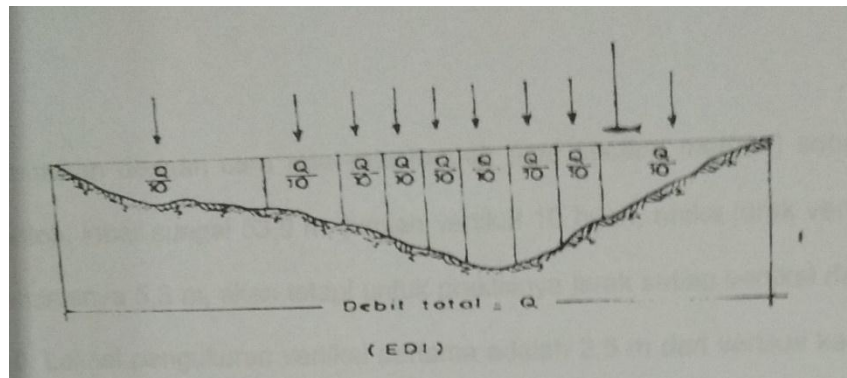
Q_i = Debit perlebar sub penampang (m^3/det)

N = jumlah vertikal pengukuran

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

$$\bar{C} = \frac{Q \sum_1^n c_i}{Q} \quad (18)$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_1^n c_i}{n} \quad (19)$$



Gambar 5. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalaman EDI

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

Pengambilan sampel sedimen melintang dengan cara *equal-width-incident* (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 :

$$\bar{C} = \frac{\sum_1^n W_i}{\sum_1^n U_i} \quad (20)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi rata-rata (mg/l)

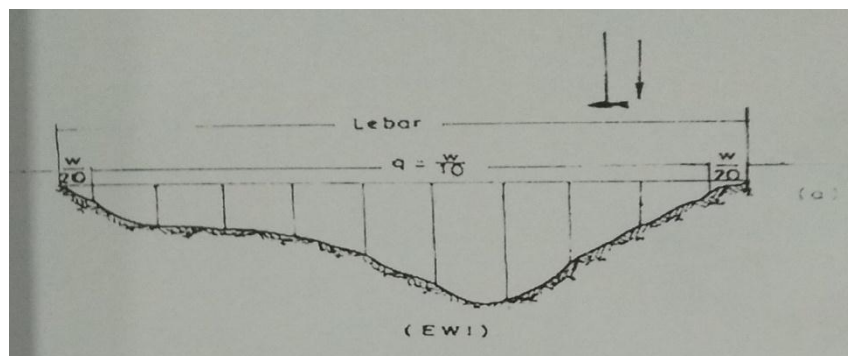
n = jumlah vertikal dari I = 1 - n

W_i = berat sampel pada vertikal ke I (gr)

U_i = volume sampel pada vertikal ke I (litr)

Penerapan cara EWI mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

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



Gambar 6. 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 dilapangan dilakukan dengan menggunakan metode EDI. Dimana sampel tersebut diuji dilaboratorium.

H. 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 (m³/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/thn)

Q_i = debit air (m³/det)

C_s = konsentrasi sedimen beban melayang (gr/ltr)

Umumnya untuk perhitungan debit sedimen melayang pengukuran persamaan 23 ditulis sebagai berikut :

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

Dimana :

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

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 :

- a. Pengumpulan data konsentrasi sedimen hasil analisa laboratorium beserta debitnya.

b. Hitung debit sedimen dari setiap besaran konsentrasi.

c. Hitung persamaan lengkung dengan persamaan

$$Qsm_{hit} = a (Qw)^b \quad (26)$$

Dimana :

Qsm_{hit} = debit sedimen melayang (ton/hari)

Qw = debit air (m³/det)

a, b = konstanta

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

$$Qsm_{hit} = \log m + n \log Qw \quad (27)$$

Apabila $Qsm_{hit} = x$, $\log m = a$ dan $n \log Qw = bY$, maka persamaan linier tersebut dapat diubah menjadi :

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

Dimana konstanta a dan b dapat dihitung dengan persamaan :

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

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

Keterangan :

Xi = Data X yang ke i

Yi = Data Y yang ke i

i = 1, 2, 3, ... n

n = Banyaknya data

Hubungan antara debit air (Q_w) dan debit sedimen melayang ($Q_{sm_{hit}}$) pada persamaan 30 dapat dinyatakan bahwa koefisien korelasi yang secara matematis menggambarkan penyebaran titik sekitar persamaan itu. Koefisien korelasi dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 \cdot \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (31)$$

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 pada pertambahan seri waktu (*series of duration increments*) tertentu dan digunakan data tersebut bersama-sama oleh lengkung debit sedimen untuk menghitung konsentrasi sedimen atau debit sedimen rata-rata tahunan.

I. 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 disungai secara langsung (dilokasi pos duga air) 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 (*in situ echo sounding*).

3. Perkiraan dengan menggunakan rumus empiris

Beberapa persamaan yang digunakan untuk memperkirakan muatan sedimen dasar telah dikembangkan melalui penyelidikan dilaboratorium berskala kecil. Persamaan-persamaan tersebut antara lain :

a. Perhitungan sedimen dasar dengan persamaan Mayer Peter Muller

Untuk menghitung besarnya sedimen dasar pada hilir sungai Saddang 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 dua pendekatan lainnya. Adapun rumus yang disederhanakan oleh Mayer Peter – Muller (MPM) sebagai berikut :

$$\frac{\gamma_w R h (k/k)^{\frac{3}{2}} S}{d(\gamma_s - \gamma_w)} - 0,047 = 0,25^3 \sqrt{\rho} \frac{q s^{\frac{3}{2}}}{d(\gamma_s - \gamma_w)} \quad (32)$$

$$\sqrt[3]{\rho} = \frac{\gamma_w}{g} \quad (33)$$

Debit muatan sedimen dasar untuk seluruh lebar dasar aliran adalah :

$$Q_s = W \times q_s \quad (34)$$

Keterangan :

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

Rh = radius hidrolis (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

b. Perhitungan sedimen dasar dengan persamaan Du Boys

Persamaan Du Boys adalah persamaan klasik yang telah diteliti oleh para ahli yang berbeda dan menghasilkan kesimpulan bahwa rumus Du Boys dihasilkan dari percobaan yang dilakukan pada flume dan range yang kecil, sehingga aplikasinya sangat cocok untuk penelitian dengan studi saluran terbuka. Persamaan Du Boys dapat ditulis sebagai berikut :

$$q \cdot b = \frac{0,173}{d^{0,75}} \cdot \tau(\tau - \tau_c) \quad (35)$$

$$\tau = \gamma_w \cdot h \cdot I \quad (36)$$

$$qb = q \cdot b \left[\frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} \right] \quad (37)$$

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

$$Qb = W \times qb \quad (38)$$

Keterangan :

$q \cdot b$ = berat angkutan sedimen dasar dalam air per satuan waktu lebar sungai
(kg/m.det)

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

d = diameter butiran (m)

γ_w = berat jenis (*specific gravity*) air

γ_s = berat jenis Sedimen

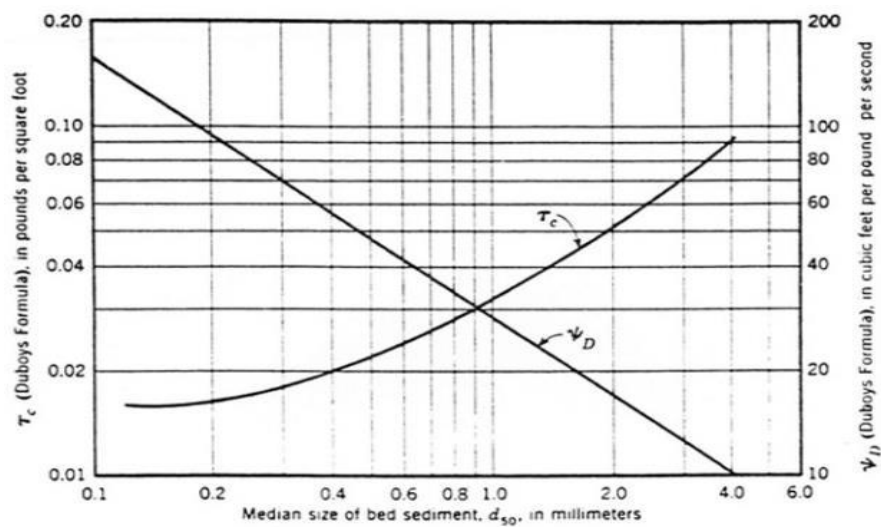
h = tinggi muka air (m)

I = kemiringan

Qb = muatan sedimen dasar (kg/s)

W = lebar saluran

Nilai Ψ_D dan tegangan tarik kritis yang digunakan pada Persamaan Duboys ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 7. Nilai Ψ_D dan τ_c yang digunakan pada persamaan Du boys

c. 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 :

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

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

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

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

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 :

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

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

Keterangan :

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

d_{50} = diameter butiran (m)

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

ρ_w = rapat massa (*specific gravity*) air

ρ_w = rapat massa *sedimen*

h = tinggi muka air (m)

I = kemiringan

ν = viskositas kinematik (m²/det)

U_* = kecepatan geser (m/det)

T = Suhu (°C)

W = lebar saluran (m)

Qb = muatan sedimen dasar (kg/s)

J. Pengolahan data sedimen dasar (*bed load*)

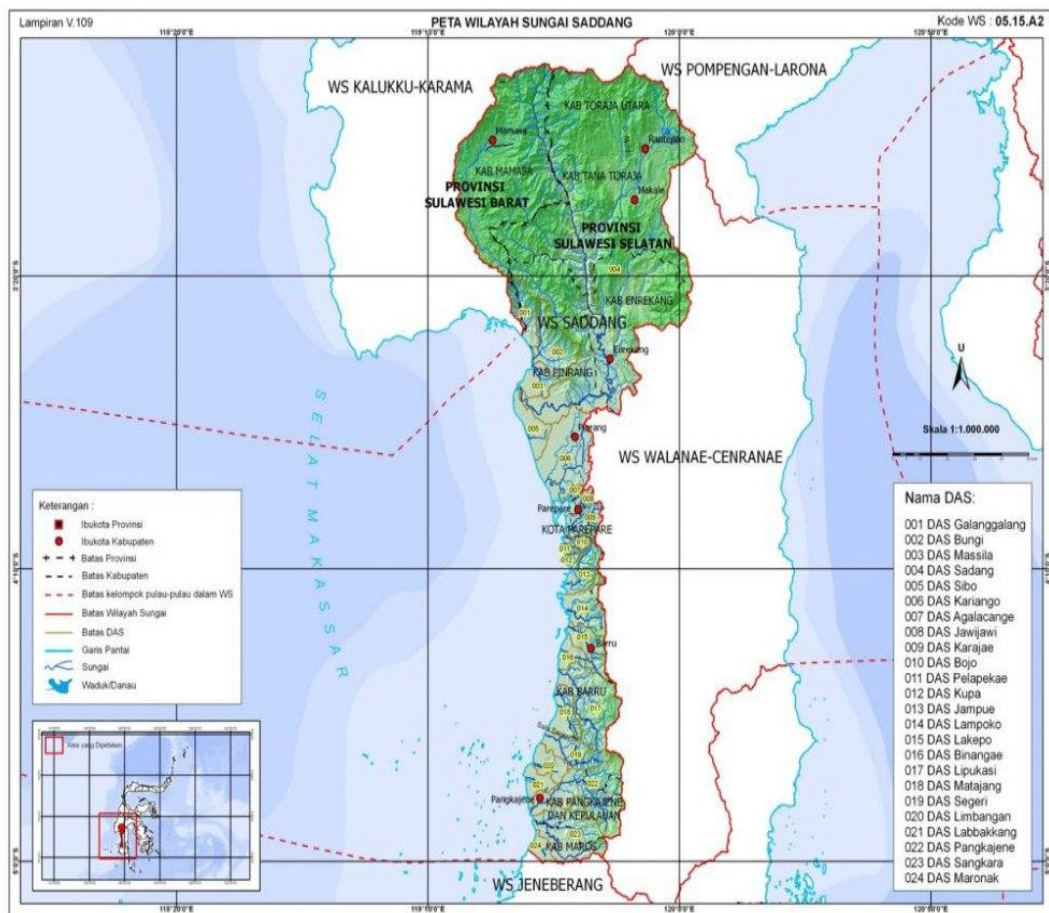
Pada sub bab diatas telah dijelaskan pengukuran muatan sedimen dasar secara langsung dilokasi penelitian dan telah dijelaskan perkiraan muatan sedimen dasar berdasarkan rumus-rumus empiris aliran sungai di pos duga air pada tinggi muka air tertentu, sehingga diperoleh debit sedimen muatan dasar sesaat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

Penelitian ini dilakukan pada bagian hilir sungai Saddang di dusun Lasape Kabupaten Pinrang berjarak ± 20 km dari kota Pinrang. Kabupaten Pinrang terletak di ujung utara bagian barat dari Wilayah propinsi Sulawesi Selatan dengan jarak 180 km dari Ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan (Kota Makassar). Terletak pada koordinat antara $3^{\circ} 19' 13''$ sampai $4^{\circ} 10' 30''$ Lintang Selatan (LS) dan $119^{\circ} 26' 30''$ sampai $119^{\circ} 47' 20''$ Bujur Timur (BT).



