

SKRIPSI

**STUDI KECEPATAN ALIRAN DAN SEDIMEN DASAR DI BENDUNG
KELARA
(LOKASI BENDUNG KELARA KAB. JENEPONTO)**



Oleh

RESA DARUSMAN USMANA

105811109817

DWI WAHYUNENGSIH

105811104917

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Resa Darusman Usmana** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11098 17** dan **Dwi Wahyunengsih** dengan nomor induk mahasiswa **105 81 11049 17**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/SK-Y/22202/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 15 Agustus 2024.

Panitia Ujian :

Makassar, 10 Safar 1446 H
15 Agustus 2024 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT

2. Penguji

a. Ketua : Prof. Dr. Eng. Ir. Farouk Maricar, MT., PU-SDA

b. Sekertaris : Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST., MT

3. Anggota

: 1. Ir. Muhammad Syafa'at S Kuba, ST., MT

2. Farida Gaffar, ST., MM., IPM

3. Indriyanti, ST., MT

Mengetahui :

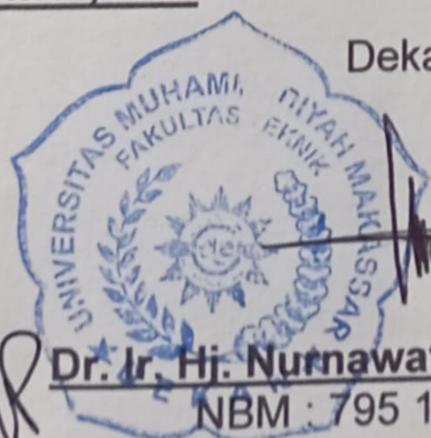
Pembimbing I

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

Pembimbing II

Kasmawati, ST., MT

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795 108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **STUDI KECEPATAN ALIRAN DAN SEDIMEN DASAR DI BENDUNG KELARA (LOKASI BENDUNG KELARA KABUPATEN JENEPONTO)**

Nama : **1. RESA DARUSMAN USMANA**
2. DWI WAHYUNENSIH

Stambuk : **1. 105 81 11098 17**
2. 105 81 11049 17



Makassar, Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Kasmawati, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Ir. M. Agusalm, ST., MT

NBM : 947 993

Studi Kecepatan Aliran dan Sedimen Dasar Di Bendung Kelara (Lokasi Bendung Kelara Kab. Jeneponto)

Study of Flow Velocity and Basic Sediment in Kelara Dam (Location of Kelara Dam, Jeneponto Regency)

Resa Darusman Usmana¹⁾, Dwi Wahyuningsih²⁾, Nenny³⁾ Kasmawati⁴⁾

*Corresponding author: E-mail: resadarusman999@gmail.com

- 1) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
- 2) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
- 3) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
- 4) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Sungai Kelara, hasil pengukuran data-data di lapangan yang terdapat di Sungai Kelara Kabupaten Jeneponto dengan melakukan secara langsung. Pengukuran dilakukan di dua bagian yaitu daerah hulu dan hilir sungai. Adapun data yang diambil antara lain data lebar sungai, data kecepatan aliran dan data sedimen dasar sungai. Data sedimen dasar sungai yang diambil sampelnya kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian. Dari data-data di atas analisis yang telah kami lakukan dapat dilihat bahwa pada perhitungan angkutan sedimen dasar dengan metode Meyer Peter Muller dan Einstein mendapatkan hasil yang berbeda dikarenakan oleh nilai parameter yang digunakan dalam menghitung intensitas sedimen. Dari data-data di atas analisis yang telah kami lakukan dapat dilihat bahwa pada perhitungan angkutan sedimen dasar dengan metode Meyer Peter Muller dan Einstein mendapatkan hasil yang berbeda dikarenakan oleh nilai parameter yang digunakan dalam menghitung intensitas sedimen. Pada penelitian ini, pengambilan data hanya pada saat siang hari. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengambil data dalam waktu 34 jam atau lebih sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dengan keadaan yang terjadi di lapangan. Berdasarkan data pengukuran aliran sungai dan kadar sedimen dasar menggunakan metode Meyer Peter Muller sebesar 510,51 ton/tahun, perhitungan sedimen dasar menggunakan metode Einstein 56,02 ton/tahun, dan perhitungan berdasarkan data lapangan sebesar 515,20 ton/tahun. Metode yang mendekati data lapangan yaitu metode MPM.

Kata Kunci : Kecepatan Aliran, Transpor Sedimen

This research was conducted in the Kelara River, the results of measuring data in the field in the Kelara River, Jeneponto Regency by doing it directly. Measurements are carried out in two parts, namely the upstream and downstream areas of the river. The data taken included river width data, flow velocity data and riverbed sediment data. The riverbed sediment data taken from the samples was then taken to the laboratory for testing. From the above data, the analysis that we have carried out can be seen that in the calculation of the basic sediment transport with the Meyer method, Peter Muller and Einstein get different results because of the value of the parameters used in calculating the sediment intensity. The value of the parameters used in calculating the sediment intensity. In this study, the data was collected only during the daytime. For further research, it is recommended to take data within 34 hours or more so that the results obtained are more accurate with the situation that occurs in the field. Based on the data of river flow and bottom sediment content using the Meyer Peter Muller method of 510.51 tons/year, the calculation of bottom sediment using the Einstein method is 56.02 tons/year, and the calculation based on field data is 515.20 tons/year. The method that approaches field data is the MPM method.

Keywords: Flow Velocity, Sediment Transport

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam tak henti-hentinya curahkan kepada Baginda Rasullah SAW beserta keluarga dan kerabatnya. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah “ **Studi Kecepatan Aliran Dan Sedimen Dasar Di Bendung Kelara (Lokasi Bendung Kelara Kab Jeneponto)** ” Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU.** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu **Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM.** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