Gambar 8. Lokasi penelitian

B. Pemanfaatan Lahan

Penggunaan lahan di Kabupaten Pinrang didominasi oleh penggunaan lahan jenis hutan negara yaitu sebesar 58.521 Ha, atau sebesar 29,83%. Kabupaten Pinrang juga memiliki potensi di bidang pertanian yang ditunjukkan oleh besarnya area persawanan dan perkebunan sebesar 60,954 Ha atau 31,07%. Area bangunan dan halaman di Kabupaten Pinrang ini memiliki luas 5.037 Ha atau sebesar 2,57 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Luas lahan menurut penggunaannya di Kabupaten Pinrang Tahun 2010

No.	Penggunaan Lahan	Pinrang	
		Luas (Ha)	%
1	Perkebunan	12.177	6,21
2	Sawah	48.777	24,86
3	Tegalan/Kebun dan Ladang	25.855	13,18
4	Bangunan/Halaman	5.037	2,57
5	Kolam/ Lebat dan empang	1.400	0,71
6	Tambak	12.311	6,28
7	Padang Rumput	6.960	3,55
8	Tanaman Kayu	12.922	6,59
9	Hutan Negara	58.521	29,83
10	Lahan yang belum diusahakan	635	0,32
11	Belum Teridentifikasi	11.582	5,90
Jumlah		196.177	100

Sumber : Pinrang dalam angka tahun 2010

C. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 (enam) bulan yaitu dari November 2017 sampai pada bulan Mei 2018. Dimana pada bulan pertama dan kedua melakukan pengurusan administrasi, pada bulan ketiga adalah studi literatur dan pengumpulan data, selanjutnya pada bulan keempat dan kelima yaitu analisis data dan pada bulan keenam adalah proses penyelesaian penelitian.

D. Metode Penelitian

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

E. Sumber Data

Adapun data yang dikumpulkan terdiri dari :

1. Data primer berupa sampel material dasar.
2. Data sekunder berupa data kadar lumpur, tinggi muka air dan debit sungai.

F. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu :

1. Kegiatan lapangan
 - a. Penentuan lokasi untuk pengambilan sampel material.
 - b. Pengambilan material dasar dilakukan di tiga titik yaitu titik pertama pada hilir bendung Benteng, titik kedua dibawah jembatan Lasape dan titik ketiga di desa Salipolo.
 - 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. Dari hasil pengujian material dilaboratorium diperoleh data yang akan digunakan untuk menghitung sedimen dasar, dan untuk perhitungan sedimen melayang digunakan data kadar lumpur.

G. 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 diperoleh dengan persamaan :

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

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

- a. Pengumpulan data konsentrasi sedimen hasil analisa labioratorium beserta debitnya.

- b. Hitung debit sedimen dari setiap besaran konsentrasi.
- c. Gambarkan diatas kertas logaritmik data debit sedimen dan data debit air sungai.
- d. Hitung persamaan lengkung dengan menggunakan persamaan :

$$Qsm_{hit} = a(Qw)^b$$

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

$$Qsm_{hit} = \log m + n \log Qw$$

Apabila $Qsm_{hit} = x$, $\log m = a$ dan $n \log Qw = bY$, maka persamaan linier tersebut dapat diubah menjadi :

$$x = a + bY$$

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

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

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

Hubungan antara debit air (Qw) dan debit sedimen melayang (Qsm_{hit}).

Koefisien korelasi dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{\sum(Xi - \bar{X}) \cdot (Yi - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(Xi - \bar{X})^2 \cdot \sum(Yi - \bar{Y})^2}}$$

2. Perhitungan Sedimen Dasar dengan Pendekatan Empiris

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

a. Persamaan Shields

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

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

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

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

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

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

$$Qb = W \times qb$$

b. Persamaan Du Boys

$$q \cdot b = \frac{0,173}{d^{0,75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$\tau = \gamma_w \cdot h \cdot I$$

$$qb = q \cdot b \left[\frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} \right]$$

$$Qb = W \times qb$$

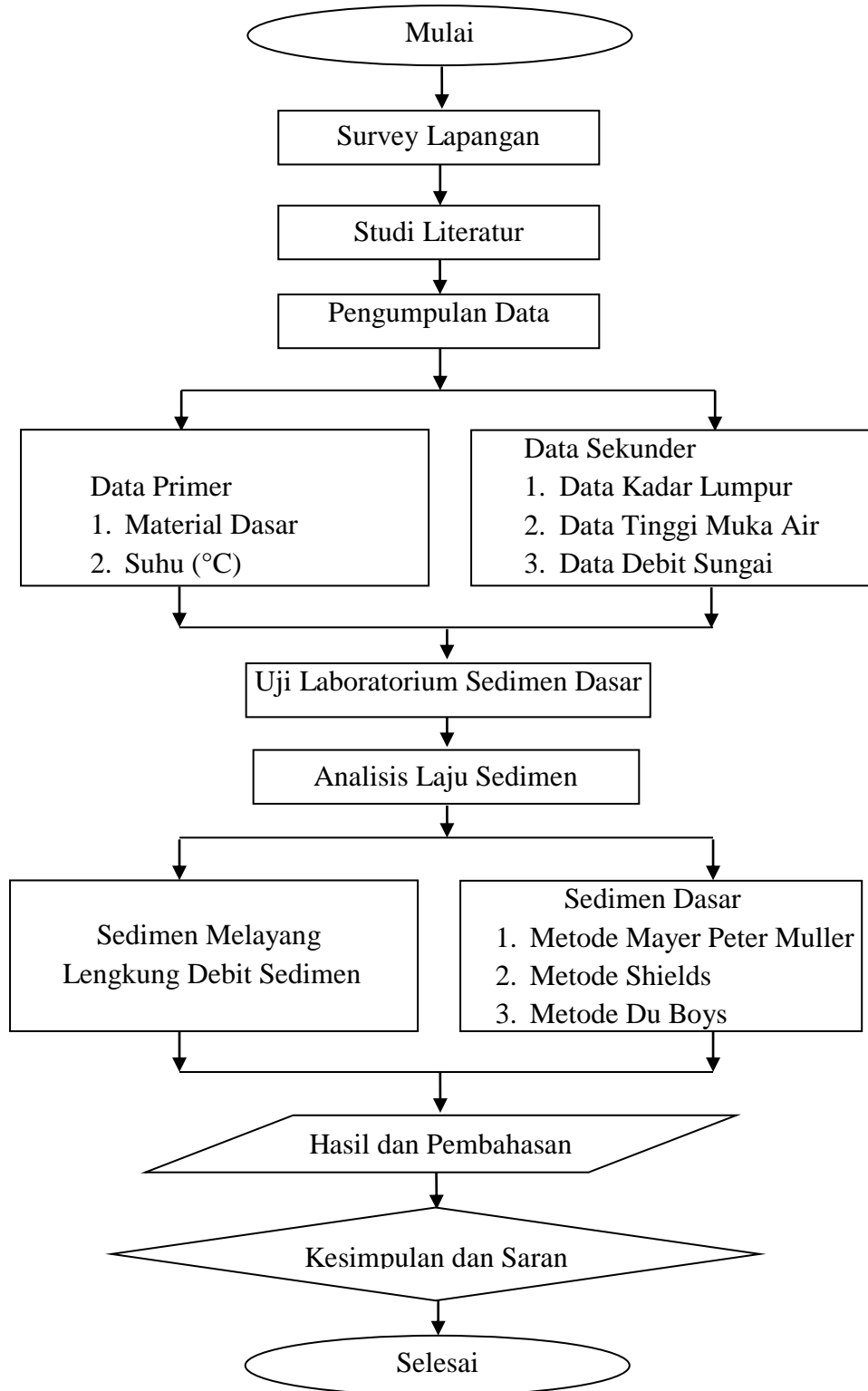
c. Persamaan MPM

$$\frac{\gamma_w Rh(k/k)^{\frac{3}{2}} s}{d(\gamma_s - \gamma_w)} - 0,047 = 0,25^3 \sqrt{\rho} \frac{qs^{\frac{3}{2}}}{d(\gamma_s - \gamma_w)}$$

$$\sqrt[3]{\rho} = \frac{\gamma_w}{g}$$

$$Qs = W \times qs$$

H. Flow Chart Penelitian



Gambar 9. Flow chart

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

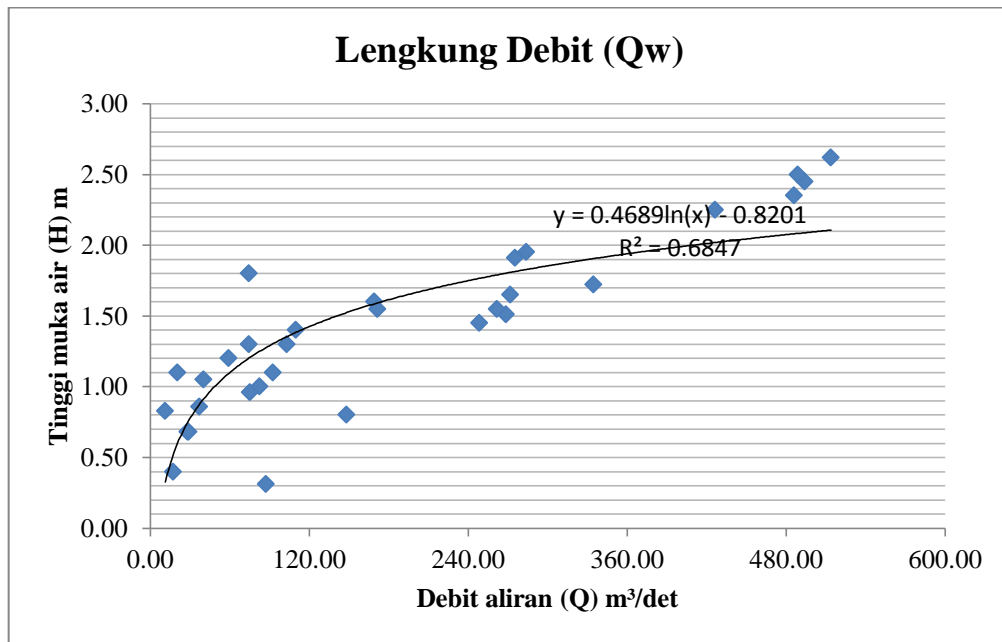
A. Perkiraan Sedimen Melayang (*suspended load*)

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 Saddang hilir, Desa Kaballangan, Kecamatan Duampanua, Kabupaten Pinrang.

Data-data sekunder yang diperoleh tersebut, yang selanjutnya menjadi dasar dalam pengolahan data untuk mendapatkan debit sedimen melayang. Sebelum membuat lengkung sedimen, terlebih dahulu dibuat kurva debit air sungai yang menunjukkan hubungan antara debit (Q) dengan tinggi muka air (H).

a. Lengkung debit air sungai

Berdasarkan data tinggi muka air (H) dan debit air sungai (Q) pada lampiran 1 dapat dibuat kurva debit sebelum menggunakan persamaan kuadrat terkecil (*least square*) 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 :

$$H_1 = 0,31 \text{ m} \quad \rightarrow \quad Q_1 = 11,57 \text{ m}$$

$$H_3 = 2,62 \text{ m} \quad \rightarrow \quad Q_3 = 514,05 \text{ m}$$

Sehingga :

$$Q_2 = (Q_1 \times Q_3)^{0,5} = (11,57 \times 514,05)^{0,5} = 77,12 \text{ m}$$

$$H_2 = (H_1 \times H_3)^{0,5} = (0,31 \times 2,62)^{0,5} = 0,90 \text{ m}$$

$$H_0 = \frac{0,31 \cdot 2,62 - 0,90^2}{0,31 + 2,62 - 2 \cdot 0,90} = 0,00019 \text{ m}$$

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 :

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

$$(\Sigma x) = \text{jumlah harga loh (H - H}_0\text{)}$$

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

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

$$m = \text{jumlah data}$$

Perhitungan K dan n data pengukuran debit dapat dilihat pada lampiran 2.

Dari tabel perhitungan tersebut diperoleh :

$$64,143 - 31 \log K - 3,185 n = 0 \quad \left| \begin{array}{l} \times 3,185 \\ \times 31 \end{array} \right.$$

$$8,982 - 3,185 \log K - 1,801 n = 0$$

$$204,314 - 98,744 \log K - 10,146 n = 0$$

$$278,430 - 98,744 \log K - 55,833 n = 0$$

$$-74,116 - 0 \qquad - 45,687 n$$

$$45,687 n = 74,116$$

$$n = \frac{74,116}{45,687}$$

$$n = 1,622$$

Dari salah satu persamaan,

$$8,982 - 3,185 \log K - 1,801 n = 0$$

$$8,982 - 3,185 \log K - (1,801 \times 1,622) = 0$$

$$8,982 - 3,185 \log K - (2,921) = 0$$

$$3,185 \log K = -6,061$$

$$\log K = \frac{-6,061}{3,185}$$

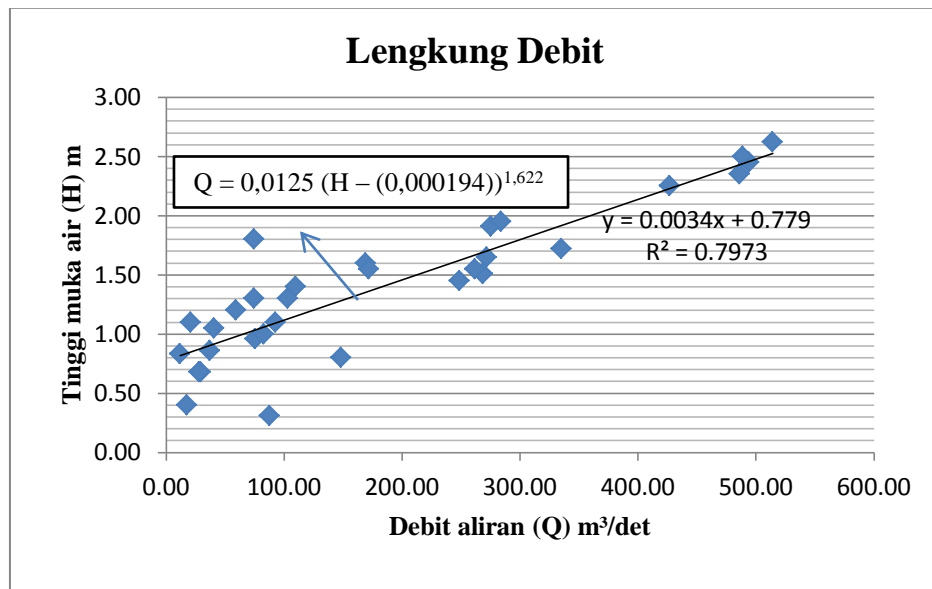
$$\log K = - 1,902$$

$$K = 0,0125$$

Dari kedua persamaan tersebut diperoleh nilai $K = 0,0125$ dan $n = 1,622$.

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

$$Q = 0,0125 (H - (0,000194))^{1,622}$$



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 25 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/hari)

C_s = konsentrasi sedimen (mg/ltr)

Q_w = debit air (m^3/det)

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

$$Q_{sm} (1) = 0,0864 \times 45,867 \times 87,73 = 347,671 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm} (2) = 0,0864 \times 36,133 \times 103,19 = 462,949 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm} (3) = 0,0864 \times 24,667 \times 37,23 = 219,918 \text{ ton/hari}$$

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 26 sebagai berikut :

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

Dimana :

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

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

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

Dimana konstanta a dan b dapat dihitung dengan persamaan 29 dan persamaan 30 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 :

$$Q_w = 87,73 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{sm} = 347,671 \text{ ton/hari}$$

Penyelesaian :

$$\text{Log } Q_{sm} (X_i) = \log 347,671 = 2,541$$

$$\text{Log } Q_w (Y_i) = \log 87,73 = 1,943$$

$$X_i, Y_i = 2,541 \times 1,943 = 4,938$$

$$X_i^2 = (2,541)^2 = 6,458$$

$$Y_i^2 = (1,943)^2 = 3,776$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{76,926}{31} = 2,481$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{97,493}{31} = 3,144$$

$$X_i - \bar{X} = 2,541 - 2,481 = 0,060$$

$$Y_i - \bar{Y} = 1,943 - 3,144 = -1,202$$

$$(X_i - \bar{X}), (Y_i - \bar{Y}) = (0,060) \times (-1,202) = -0,072$$

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

$$(Y_i - \bar{Y})^2 = 1,444$$

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

Nilai konstanta b :

$$b = \frac{n \cdot \sum Xi \cdot Yi - (\sum Xi) \cdot (\sum Yi)}{n \cdot \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2}$$
$$b = \frac{31 \times 69,613 - 76,926 \times 97,493}{31 \times 139,372 - (97,493)^2}$$

$$b = 1,030$$

Nilai konstanta a :

$$\log a = \frac{\sum Xi}{n} - \frac{b \cdot \sum Xi}{n}$$
$$\log a = \frac{76,926}{31} - \frac{1,030 \times 76,926}{31}$$

$$\log a = -0,074$$

$$a = 0,842$$

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 :

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

$$Q_{sm_{hit}} (1) = 0,842 \times (87,73)^{1,030} = 84,482 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm_{hit}} (2) = 0,842 \times (148,29)^{1,030} = 145,063 \text{ ton/hari}$$

$$Q_{sm_{hit}} (3) = 0,842 \times (103,19)^{1,030} = 99,852 \text{ ton/hari}$$

Perhitungan $Q_{sm_{hit}}$ selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 6.

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

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

$$\text{Delta (1)} = \log 347,671 - \log 84,482 = 0,940 - 1,926 = -0,987$$

$$\text{Delta (2)} = \log 462,950 - \log 145,063 = 1,030 - 2,161 = -1,132$$

$$\text{Delta (3)} = \log 219,919 - \log 99,852 = 0,666 - 1,999 = -1,333$$

Perhitungan delta selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Adapun tingkat hubungan antara debit air (Q_w) dan debit sedimen melayang ($Q_{sm_{hit}}$) 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 :

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

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

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

$$R = \frac{5,423}{\sqrt{13,776 x 42,531}} = 0,224$$

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

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

$$X = 0,842 + 1,030 Y \text{ dengan koefisien korelasi } R = 0,224$$

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 :

$$Q_{sm} = 0,842 (Q_w)^{1,030}$$

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

$$Q_{sm} (1) = 0,842 \times (90,51)^{1,030} = 87,239$$

$$Q_{sm} (2) = 0,842 \times (95,54)^{1,030} = 92,237$$

$$Q_{sm} (3) = 0,842 \times (104,96)^{1,030} = 101,617$$

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

Jumlah total debit sedimen melayang (Q_{sm}) yang terjadi selama tahun 2001 = 60538,71 ton.

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.

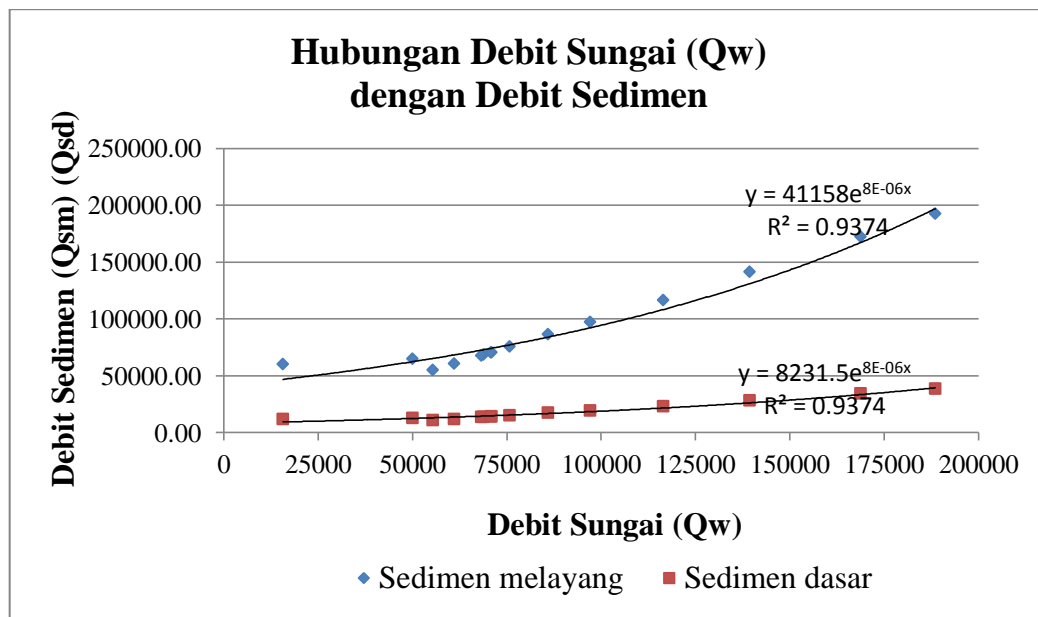
Tabel 6. Perkiraan sedimen dasar

No.	Tahun	Sedimen Melayang Q_{sm} (ton/thn)	Sedimen Dasar $Q_{sd} = 20\% \times Q_{sm}$
1	2001	60538.71	12107.74
2	2002	64770.96	12954.19
3	2003	68910.93	13782.19
4	2004	86561.59	17312.32
5	2005	67908.90	13581.78
6	2006	70633.63	14126.73
7	2007	141423.40	28284.68
8	2008	172312.40	34462.48
9	2009	97340.27	19468.05
10	2010	192343.84	38468.77

Lanjutan Tabel 6

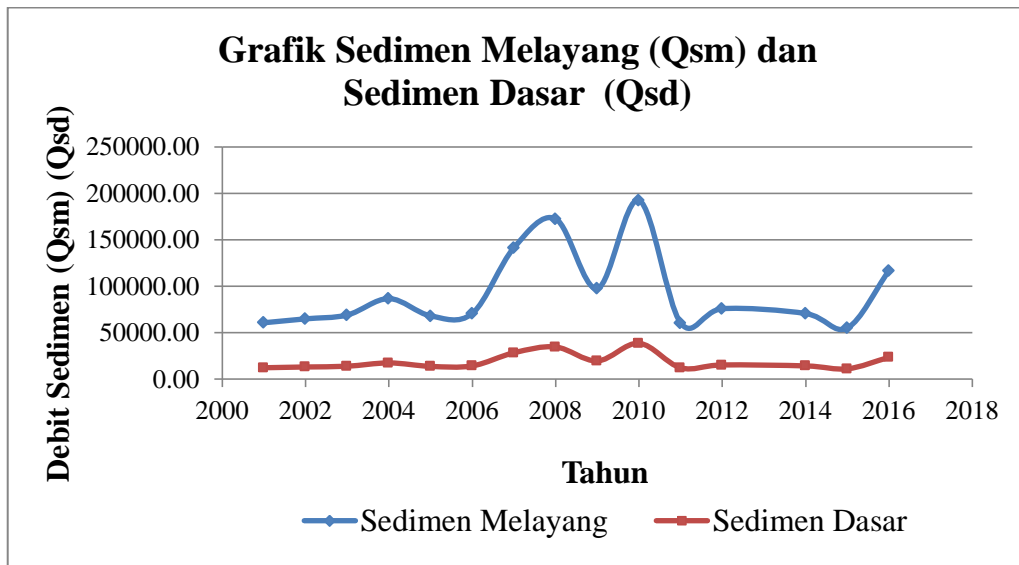
11	2011	60306.01	12061.20
12	2012	75644.32	15128.86
13	2014	70487.00	14097.40
14	2015	55006.39	11001.28
15	2016	116650.49	23330.10
Jumlah		1.400.838.833	280.167.767
Rata - rata		93.389.256	18.677.851

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 12. 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 13. 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 Saddang di Kabupaten Enrekang, Tana Toraja dan Mamasa serta jebolnya sejumlah tanggul di sepanjang aliran sungai saddang.

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	= 219,40 m ²	d ₃₅	= 0,35 mm → 0,00035 m
V	= 0,776 m/det	d ₅₀	= 0,40 mm → 0,00040 m
Q	= 170,25 m ³ /det	d ₉₀	= 1,25 mm → 0,00125 m
h	= 1,85 m	B	= 130,56 m
S	= 0,00351	g	= 9,81 m/s
P	= 133,7 m	ρ _s	= 2740 kg/m ³
R	= 1,680 m	ρ _w	= 1000 kg/m ³
T	= 26 °C		

Penyelesaian :

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

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} = \frac{2740 - 1000}{1000} = 1,74$$

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

$$\tau_p = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,85 \cdot 0,00351$$

$$\tau_p = 63,701$$

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

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

$$= \sqrt{9,81 \cdot 1,85 \cdot 0,00351}$$

$$= 0,063 \text{ m/det}$$

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

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

$$R_e = \frac{0,063 \cdot 0,00040}{0,88 \times 10^{-6}}$$

$$R_e = 24,636$$

$$\text{Dari grafik } S_3 = \frac{\tau_c}{\rho_s - \rho_w} = 0,35$$

Sehingga,

$$\tau_c = 0,35 (2740 - 1000) \cdot 9,81 \cdot (0,00351) = 20,969$$

$$\frac{qb \cdot 1,74}{170,25 \cdot 0,00351} = 10 \cdot \frac{63,701 - 20,969}{1,74 \cdot 9,81 \cdot 0,00040}$$

$$\frac{qb \cdot 1,74}{0,597} = 62,585$$

$$qb \cdot (1,74) \times (62,585) = 0,597$$

$$108,897 \cdot qb = 0,597$$

$$qb = \frac{0,597}{108,897}$$

$$qb = 0,00548 \text{ (kg/det)/m}$$

$$Qb = 130,56 \times 0,00548$$

$$= 0,715 \text{ kg/det}$$

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

$$Qb = \frac{0,715}{1000}$$

$$Qb = 0,000715 \text{ ton/det}$$

$$\text{Untuk 1 hari} = 0,000715 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 61,776 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk 1 tahun} = 61,776 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 22548,24 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 15 tahun} = 22548,24 \times 15 \text{ tahun}$$

$$= 338223,6 \text{ ton/15 tahun}$$

2. Persamaan Du Boys

Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dengan persamaan Du Boys diuraikan sebagai berikut :

$$q'b = \frac{0,173}{d^{0,75}} \tau(\tau - \tau_c)$$

$$\tau = \gamma_w \cdot h \cdot I$$

$$\tau = 1 \cdot 1,85 \cdot 0,00351$$

$$\tau = 0,00649 \text{ kg/m}^2$$

Dari grafik Du Boys dimana hubungan antara diameter butiran dengan τ_c dari $d_{50} = 0,40$ didapat $\tau_c = 0,002 \text{ kg/m}^2$

$$q'b = \frac{0,173}{0,00040^{0,75}} \times 0,00649 \times (0,00649 - 0,002)$$

$$q'b = 0,00178 \text{ (kg/m}^2\text{)}/\text{det}$$

$$qb = q'b \left[\frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} \right]$$

$$qb = 0,00178 \left[\frac{2,74}{2,74 - 1,00} \right]$$

$$qb = 0,00280 \text{ (kg/det)}/\text{m}$$

Maka Qb dapat dihitung dengan :

$$Qb = W \times qb$$

$$= 130,56 \times 0,00280$$

$$= 0,365 \text{ kg/det}$$

$$Q_b = \frac{0,365}{1000}$$

$$Q_b = 0,000365 \text{ ton/det}$$

$$\text{Untuk 1 hari} = 0,000365 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 31,536 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk 1 tahun} = 31,536 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 11510,64 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 15 tahun} = 11510,64 \times 15 \text{ tahun}$$

$$= 172659,6 \text{ ton/15 tahun}$$

3. Metode Mayer Peter Muller (MPM)

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

$$\frac{\gamma_w R h (k/k)^{\frac{3}{2}} s}{d(\gamma_s - \gamma_w)} - 0,047 = 0,25 \sqrt[3]{\rho} \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{d(\gamma_s - \gamma_w)}$$

$$\sqrt[3]{\rho} = \frac{\gamma_w}{g} = \frac{1}{9,81} = (0,102)^{\frac{1}{3}}$$

$$\rho = 0,467 \text{ t/m}^3$$

$$k/k \text{ diambil} = 1$$

$$\frac{1,0(1,68)(1)^{\frac{3}{2}}(0,00351)}{0,00125(2,74 - 1,00)} - 0,047 = 0,25(0,467) \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{0,00125(2,74 - 1,00)}$$

$$\frac{0,0058}{0,00217} - 0,047 = 0,1167 \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{0,00217}$$

$$2,625 = 0,000253(q_s)^{\frac{3}{2}}$$

$$q_s = 0,000000946 \text{ (ton/det)/m}$$

$$Q_s = 130,56 \times 0,000000946$$

$$Q_s = 0,000123 \text{ ton/det}$$

$$\text{Untuk 1 hari} = 0,000123 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 10,6272 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk 1 tahun} = 10,6272 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 3878,928 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 15 tahun} = 3878,928 \times 15 \text{ tahun}$$

$$= 58183,92 \text{ ton/15 tahun}$$

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

1. Persamaan Shields

$$A = 219,40 \text{ m}^2$$

$$d_{35} = 0,35 \text{ mm} \rightarrow 0,00035 \text{ m}$$

$$V = 0,776 \text{ m/det}$$

$$d_{50} = 0,37 \text{ mm} \rightarrow 0,00037 \text{ m}$$

$$Q = 170,25 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$d_{90} = 0,60 \text{ mm} \rightarrow 0,00060 \text{ m}$$

$$h = 1,85 \text{ m}$$

$$B = 130,56 \text{ m}$$

$$S = 0,00351$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}$$

$$P = 133,7 \text{ m}$$

$$\rho_s = 2380 \text{ kg/m}^3$$

$$R = 1,680 \text{ m}$$

$$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 28 \text{ }^\circ\text{C}$$

Penyelesaian :

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

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} = \frac{2380 - 1000}{1000} = 1,38$$

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

$$\tau_p = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,85 \cdot 0,00351$$

$$\tau_p = 63,701$$

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

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

$$= \sqrt{9,81 \cdot 1,85 \cdot 0,00351}$$

$$= 0,063 \text{ m/det}$$

$$\nu = 0,90 + \frac{(28 - 25)}{(30 - 25)} x (0,80 - 0,90)$$

$$= 0,84 \Rightarrow 0,84 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$$

$$R_e = \frac{0,063 \cdot 0,00037}{0,84 \times 10^{-6}}$$

$$R_e = 27,75$$

$$\text{Dari grafik } S_3 = \frac{\tau_c}{\rho_s - \rho_w} = 0,30$$

Sehingga,

$$\tau_c = 0,30 (2380 - 1000) \cdot 9,81 \cdot (0,00351) = 14,255$$

$$\frac{qb \cdot 1,38}{170,25 \cdot 0,00351} = 10 \cdot \frac{63,701 - 14,255}{1,38 \cdot 9,81 \cdot 0,00037}$$

$$\frac{qb \cdot 1,38}{0,597} = 98,714$$

$$q_b \cdot (1,38) \times (98,714) = 0,597$$

$$136,225 \cdot q_b = 0,597$$

$$q_b = \frac{0,597}{136,225}$$

$$q_b = 0,00438 \text{ (kg/det)/m}$$

$$Q_b = 130,56 \times 0,00438$$

$$= 0,571 \text{ kg/det}$$

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

$$Q_b = \frac{0,571}{1000}$$

$$Q_b = 0,000571 \text{ ton/det}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 hari} &= 0,0004525 \times 24 \times 60 \times 60 \\ &= 49,334 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 tahun} &= 49,334 \times 365 \text{ hari} \\ &= 18006,91 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 15 tahun} &= 18006,91 \times 15 \text{ tahun} \\ &= 270103,65 \text{ ton/15 tahun} \end{aligned}$$

2. Persamaan Du Boys

Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dengan persamaan Du Boys diuraikan sebagai berikut :

$$q' b = \frac{0,173}{d^{0,75}} \tau(\tau - \tau_c)$$

$$\tau = \gamma_w \cdot h \cdot I$$

$$\tau = 1 \cdot 1,85 \cdot 0,00351$$

$$\tau = 0,00649 \text{ kg/m}^2$$

Dari grafik Du Boys dimana hubungan antara diameter butiran dengan τ_c dari $d_{50} = 0,37$ didapat $\tau_c = 0,0018 \text{ kg/m}^2$

$$q'b = \frac{0,173}{0,00037^{0,75}} \times 0,00649 \times (0,00649 - 0,0018)$$

$$q'b = 0,00197 \text{ (kg/m}^2\text{)}/\text{det}$$

$$qb = q'b \left[\frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} \right]$$

$$qb = 0,00197 \left[\frac{2,38}{2,38 - 1,00} \right]$$

$$qb = 0,00339 \text{ (kg/det)}/\text{m}$$

Maka Qb dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned} Qb &= W \times qb \\ &= 130,56 \times 0,00339 \\ &= 0,4425 \text{ kg/det} \end{aligned}$$

$$Qb = \frac{0,4425}{1000}$$

$$Qb = 0,0004425 \text{ ton/det}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 hari} &= 0,0004425 \times 24 \times 60 \times 60 \\ &= 38,232 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 tahun} &= 38,232 \times 365 \text{ hari} \\ &= 13954,68 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 15 tahun} &= 13954,68 \times 15 \text{ tahun} \\ &= 209,320,2 \text{ ton/15 tahun} \end{aligned}$$

3. Persamaan Mayer Peter Muller (MPM)

Untuk perhitungan sedimen dasar metode Mayer Peter Muller di uraikan sebagai berikut :

$$\frac{\gamma_w R h (k/k)^{\frac{3}{2}} s}{d(\gamma_s - \gamma_w)} - 0,047 = 0,25 \sqrt[3]{\rho} \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{d(\gamma_s - \gamma_w)}$$

$$\sqrt[3]{\rho} = \frac{\gamma_w}{g} = \frac{1}{9,81} = (0,102)^{\frac{1}{3}}$$

$$\rho = 0,467 \text{ t/m}^3$$

$$k/k \text{ diambil} = 1$$

$$\frac{1,0(1,68)(1)^{\frac{3}{2}}(0,00351)}{0,00060(2,38 - 1,00)} - 0,047 = 0,25(0,467) \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{0,00060(2,38 - 1,00)}$$

$$\frac{0,0058}{0,000828} - 0,047 = 0,1167 \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{0,00828}$$

$$6,9578 = 0,000966(q_s)^{\frac{3}{2}}$$

$$q_s = 0,00000163 \text{ (ton/det)/m}$$

$$Q_s = 130,56 \times 0,00000163$$

$$Q_s = 0,000212 \text{ ton/det}$$

$$\text{Untuk 1 hari} = 0,000212 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 18,3168 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk 1 tahun} = 18,3168 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 6685,632 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 15 tahun} = 6685,632 \times 15 \text{ tahun}$$

$$= 100284,48 \text{ ton/15 tahun}$$

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

1. Metode Shields

$A = 219,40 \text{ m}^2$	$d_{35} = 0,20 \text{ mm} \rightarrow 0,00020 \text{ m}$
$V = 0,776 \text{ m/det}$	$d_{50} = 0,42 \text{ mm} \rightarrow 0,00042 \text{ m}$
$Q = 170,25 \text{ m}^3/\text{det}$	$d_{90} = 3,75 \text{ mm} \rightarrow 0,00375 \text{ m}$
$h = 1,85 \text{ m}$	$B = 130,56 \text{ m}$
$S = 0,00351$	$g = 9,81 \text{ m/s}$
$P = 133,7 \text{ m}$	$\rho_s = 2180 \text{ kg/m}^3$
$R = 1,680 \text{ m}$	$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$
$T = 29 \text{ }^\circ\text{C}$	

Penyelesaian :

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

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} = \frac{2180 - 1000}{1000} = 1,18$$

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

$$\tau_p = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,85 \cdot 0,00351$$

$$\tau_p = 63,701$$

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

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

$$= \sqrt{9,81 \cdot 1,85 \cdot 0,00351}$$

$$= 0,063 \text{ m/det}$$

$$v = 0,90 + \frac{(29 - 25)}{(30 - 25)} \times (0,80 - 0,90)$$

$$= 0,82 \Rightarrow 0,82 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$$

$$R_e = \frac{0,063 \cdot 0,00042}{0,82 \times 10^{-6}}$$

$$R_e = 32,26$$

$$\text{Dari grafik } S_3 = \frac{\tau_c}{\rho_s - \rho_w} = 0,24$$

Sehingga,

$$\tau_c = 0,24 (2180 - 1000) \cdot 9,81 \cdot (0,00351) = 9,751$$

$$\frac{qb \cdot 1,18}{170,25 \cdot 0,00351} = 10 \cdot \frac{63,701 - 9,751}{1,18 \cdot 9,81 \cdot 0,00042}$$

$$\frac{qb \cdot 1,18}{0,597} = 121,240$$

$$qb \cdot (1,18) \times (121,240) = 0,597$$

$$143,063 \cdot qb = 0,597$$

$$qb = \frac{0,597}{143,063}$$

$$qb = 0,00417 \text{ (kg/det)/m}$$

$$Qb = 130,56 \times 0,00417$$

$$= 0,544 \text{ kg/det}$$

Jadi satuan berat (kg) ditransfer ke satuan berat (ton) dan satuan waktu (s)

ditransfer ke satuan waktu (hari), maka :

$$Qb = \frac{0,544}{1000}$$

$$Qb = 0,000544 \text{ ton/det}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk 1 hari} &= 0,000544 \times 24 \times 60 \times 60 \\ &= 47,001 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk 1 tahun} &= 47,001 \times 365 \text{ hari} \\ &= 17155,365 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk 15 tahun} &= 17155,365 \times 15 \text{ tahun} \\ &= 257330,475 \text{ ton/15 tahun}\end{aligned}$$

2. Persamaan Du Boys

Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dengan persamaan Du Boys diuraikan sebagai berikut :

$$q' = \frac{0,173}{d^{0,75}} \tau(\tau - \tau_c)$$

$$\tau = \gamma_w \cdot h \cdot I$$

$$\tau = 1 \cdot 1,85 \cdot 0,00351$$

$$\tau = 0,00649 \text{ kg/m}^2$$

Dari grafik Du Boys dimana hubungan antara diameter butiran dengan τ_c dari $d_{50} = 0,42$ didapat $\tau_c = 0,0022 \text{ kg/m}^2$

$$q'b = \frac{0,173}{0,00042^{0,75}} \times 0,00649 \times (0,00649 - 0,0022)$$

$$q'b = 0,00164 \text{ (kg/m}^2\text{)/det}$$

$$qb = q'b \left[\frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} \right]$$

$$qb = 0,00164 \left[\frac{2,18}{2,18 - 1,00} \right]$$

$$qb = 0,00302 \text{ (kg/det)/m}$$

Maka Qb dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned}
 Q_b &= W \times qb \\
 &= 130,56 \times 0,00302 \\
 &= 0,394 \text{ kg/det}
 \end{aligned}$$

$$Q_b = \frac{0,394}{1000}$$

$$Q_b = 0,000394 \text{ ton/det}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 1 hari} &= 0,000394 \times 24 \times 60 \times 60 \\
 &= 34,0416 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 1 tahun} &= 34,0416 \times 365 \text{ hari} \\
 &= 12425,184 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 15 tahun} &= 12425,184 \times 15 \\
 &= 186377,76 \text{ ton/15 tahun}
 \end{aligned}$$

3. Metode Mayer Peter Muller (MPM)

Untuk perhitungan sedimen dasar metode Mayer Peter Muller di uraikan sebagai berikut :

$$\frac{\gamma_w Rh(k/k)^{\frac{3}{2}} s}{d(\gamma_s - \gamma_w)} - 0,047 = 0,25 \sqrt[3]{\rho} \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{d(\gamma_s - \gamma_w)}$$

$$\sqrt[3]{\rho} = \frac{\gamma_w}{g} = \frac{1}{9,81} = (0,102)^{\frac{1}{3}}$$

$$\rho = 0,467 \text{ t/m}^3$$

$$k/k \text{ diambil} = 1$$

$$\frac{1,0(1,68)(1,85)(1)^{\frac{3}{2}}(0,00351)}{0,00375(2,18 - 1,00)} - 0,047 = 0,25(0,467) \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{0,00375(2,38 - 1,00)}$$

$$\frac{0,0058}{0,00442} - 0,047 = 0,1167 \frac{q_s^{\frac{3}{2}}}{0,00442}$$

$$1,265 = 0,000515(q_s)^{\frac{3}{2}}$$

$$q_s = 0,00000821 \text{ (ton/det)/m}$$

$$Q_s = 130,56 \times 0,00000821$$

$$Q_s = 0,00107 \text{ ton/det}$$

$$\text{Untuk 1 hari} = 0,000404 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 92,448 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk 1 tahun} = 92,448 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 33743,52 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 15 tahun} = 33743,52 \times 15 \text{ tahun}$$

$$= 191108,16 \text{ ton/15 tahun}$$

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

Sedimen Dasar (Qb) (thn)	Berdasarkan pendekatan			Berdasarkan hit. di lapangan	
	Shields	Du Boys	MPM	Sedimen dasar (Qb)	Sedimen melayang (Qsm)
(ton / thn)	19.236,83	12.630,16	14.769,36	18.677,851	93.389,256
(ton / 15 thn)	288.552,57	189.452,52	221.535,4	280.167,767	1.400.838,833

Berdasarkan hasil perhitungan dengan beberapa pendekatan yang terdapat pada tabel 7, menunjukkan bahwa pendekatan Shields mendekati hasil perhitungan di lapangan, sehingga untuk perhitungan sedimen yang cukup efisien digunakan pada hilir sungai Saddang adalah pendekatan Shields. Berdasarkan perhitungan dilapangan diperoleh laju sedimentasi pada hilir sungai saddang yaitu $93.389,256 + 18.677,851 = 112.067,107$ ton/tahun dan untuk perhitungan laju sedimentasi berdasarkan pendekatan Shields diperoleh $93.389,256 + 19.236,83 = 112.626,086$ ton/tahun.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan perhitungan menggunakan data konsentrasi sedimen (C_s) yang diperoleh dari BBWS Pompengan Jeneberang diperoleh jumlah laju sedimen melayang sebesar 93.389,256 ton/tahun.
2. Untuk perhitungan laju sedimen dasar dihitung menggunakan beberapa pendekatan, yaitu pendekatan Shields = 19.236,83 ton/tahun, Du Boys = 12.630,16 ton/tahun dan MPM = 14.769,36 ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan, pendekatan Shields mendekati hasil perhitungan di lapangan sebesar 18.677,851 ton/tahun. Sehingga perhitungan dilapangan diperoleh laju sedimentasi pada hilir sungai saddang yaitu $93.389,256 + 18.677,851 = 112.067,107$ ton/tahun dan untuk perhitungan laju sedimentasi berdasarkan pendekatan Shields diperoleh $93.389,256 + 19.236,83 = 112.626,086$ ton/tahun.

B. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya jika menggunakan judul yang sama sebaiknya pada saat pengambilan sampel sedimen dihitung waktu yang dibutuhkan pada saat pengambilan sampel.

2. Melihat kondisi pada bagian hulu sungai saddang pada peta tata guna lahan maka perlu diadakan reboisasi terhadap lahan yang rawan atau berpotensi besar terjadi erosi.
3. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan pada instansi terkait dalam mengkaji tingkat sedimentasi pada sungai Saddang.
4. Guna mengantisipasi laju peningkatan sedimen maka perlu dilakukan langkah-langkah penanggulangan sedimen seperti pembuatan tanggul disepanjang tebing sungai saddang yang rawan terjadi erosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2014. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Akbar, Muhammad Ibnu dan Kino, Nurhikma. 2015. Analisis Pendugaan Sedimentasi Sub DAS Mata Allo Kabupaten Enrekang. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- BBWS Pompengan Jeneberang, 2012. *Wilayah Administratif*. <http://bbwspompenganjeneberang.org/profil/wilayah-administratif/>. (diakses pada Tanggal 18 Februari 2018 Pukul 21:18 Wita).
- Karim, Nenny T. 2017. Bahan Ajar Transportasi Sedimen. Universitas Muhammadiyah Makassar
- Mansida, Amrullah. 2015. Bahan Ajar Morfologi Sungai. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Mokonio, Olviana. dkk. 2013. Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounolet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 6. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/1438/1140>. (diakses pada Tanggal 19 Februari 2018 Pukul 22:01 Wita).
- Nugroho, Ryan Ahmadi Dwi. 2016. Analisa Perubahan Kualita Air Baku Dengan Menggunakan Model Koagulasi Flokulasi Sedimentasi Dan Filtrasi (Studi Kasus Air Sungai Progo Sandangsari, Pajangan, Bantul, Yogyakarta). <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/8129>. (diakses pada Tanggal 21 Februari 2018 Pukul 21:14 Wita).
- Putra, Ady Syaf. 2014. Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai : Pulau Kamaro sampai dengan Muara Sungai Komerling). Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2 No. 3. http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1306/pdf_1. (diakses pada Tanggal 23 Februari 2018 Pukul 12:30 Wita).
- Rizal, Muh dan Syaiful. 2014. Analisis Muatan Sedimen di Hilir Sungai Maros Kabupaten Maros. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar.

Lampiran

1. Data Sedimen Melayang Sungai Saddang Tahun 2001-2017

Urut	Tanggal	Volume Air (ml)	Berat lumpur (mg)	Rata-rata berat lumpur (mg)	Berat lumpur / isi air (mg/lt)	Rata-rata berat lumpur / isi air (mg/lt)	Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		250	13.80	11.467	55.20	45.867	0.31	87.73
1	19-Jul-01	250	12.10		48.40			
		250	8.50		34.00			
		250	10.00	9.033	40.00	36.133	0.80	148.29
2	9-Aug-01	250	7.80		31.20			
		250	9.30		37.20			
		250	6.00	6.167	24.00	24.667	1.30	103.19
3	28-May-03	250	4.25		17.00			
		250	8.25		33.00			
		250	6.00	6.250	24.00	25.000	0.86	37.23
4	16-Jun-03	250	5.75		23.00			
		250	7.00		28.00			
		250	7.25	5.250	29.00	21.000	0.96	75.52
5	8-Jul-03	250	3.00		12.00			
		250	5.50		22.00			
		250	17.75	17.167	71.00	68.667	0.68	29.22
6	6-Nov-03	250	15.75		63.00			
		250	18.00		72.00			
		250	18.50	22.000	74.00	88.000	1.72	335.01
7	18-Jan-04	250	24.00		96.00			
		250	23.50		94.00			
		250	1.25	2.417	5.00	9.667	1.45	248.57
8	26-Mar-04	250	1.25		5.00			
		250	4.75		19.00			
		250	25.50	28.583	102.00	114.333	1.51	268.60
9	16-Jun-04	250	26.25		105.00			
		250	34.00		136.00			
		250	7.50	8.000	30.00	32.000	2.25	426.83
10	30-May-06	250	8.00		32.00			
		250	8.50		34.00			
		250	5.88	5.920	24.00	24.000	0.83	11.57
11	2-Aug-06	250	5.88		24.00			
		250	6.00		24.00			

		250	1.17	1.167	4.67	4.667	2.62	514.05
12	27-Dec-06	250	1.15		4.58			
		250	1.19		4.75			
		250	13.50	13.417	54.00	53.667	1.20	59.38
13	15-Aug-07	250	12.50		50.00			
		250	14.25		57.00			
		250	1.25	1.583	5.00	6.333	1.65	272.01
14	25-Jun-08	250	2.00		8.00			
		250	1.50		6.00			
		250	2.73	9.975	10.90	39.900	2.45	494.44
15	20-Dec-08	250	12.48		49.90			
		250	14.73		58.90			
		250	3.00	3.083	12.00	12.333	2.35	486.17
16	13-Mar-09	250	2.75		11.00			
		250	3.50		14.00			
		250	1.00	0.917	4.00	3.667	1.40	110.05
17	31-Jul-09	250	1.00		4.00			
		250	0.75		3.00			
		250	0.40	0.635	1.60	2.540	1.10	92.87
18	10-Feb-09	250	0.74		2.95			
		250	0.77		3.07			
		250	24.60	24.600	98.40	98.400	2.50	488.92
19	25-Mei-10	250	24.60		98.40			
		250	24.60		98.40			
		250	1.00	0.667	4.00	2.667	1.91	275.57
20	17-Aug-10	250	0.50		2.00			
		250	0.50		2.00			
		250	1.00	0.917	4.00	3.667	1.95	284.04
21	22-Jan-11	250	1.25		5.00			
		250	0.50		2.00			
		100	14.17	9.840	141.70	98.400	1.05	40.460
22	11-Jul-11	100	5.79		57.90			
		100	9.56		95.60			
		100	8.89	6.723	88.90	67.233	1.10	20.880
23	17-Sep-11	100	10.74		107.40			
		100	0.54		5.40			
		100	1.90	2.000	19.00	20.000	1.80	74.748
24	8-Aug-14	100	2.20		22.00			
		100	1.90		19.00			

		100	5.30	5.567	53.00	55.667	1.30	74.775
25	17-Dec-14	100	6.10		61.00			
		100	5.30		53.00			
		100	7.20	4.333	72.00	43.333	1.00	82.690
26	28-Jul-15	100	2.60		26.00			
		100	3.20		32.00			
		100	5.00	4.400	50.00	44.000	0.40	17.415
27	26-Nov-15	100	4.40		44.00			
		100	3.80		38.00			
		100	29.30	28.533	293.00	285.333	1.60	169.287
28	15-Jul-16	100	28.90		289.00			
		100	27.40		274.00			
		100	3.90	3.733	39.00	37.333	0.68	28.220
29	11-Jan-17	100	3.60		36.00			
		100	3.70		37.00			
		100	26.20	28.367	262.00	283.667	1.55	171.680
30	12-May-17	100	28.90		289.00			
		100	30.00		300.00			
		100	18.20	17.267	182.00	172.667	1.55	261.920
31	9-Aug-17	100	17.30		173.00			
		100	16.30		163.00			

Sumber : PU Hidrologi

2. Perhitungan K dan n data pengukuran debit Sungai Saddang (2001-2017)

No. Urut	Tanggal	Muka Air (m)	Debit (Qw) / (m ³ /det)	H - Ho	Log (H - Ho) / X	Log Q / Y	X · Y	X ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	19-Jul-01	0.31	87.73	0.3098	-0.5089	1.9432	-0.9889	0.2590
2	9-Aug-01	0.80	148.29	0.7998	-0.0970	2.1711	-0.2106	0.0094
3	28-May-03	1.30	103.19	1.2998	0.1139	2.0136	0.2293	0.0130
4	16-Jun-03	0.86	37.23	0.8598	-0.0656	1.5709	-0.1031	0.0043
5	8-Jul-03	0.96	75.52	0.9598	-0.0178	1.8780	-0.0335	0.0003
6	6-Nov-03	0.68	29.22	0.6798	-0.1676	1.4657	-0.2457	0.0281
7	18-Jan-04	1.72	335.01	1.7198	0.2355	2.5251	0.5946	0.0555
8	26-Mar-04	1.45	248.57	1.4498	0.1613	2.3954	0.3864	0.0260
9	16-Jun-04	1.51	268.60	1.5098	0.1789	2.4291	0.4346	0.0320
10	30-May-06	2.25	426.83	2.2498	0.3521	2.6303	0.9262	0.1240
11	2-Aug-06	0.83	11.57	0.8298	-0.0810	1.0635	-0.0862	0.0066
12	27-Dec-06	2.62	514.05	2.6198	0.4183	2.7110	1.1339	0.1749
13	15-Aug-07	1.20	59.38	1.1998	0.0791	1.7736	0.1403	0.0063
14	25-Jun-08	1.65	272.01	1.6498	0.2174	2.4346	0.5294	0.0473
15	20-Dec-08	2.45	494.44	2.4498	0.3891	2.6941	1.0484	0.1514
16	13-Mar-09	2.35	486.17	2.3498	0.3710	2.6868	0.9969	0.1377
17	31-Jul-09	1.40	110.05	1.3998	0.1461	2.0416	0.2982	0.0213
18	10-Feb-09	1.10	92.87	1.0998	0.0413	1.9679	0.0813	0.0017
19	25-Mei-10	2.50	488.92	2.4998	0.3979	2.6892	1.0701	0.1583
20	17-Aug-10	1.91	275.57	1.9098	0.2810	2.4402	0.6857	0.0790
21	22-Jan-11	1.95	284.04	1.9498	0.2900	2.4534	0.7115	0.0841
22	7-Nov-11	1.05	40.460	1.0498	0.0211	1.6070	0.0339	0.0004
23	17-Sep-11	1.10	20.880	1.0998	0.0413	1.3197	0.0545	0.0017
24	8-Aug-14	1.80	74.748	1.7998	0.2552	1.8736	0.4782	0.0651
25	17-Dec-14	1.30	74.775	1.2998	0.1139	1.8738	0.2134	0.0130
26	28-Jul-15	1.00	82.690	0.9998	-0.0001	1.9175	-0.0002	0.0000
27	26-Nov-15	0.40	17.415	0.3998	-0.3982	1.2409	-0.4941	0.1585
28	15-Jul-16	1.60	169.287	1.5998	0.2041	2.2286	0.4548	0.0416
29	11-Jan-17	0.68	28.220	0.6798	-0.1676	1.4506	-0.2431	0.0281
30	12-May-17	1.55	171.680	1.5498	0.1903	2.2347	0.4252	0.0362
31	9-Aug-17	1.55	261.920	1.5498	0.1903	2.4182	0.4601	0.0362
Jumlah					3.185	64.143	8.982	1.801

Sumber : Hasil olah data

3. Hasil analisa kadar lumpur dan konsentrasi sedimen (Cs) Sungai Saddang (2001-2017)

Urut	Tanggal	Volume air (ml)	Berat lumpur (mg)	Berat lumpur / (mg/ltr)	Cs (mg/lt)
1	2	3	4	5	6
		250	13.80	55.20	45.867
1	19-Jul-01	250	12.10	48.40	
		250	8.50	34.00	
		250	10.00	40.00	36.133
2	9-Aug-01	250	7.80	31.20	
		250	9.30	37.20	
		250	6.00	24.00	24.667
3	28-May-03	250	4.25	17.00	
		250	8.25	33.00	
		250	6.00	24.00	25.000
4	16-Jun-03	250	5.75	23.00	
		250	7.00	28.00	
		250	7.25	29.00	21.000
5	8-Jul-03	250	3.00	12.00	
		250	5.50	22.00	
		250	17.75	71.00	68.667
6	6-Nov-03	250	15.75	63.00	
		250	18.00	72.00	
		250	18.50	74.00	88.000
7	18-Jan-04	250	24.00	96.00	
		250	23.50	94.00	
		250	1.25	5.00	9.667
8	26-Mar-04	250	1.25	5.00	
		250	4.75	19.00	
		250	25.50	102.00	114.333
9	16-Jun-04	250	26.25	105.00	
		250	34.00	136.00	
		250	7.50	30.00	32.000
10	30-May-06	250	8.00	32.00	
		250	8.50	34.00	
		250	5.88	24.00	24.000
11	2-Aug-06	250	5.88	24.00	
		250	6.00	24.00	

		250	1.17	4.67	4.667
12	27-Dec-06	250	1.15	4.58	
		250	1.19	4.75	
		250	13.50	54.00	53.667
13	15-Aug-07	250	12.50	50.00	
		250	14.25	57.00	
		250	1.25	5.00	6.333
14	25-Jun-08	250	2.00	8.00	
		250	1.50	6.00	
		250	2.73	10.90	39.900
15	20-Dec-08	250	12.48	49.90	
		250	14.73	58.90	
		250	3.00	12.00	12.333
16	13-Mar-09	250	2.75	11.00	
		250	3.50	14.00	
		250	1.00	4.00	3.667
17	31-Jul-09	250	1.00	4.00	
		250	0.75	3.00	
		250	0.40	1.60	2.540
18	10-Feb-09	250	0.74	2.95	
		250	0.77	3.07	
		250	24.60	98.40	98.400
19	25-Mei-10	250	24.60	98.40	
		250	24.60	98.40	
		250	1.00	4.00	2.667
20	17-Aug-10	250	0.50	2.00	
		250	0.50	2.00	
		250	1.00	4.00	3.667
21	22-Jan-11	250	1.25	5.00	
		250	0.50	2.00	
		100	14.17	141.70	98.400
22	11-Jul-11	100	5.79	57.90	
		100	9.56	95.60	
		100	8.89	88.90	67.233
23	17-Sep-11	100	10.74	107.40	
		100	0.54	5.40	
		100	1.90	19.00	20.000
24	8-Aug-14	100	2.20	22.00	
		100	1.90	19.00	

		100	5.30	53.00	55.667
25	17-Dec-14	100	6.10	61.00	
		100	5.30	53.00	
		100	7.20	72.00	43.333
26	28-Jul-15	100	2.60	26.00	
		100	3.20	32.00	
		100	5.00	50.00	44.000
27	26-Nov-15	100	4.40	44.00	
		100	3.80	38.00	
		100	29.30	293.00	285.333
28	15-Jul-16	100	28.90	289.00	
		100	27.40	274.00	
		100	3.90	39.00	37.333
29	11-Jan-17	100	3.60	36.00	
		100	3.70	37.00	
		100	26.20	262.00	283.667
30	12-May-17	100	28.90	289.00	
		100	30.00	300.00	
		100	18.20	182.00	172.667
31	9-Aug-17	100	17.30	173.00	
		100	16.30	163.00	

Sumber : Hasil olah data

4. Data pengukuran debit air dan hasil analisa sedimen melayang Sungai Saddang (2001-2017)

No. Urut	Tanggal	Debit (Qw) / (m ³ /det)	Cs (mg/ltr)	Sedimen melayang (Qsm)(ton/tahun)
1	2	3	4	5
1	19-Jul-01	87.73	45.867	347.6714
2	9-Aug-01	148.29	36.133	462.9495
3	28-May-03	103.19	24.667	219.9185
4	16-Jun-03	37.23	25.000	80.4190
5	8-Jul-03	75.52	21.000	137.0144
6	6-Nov-03	29.22	68.667	173.3564
7	18-Jan-04	335.01	88.000	2547.1708
8	26-Mar-04	248.57	9.667	207.6048
9	16-Jun-04	268.60	114.333	2653.2987
10	30-May-06	426.83	32.000	1180.0996
11	2-Aug-06	11.57	24.000	23.9998
12	27-Dec-06	514.05	4.667	207.2650
13	15-Aug-07	59.38	53.667	275.3100
14	25-Jun-08	272.01	6.333	148.8455
15	20-Dec-08	494.44	39.900	1704.5127
16	13-Mar-09	486.17	12.333	518.0628
17	31-Jul-09	110.05	3.667	34.8638
18	10-Feb-09	92.87	2.540	20.3809
19	25-Mei-10	488.92	98.400	4156.6805
20	17-Aug-10	275.57	2.667	63.4904
21	22-Jan-11	284.04	3.667	89.9839
22	7-Nov-11	40.460	98.400	343.9812
23	17-Sep-11	20.880	67.233	121.2911
24	8-Aug-14	74.748	20.000	129.1645
25	17-Dec-14	74.775	55.667	359.6378
26	28-Jul-15	82.690	43.333	309.5914
27	26-Nov-15	17.415	44.000	66.2049
28	15-Jul-16	169.287	285.333	4173.3986
29	11-Jan-17	28.220	37.333	91.0264
30	12-May-17	171.680	283.667	4207.6708
31	9-Aug-17	261.920	172.667	3907.4273

Sumber : Hasil olah data

5. Hasil analisa sedimen melayang (Qsm) Sungai Saddang (2001-2017)

No. Urut	Tanggal	Debit (Qw) / (m ³ /det)	Cs (mg/ltr)	Sedimen melayang (Qsm) (ton/hari)	Log Qsm (Xi)	Log Qw (Yi)	Xi·Yi	Xi ²	Yi ²	Xi- \bar{X}	Yi- \bar{Y}	(Xi- \bar{X}) (Yi- \bar{Y})	(Xi- \bar{X}) ²	(Yi- \bar{Y}) ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	19-Jul-01	87.73	45.867	347.671	2.541	1.943	4.938	6.458	3.776	0.060	-1.202	-0.072	0.004	1.444
2	9-Aug-01	148.29	36.133	462.950	2.666	2.171	5.787	7.105	4.714	0.184	-0.974	-0.179	0.034	0.948
3	28-May-03	103.19	24.667	219.919	2.342	2.014	4.716	5.486	4.055	-0.139	-1.131	0.158	0.019	1.280
4	16-Jun-03	37.23	25.000	80.419	1.905	1.571	2.993	3.630	2.468	-0.576	-1.574	0.907	0.332	2.478
5	8-Jul-03	75.52	21.000	137.014	2.137	1.878	4.013	4.566	3.527	-0.345	-1.267	0.437	0.119	1.605
6	6-Nov-03	29.22	68.667	173.356	2.239	1.466	3.282	5.013	2.148	-0.243	-1.679	0.407	0.059	2.820
7	18-Jan-04	335.01	88.000	2547.171	3.406	2.525	8.601	11.601	6.376	0.925	-0.620	-0.573	0.855	0.384
8	26-Mar-04	248.57	9.667	207.605	2.317	2.395	5.551	5.370	5.738	-0.164	-0.749	0.123	0.027	0.562
9	16-Jun-04	268.60	114.333	2653.299	3.424	2.429	8.317	11.722	5.901	0.942	-0.716	-0.675	0.888	0.512
10	30-May-06	426.83	32.000	1180.100	3.072	2.630	8.080	9.437	6.918	0.590	-0.515	-0.304	0.349	0.265
11	2-Aug-06	11.57	24.000	24.000	1.380	1.063	1.468	1.905	1.131	-1.101	-2.081	2.292	1.213	4.332
12	27-Dec-06	514.05	4.667	207.265	2.317	2.711	6.280	5.366	7.350	-0.165	-0.434	0.072	0.027	0.188
13	15-Aug-07	59.38	53.667	275.310	2.440	1.774	4.327	5.953	3.146	-0.042	-1.371	0.057	0.002	1.881
14	25-Jun-08	272.01	6.333	148.846	2.173	2.435	5.290	4.721	5.927	-0.309	-0.710	0.219	0.095	0.505
15	20-Dec-08	494.44	39.900	1704.513	3.232	2.694	8.706	10.443	7.258	0.750	-0.451	-0.338	0.563	0.203
16	13-Mar-09	486.17	12.333	518.063	2.714	2.687	7.293	7.368	7.219	0.233	-0.458	-0.107	0.054	0.210
17	31-Jul-09	110.05	3.667	34.864	1.542	2.042	3.149	2.379	4.168	-0.939	-1.103	1.036	0.882	1.217

18	10-Feb-09	92.87	2.540	20.381	1.309	1.968	2.576	1.714	3.873	-1.172	-1.177	1.380	1.374	1.385
19	25-Mei-10	488.92	98.400	4156.680	3.619	2.689	9.732	13.095	7.232	1.137	-0.456	-0.518	1.293	0.208
20	17-Aug-10	275.57	2.667	63.490	1.803	2.440	4.399	3.250	5.955	-0.679	-0.705	0.478	0.461	0.497
21	22-Jan-11	284.04	3.667	89.984	1.954	2.453	4.794	3.819	6.019	-0.527	-0.692	0.365	0.278	0.478
22	7-Nov-11	40.46	98.400	343.981	2.537	1.607	4.076	6.434	2.583	0.055	-1.538	-0.085	0.003	2.365
23	17-Sep-11	20.88	67.233	121.291	2.084	1.320	2.750	4.342	1.742	-0.398	-1.825	0.726	0.158	3.331
24	8-Aug-14	74.75	20.000	129.165	2.111	1.874	3.955	4.457	3.510	-0.370	-1.271	0.471	0.137	1.616
25	17-Dec-14	74.78	55.667	359.638	2.556	1.874	4.789	6.532	3.511	0.074	-1.271	-0.095	0.006	1.616
26	28-Jul-15	82.69	43.333	309.591	2.491	1.917	4.776	6.204	3.677	0.009	-1.227	-0.011	0.000	1.507
27	26-Nov-15	17.42	44.000	66.205	1.821	1.241	2.260	3.316	1.540	-0.661	-1.904	1.258	0.436	3.625
28	15-Jul-16	169.29	285.333	4173.399	3.620	2.229	8.069	13.108	4.967	1.139	-0.916	-1.044	1.297	0.840
29	11-Jan-17	28.22	37.333	91.026	1.959	1.451	2.842	3.838	2.104	-0.522	-1.694	0.885	0.273	2.871
30	12-May-17	171.68	283.667	4207.671	3.624	2.235	8.099	13.134	4.994	1.143	-0.910	-1.040	1.305	0.828
31	9-Aug-17	261.92	172.667	3907.427	3.592	2.418	8.686	12.902	5.848	1.110	-0.727	-0.807	1.233	0.528
Jumlah (Σ)		5791.33	1824.807	28962.292	76.926	97.493	69.613	204.667	139.372	0.000	-33.350	5.423	13.776	42.531

Sumber : Hasil olah data

6. Perhitungan nilai $Q_{sm_{hit}}$ Sungai Saddang

$$Q_{sm_{hit}} = 0,842 (Q_w)^{1,030}$$

No. Urut	Tanggal	Debit (Q_w) / (m^3/det)	$Q_{sm_{hit}}$ (ton/hari)
1	2	3	3
1	19-Jul-01	87.73	84.482
2	9-Aug-01	148.29	145.063
3	28-May-03	103.19	99.852
4	16-Jun-03	37.23	34.941
5	8-Jul-03	75.52	72.391
6	6-Nov-03	29.22	27.224
7	18-Jan-04	335.01	335.834
8	26-Mar-04	248.57	246.957
9	16-Jun-04	268.60	267.475
10	30-May-06	426.83	430.997
11	2-Aug-06	11.57	10.488
12	27-Dec-06	514.05	521.972
13	15-Aug-07	59.38	56.509
14	25-Jun-08	272.01	270.981
15	20-Dec-08	494.44	501.474
16	13-Mar-09	486.17	492.837
17	31-Jul-09	110.05	106.696
18	10-Feb-09	92.87	89.582
19	25-Mei-10	488.92	495.709
20	17-Aug-10	275.57	274.627
21	22-Jan-11	284.04	283.330
22	7-Nov-11	40.46	38.067
23	17-Sep-11	20.88	19.259
24	8-Aug-14	74.75	71.634
25	17-Dec-14	74.78	71.660
26	28-Jul-15	82.69	79.485
27	26-Nov-15	17.42	15.975
28	15-Jul-16	169.29	166.262
29	11-Jan-17	28.22	26.265
30	12-May-17	171.68	168.683
31	9-Aug-2017	261.92	260.630

Sumber : Hasil olah data

7. Hasil perhitungan logaritma debit sedimen melayang Sungai Saddang

No. Urut	Tanggal	Sedimen melayang (Qsm)(ton/hari)	Log Qsm	Qsm _{hit} (ton/hari)	Log Qsm _{hit}	Delta
1	2	3	4	5	6	7
1	19-Jul-01	347.671	0.940	84.4821	1.9268	-0.987
2	9-Aug-01	462.950	1.030	145.0632	2.1616	-1.132
3	28-May-03	219.919	0.666	99.8525	1.9994	-1.333
4	16-Jun-03	80.419	0.258	34.9417	1.5433	-1.285
5	8-Jul-03	137.014	0.499	72.3913	1.8597	-1.361
6	6-Nov-03	173.356	0.601	27.2247	1.4350	-0.834
7	18-Jan-04	2547.171	1.765	335.8347	2.5261	-0.761
8	26-Mar-04	207.605	0.545	246.9576	2.3926	-1.848
9	16-Jun-04	2653.299	1.768	267.4759	2.4273	-0.660
10	30-May-06	1180.100	1.432	430.9974	2.6345	-1.202
11	2-Aug-06	24.000	-0.259	10.4882	1.0207	-1.280
12	27-Dec-06	207.265	0.682	521.9725	2.7176	-2.035
13	15-Aug-07	275.310	0.800	56.5098	1.7521	-0.952
14	25-Jun-08	148.846	0.547	270.9814	2.4329	-1.886
15	20-Des-08	1704.513	1.536	501.4748	2.7002	-1.164
16	13-Mar-09	518.063	1.065	492.8377	2.6927	-1.627
17	31-Jul-09	34.864	-0.068	106.6964	2.0281	-2.096
18	10-Feb-09	20.381	-0.349	89.5826	1.9522	-2.302
19	25-Mei-10	4156.680	1.987	495.7093	2.6952	-0.709
20	17-Aug-10	63.490	0.201	274.6278	2.4387	-2.238
21	22-Jan-11	89.984	0.375	283.3303	2.4523	-2.077
22	7-Nov-11	343.981	0.908	38.0670	1.5805	-0.673
23	17-Sep-11	121.291	0.553	19.2590	1.2846	-0.732
24	8-Aug-14	129.165	0.485	71.6341	1.8551	-1.370
25	17-Dec-14	359.638	0.930	71.6607	1.8553	-0.926
26	28-Jul-15	309.591	0.890	79.4856	1.9003	-1.010
27	26-Nov-15	66.205	0.205	15.9758	1.2035	-0.998
28	15-Jul-16	4173.399	1.993	166.2625	2.2208	-0.227
29	11-Jan-17	91.026	0.328	26.2655	1.4194	-1.091
30	12-May-17	4207.671	1.985	168.6838	2.2271	-0.242
31	9-Aug-17	3907.427	1.967	260.6308	2.4160	-0.449

Sumber : Hasil olah data

8. Data debit harian Sungai Saddang 2001

Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	90.51	296.18	133.92	175.37	499.7	398.05	187.61	156.31	15.58	329.71	44.32	343.67
2	95.54	344.1	111.3	229.31	467.5	277.6	158.52	259.94	14.11	418.91	55.57	234.77
3	104.96	466.2	81.17	192.29	394.29	176.78	145.68	158.09	11.92	235.36	94.46	170.82
4	122.42	275.29	76.26	258.62	424.06	158.41	133.95	-	11.2	130.31	140.87	134.26
5	207.89	209.4	158.89	500.1	316.55	157.07	122.34	-	9.05	86.21	76.04	108.56
6	363.21	182.32	107.35	502.18	266.08	149.94	111.6	-	11.92	86.99	64.31	104.2
7	244.35	158.43	91.89	371.9	238.01	139.49	101.36	-	9.76	68	67.73	107.52
8	258.06	164.84	139.23	420.42	246.64	151.68	97.01	-	16.33	55.76	78.79	124.85
9	211.55	150.58	105.95	549.77	350.15	273.65	93.38	-	11.92	100.98	110.28	114.99
10	159.35	137.96	125.51	317.08	252.43	345.98	89.74	-	9.05	90.01	117.77	111.85
11	135.02	123.74	247.2	548.16	206.53	492.55	86.46	-	18.58	93.26	195.7	118.66
12	119.4	115.34	317.48	512.35	182.88	272.31	83.19	-	29.54	83.7	319.46	246.68
13	123.52	104.52	270.92	476.19	170.38	239.33	79.82	-	33.66	92.42	334.29	177.5
14	125.66	99.11	158.41	420.07	160.59	361.86	-	-	41.41	87.55	341.2	111.04
15	95.78	104.14	117.29	603.42	175.5	292.41	-	33.66	18.58	157.11	298.96	100.62
16	118.15	95.2	94.2	603.66	167.48	322.54	-	32.83	13.37	121.85	265.39	123.61
17	188.6	87.87	103.36	379.32	163.32	347.98	-	32	12.64	61.24	226.72	142.54
18	177.07	88.08	107.18	349.95	203.94	304.91	-	32	8.34	59.86	261.52	159.23
19	239.45	94.51	88.9	259.99	194.46	252.56	-	27.92	7.63	79.1	310.89	172.03

20	323.29	114.55	82.91	247.25	163.43	238.36	-	27.12	5.52	147.66	224.85	167.87
21	266.78	127.63	79.71	214.87	156.85	426.65	-	25.53	4.14	113.94	182.93	200.86
22	241.05	112.52	91.43	228.82	142.58	296.54	71.45	23.96	2.08	77.07	179.28	227.23
23	195.09	99.1	82.85	196.67	128.82	205.41	70.79	23.96	2.08	99.29	157.71	217.56
24	185.62	108.59	98.68	242.09	117.64	171.21	68.91	21.63	11.2	170.9	153.73	197.88
25	218.57	117.1	148.23	215.25	196.38	152.68	61.13	22.4	23.96	158.46	135.34	210.68
26	274.27	122.2	177.16	261.17	213.29	167.97	59.22	20.09	14.84	101.38	194.4	199.62
27	211.81	113.84	191.79	220.05	155.72	222.28	95.18	19.33	11.2	67.24	200.5	335.63
28	270.58	108.21	315.33	387.4	132.81	237.63	113.35	17.82	20.1	55.43	244.63	516.19
29	381.1	-	202.37	619.19	130.67	279.29	212.88	19.33	20.86	53.39	207.95	603.38
30	409.01	-	201.39	659.88	152.96	223.67	131.11	19.33	204.57	48.6	220.25	567.29
31	324.42	-	166.43	-	215.35	-	89.69	17.07	-	45.56	-	397.26

Sumber : PU Hidrologi

9. Hasil perhitungan sedimen melayang pada Sungai Saddang Tahun 2001

$Q_{sm_{hit}} = a (Q_w)^b$ dimana $a = 0,842$ dan $b = 1,030$

Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	87.239	295.811	130.606	172.419	506.971	401.096	184.827	153.151	14.245	330.361	41.813	344.777
2	92.237	345.221	107.945	227.273	473.355	276.716	155.381	258.602	12.862	422.762	52.783	232.849
3	101.617	471.999	77.981	189.578	397.194	173.847	142.434	154.947	10.811	233.452	91.163	167.814
4	119.069	274.344	73.127	257.249	428.117	155.270	130.636	-	10.139	126.981	137.593	130.947
5	205.438	206.975	155.755	507.389	316.787	153.918	118.989	-	8.141	82.973	72.910	105.209
6	364.985	179.462	104.001	509.562	264.896	146.726	108.245	-	10.811	83.746	61.353	100.859
7	242.641	155.290	88.609	373.982	236.159	136.205	98.029	-	8.799	64.982	64.717	104.171
8	256.675	161.766	135.943	424.332	244.984	148.480	93.699	-	14.952	52.969	75.627	121.504
9	209.164	147.371	102.604	559.369	351.475	272.661	90.089	-	10.811	97.651	106.926	111.633
10	156.219	134.666	122.166	317.334	250.910	347.164	86.474	-	8.141	86.742	114.414	108.494
11	131.711	120.392	245.557	557.682	204.054	499.500	83.221	-	17.078	89.970	193.041	115.304
12	116.045	111.983	317.746	520.195	180.029	271.286	79.981	-	27.532	80.486	319.787	245.025
13	120.172	101.178	269.860	482.421	167.368	237.508	76.646	-	31.495	89.136	335.088	174.577
14	122.317	95.788	155.270	423.968	157.472	363.587	-	-	38.988	84.302	342.225	107.685
15	92.475	100.799	113.933	615.673	172.551	291.934	-	31.495	17.078	153.958	298.671	97.292
16	114.794	91.898	90.904	615.926	164.435	322.963	-	30.695	12.168	118.498	264.188	120.262
17	185.832	84.619	100.022	381.670	160.230	349.231	-	29.896	11.484	58.339	224.629	139.273
18	174.141	84.827	103.832	351.268	201.419	304.796	-	29.896	7.484	56.985	260.221	156.098
19	237.631	91.212	85.641	258.653	191.782	251.043	-	25.978	6.828	75.934	310.955	169.038
20	323.737	111.193	79.703	245.608	160.341	236.517	-	25.212	4.892	144.428	222.721	164.829

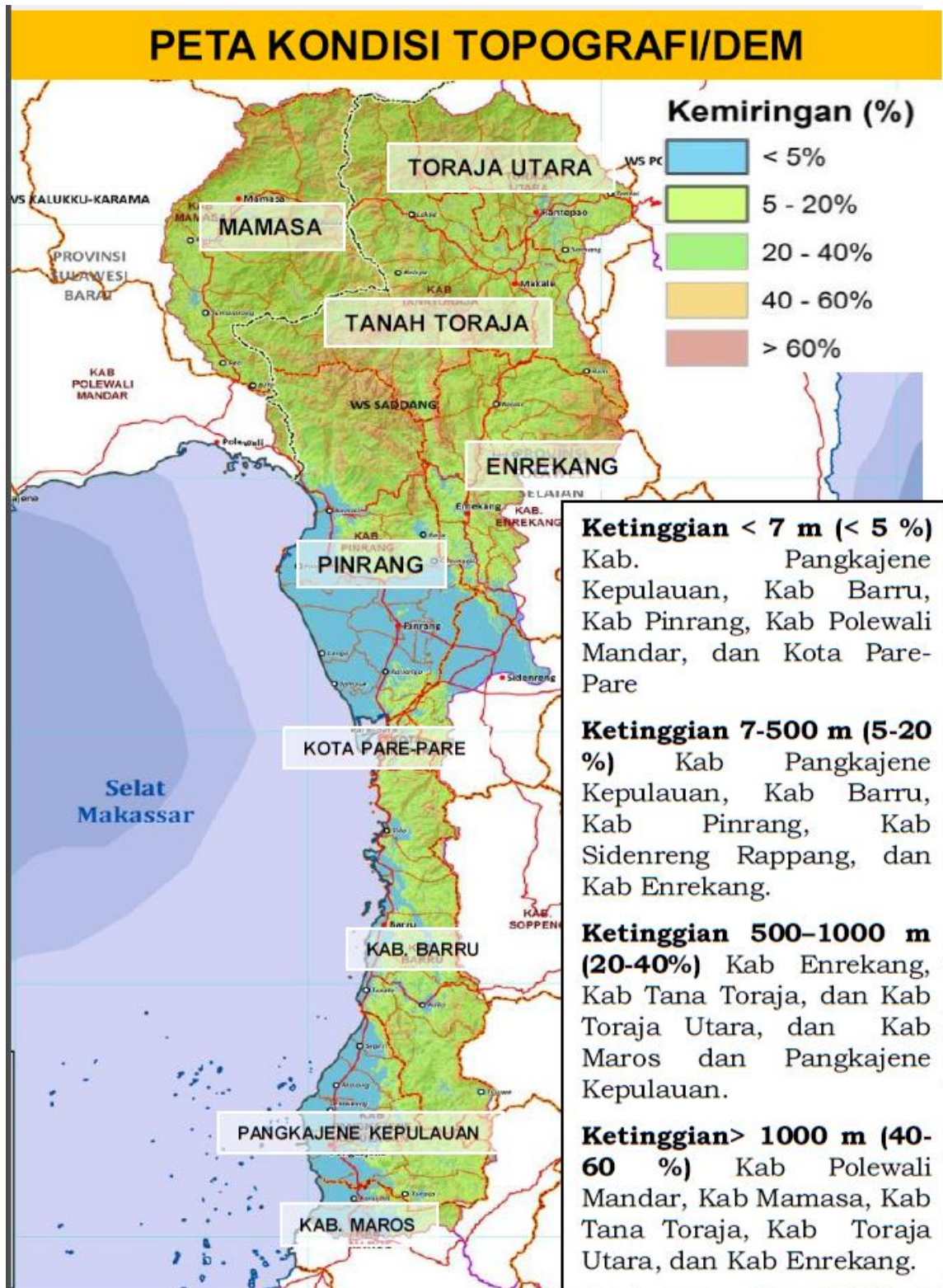
21	265.613	124.292	76.537	212.546	153.695	430.810	-	23.691	3.638	110.583	180.080	198.286
22	239.267	109.164	88.152	226.773	139.313	296.181	68.381	22.191	1.790	73.927	176.380	225.150
23	192.422	95.778	79.644	194.027	125.486	202.914	67.730	22.191	1.790	95.968	154.564	215.287
24	182.808	105.239	95.360	240.330	114.284	168.208	65.878	19.972	10.139	167.894	150.547	195.257
25	216.317	113.743	145.003	212.933	193.732	149.488	58.231	20.705	22.191	155.321	132.033	208.278
26	273.298	118.849	174.232	259.862	210.936	164.930	56.358	18.509	13.548	98.049	191.721	197.025
27	209.429	110.483	189.070	217.826	152.555	220.100	91.879	17.788	10.139	64.235	197.920	336.472
28	269.511	104.859	315.530	390.047	129.491	235.771	109.993	16.359	18.518	52.646	242.928	524.211
29	383.515	-	199.822	632.253	127.342	278.451	210.519	17.788	19.240	50.652	205.499	615.631
30	412.475	-	198.825	675.089	149.771	221.518	127.784	17.788	202.060	45.978	218.030	577.739
31	324.902	-	163.373	-	213.035	-	86.425	15.650	-	43.018	-	400.276
Jumlah	6423.696	4249.205	4386.754	11253.236	6940.168	7708.821	2391.829	952.503	587.794	3492.926	5440.527	6711.252
	60538.712											

Sumber : Hasil olah data

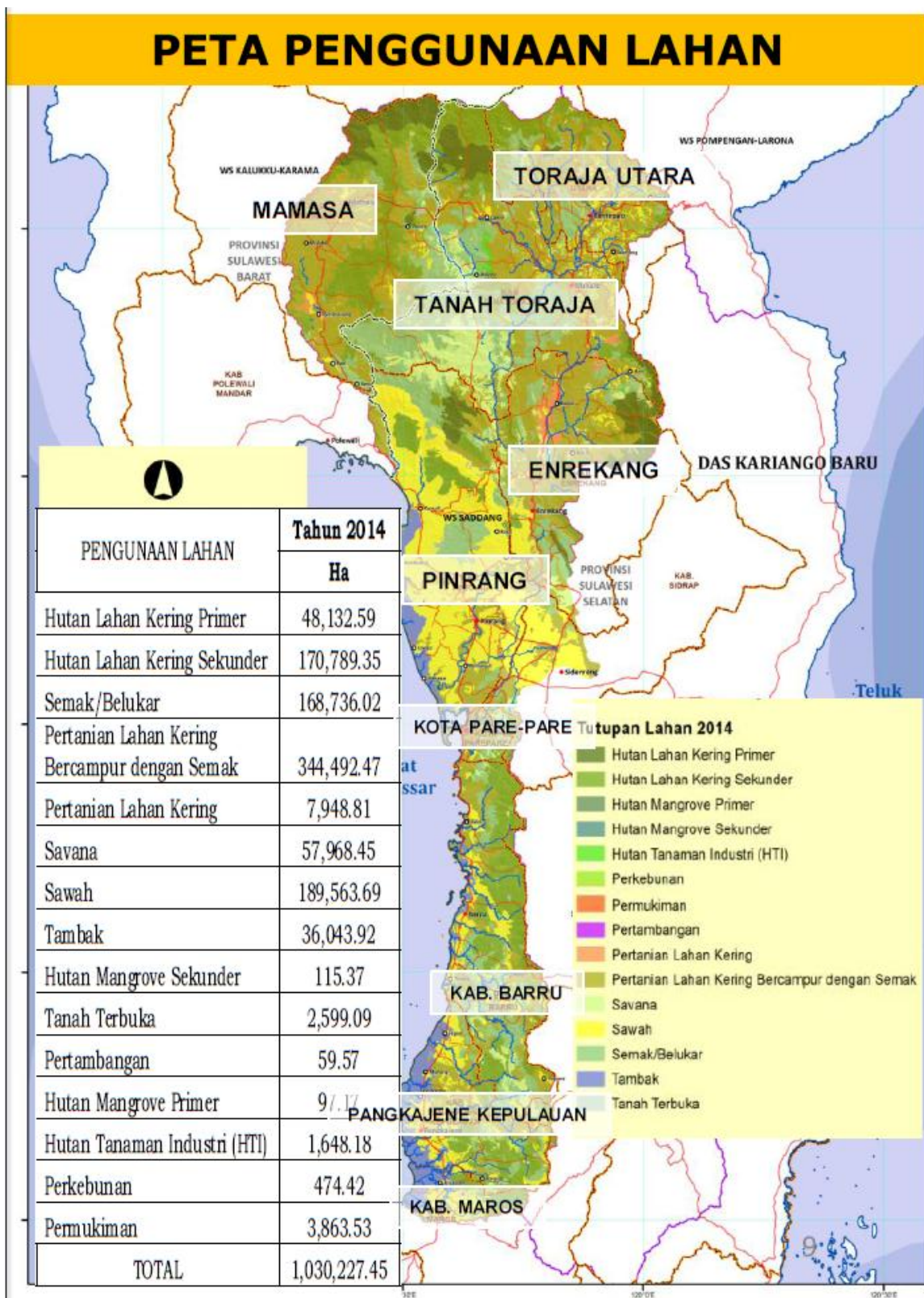
10. Perhitungan sedimen dasar

No.	Tahun	Debit (Qw) (m ³ /det)	Sedimen Melayang Qsm (ton/thn)	Sedimen Dasar Qsd = 20% x Qsm
1	2001	5089.722	60538.71	12107.74
2	2002	5392.643	64770.96	12954.19
3	2003	5732.492	68910.93	13782.19
4	2004	7163.517	86561.59	17312.32
5	2005	5693.208	67908.90	13581.78
6	2006	5909.153	70633.63	14126.73
7	2007	11614.692	141423.40	28284.68
8	2008	14068.583	172312.40	34462.48
9	2009	8090.391	97340.27	19468.05
10	2010	15711.523	192343.84	38468.77
11	2011	5045.721	60306.01	12061.20
12	2012	6313.468	75644.32	15128.86
13	2014	5906.729	70487.00	14097.40
14	2015	4621.491	55006.39	11001.28
15	2016	9707.472	116650.49	23330.10
Jumlah			1400838.833	280167.767
Rata - rata			93389.256	18677.851

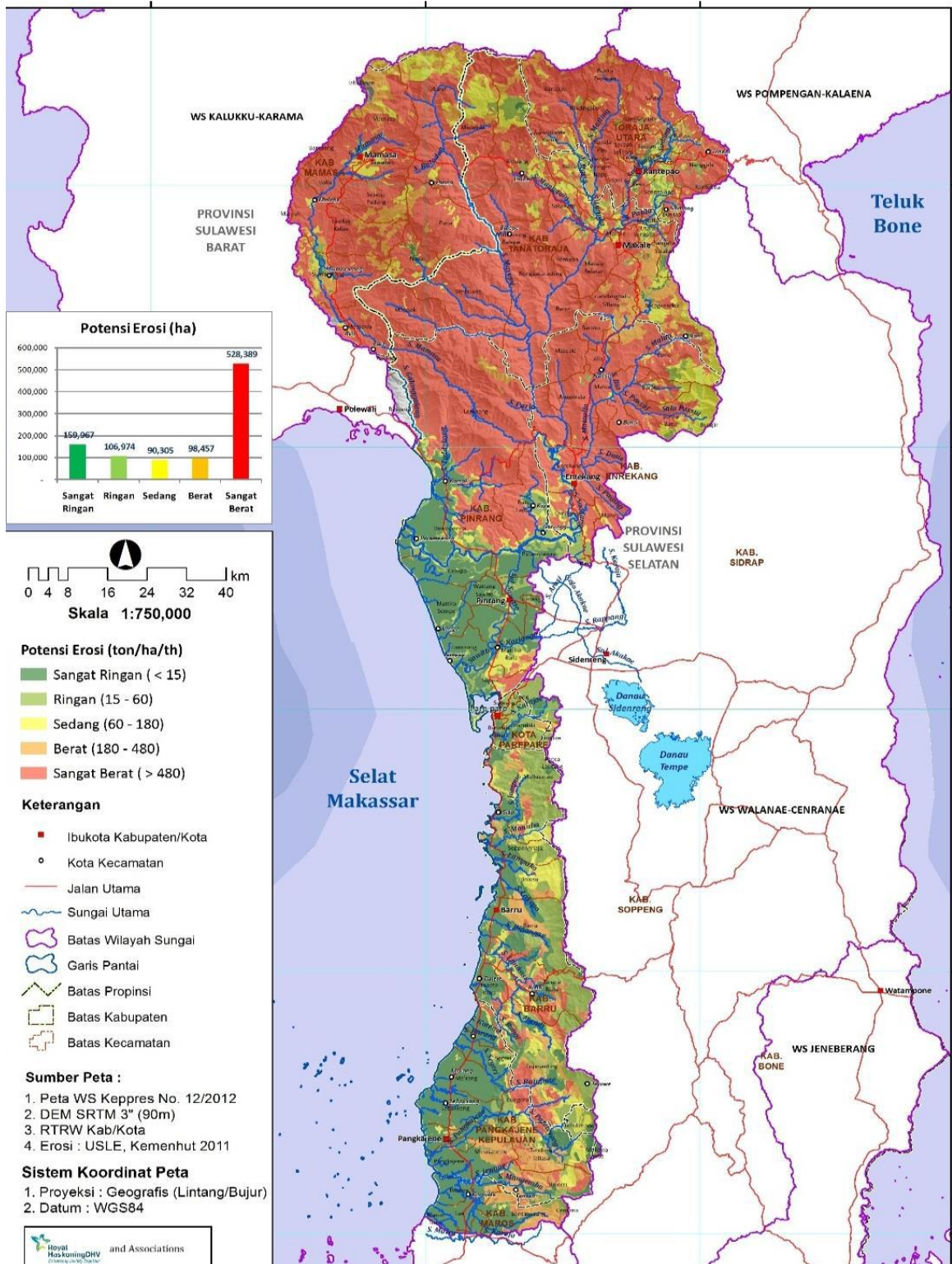
11. Peta Topografi Das Saddang



12. Peta Penggunaan Lahan



13. Peta Erosi dan Sedimentasi





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Pengujian : Kadar air

Tanggal Percobaan : 6 Mei 2018

Dikerjakan Oleh : Nurhidayah Basri dan Adi Purwanto

PENGUJIAN KADAR AIR

Nomor Tin Box		I A	I B	II A	II B	III A	III B
A	Berat Tin box gr	13	13	13	13	13	13
B	Berat Tin box + Tanah Basah gr	110	104	102	105	114	117
C	Berat Tin box + Tanah Kering gr	92	88	81	83	74	73
D	Berat Air = (B - C) gr	18	16	21	22	40	44
E	Berat Tanah Kering = (C-A) gr	79	74	68	70	61	60
F	Kadar Air (w) = (D)/(E)*100% %	22,78	21,62	30,88	31,42	65,57	73,33
G	Rata-rata (w) %	22,20		31,15		69,45	



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Pengujian : Analisa Saringan

Tanggal Percobaan : 6 Mei 2018

Dikerjakan Oleh : Nurhidayah Basri dan Adi Purwanto

ANALISA SARINGAN

No. Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	Σ Berat Tertahan	Persentase (%)	
					Berat Tertahan	Lolos
4	442	495	53	53	3,53	96,47
8	409	449	40	93	6,2	93,8
14	500	0	0	93	6,2	93,8
16	420	504	84	177	11,8	88,2
40	385	1135	750	927	61,8	38,2
50	370	739	369	1296	86,4	13,6
100	372	562	190	1486	99,06	0,94
200	244	246	2	1488	99,2	0,8
Pan	354	366	12	1500	100	0

Berat Tanah Kering sampel I = 1500 gram



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Pengujian : Analisa Saringan

Tanggal Percobaan : 6 Mei 2018

Dikerjakan Oleh : Nurhidayah Basri dan Adi Purwanto

ANALISA SARINGAN

No. Saringan	Berat Saringan	Brt Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	\sum Berat Tertahan	Persentase (%)	
					Berat Tertahan	Lolos
4	442	443	1	1	0,06	99,94
8	410	411	1	2	0,13	99,87
14	500	-	-	2	0,13	99,87
16	420	424	4	6	0,4	99,6
40	385	400	15	21	1,4	98,6
50	370	501	131	152	10,13	89,87
100	371	1618	1247	1399	93,26	6,74
200	245	301	56	1455	97	3
Pan	354	399	45	1500	100	0

Berat Tanah Kering sampel II = 1500 gram



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Pengujian : Analisa Saringan

Tanggal Percobaan : 6 Mei 2018

Dikerjakan Oleh : Nurhidayah Basri dan Adi Purwanto

ANALISA SARINGAN

No. Saringan	Berat Saringan	Brt Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	\sum Berat Tertahan	Persentase (%)	
					Berat Tertahan	Lolos
4	442	461	19	19	1,26	98,75
8	409	640	231	250	16,66	83,34
14	500	501	1	251	16,73	83,27
16	420	718	298	549	36,6	63,4
40	385	582	197	746	49,73	50,27
50	370	437	67	813	54,2	45,8
100	371	667	296	1109	73,93	26,07
200	244	469	225	1334	88,93	7
Pan	354	520	166	1500	100	0

Berat Tanah Kering sampel III = 1500 gram



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Pengujian : Berat Jenis

Tanggal Percobaan : 6 Mei 2018

Dikerjakan Oleh : Nurhidayah Basri dan Adi Purwanto

PENGUJIAN BERAT JENIS

Nomor Percobaan		I A	I B	II A	II B	III A	III B
A	Berat Piknometer, W1 gr	133	155	133	155	133	155
B	Berat Piknometer + Air, W2 gr	350	346	356	346	351	359
C	Berat Piknometer + Air + Tanah, W3 gr	379	380	379	379	380	384
D	Berat Tanah Kering, Ws gr	50	50	50	50	50	50
E	Temperatur, T (C°) gr	27°	27°	27°	26°	27°	27°
F	Faktor Koreksi, α	0,99832	0,99832	0,99832	0,99858	0,99832	0,99832
G	Berat Jenis, Gs ($W_s/(W_s+W_2-W_3) * \alpha$)	2,37	3,11	1,84	2,93	2,37	1,99
H	Berat Jenis Rata-rata, γ_s	2,74		2,38		2,18	

Dokumentasi

Dokumentasi Lapangan



Kondisi hilir bendung benteng pada saat pengambilan sampel sedimen dasar



Proses pengambilan sampel sedimen dasar pada hilir bendung Benteng



Proses pengukuran suhu air pada hilir bendung Benteng



Sampel sedimen dasar yang siap di uji di laboratorium



Proses pengambilan sampel sedimen dasar di bawah jembatan Lasape



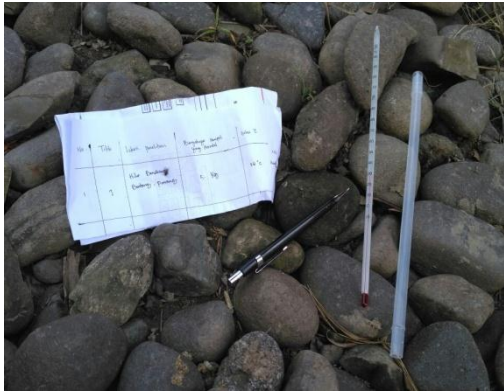
Proses pengambilan sampel sedimen dasar di sungai Saddang Desa Salipolo



Proses pengambilan sampel sedimen dasar di sungai Saddang Desa Salipolo



Sampel sedimen dasar yang siap di uji di laboratorium



Termometer yang digunakan untuk mengukur suhu dan alat tulis untuk mencatat



Proses penjemuran untuk mengeringkan sampel sedimen dasarsebelum di uji dilaboratorium



Proses penjemuran untuk mengeringkan sampel sedimen dasarsebelum di uji dilaboratorium

Dokumentasi Laboratorium



Mengisi tim box yang telah ditimbang kosong dengan sampel sedimen



Menimbang tim box yang telah diisi dengan sampel sedimen



Sampel di oven selama 24 jam kemudian di timbang kembali untuk mengetahui kadar airnya



Untuk analisa saringan sampel sedimen yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak 1500 gram



Sampel diayak menggunakan saringan dan mesin sieve shaker selama 15 menit



Mesin didiamkan selama 3 menit sebelum menimbang kembali saringan dengan sampel sedimen tertahan



Sampel sedimen lolos saringan no. 40



Sampel sedimen ditimbang sebanyak 50 gram untuk pengujian berat jenis



Labu ukur dibersihkan dan dikeringkan sebelum digunakan



Proses mengeluarkan sampel sedimen yang telah ditimbang dan diukur suhunya



Sampel sedimen dioven selama 24 jam



Sampel yang telah di oven ditimbang kembali untuk didapatkan datanya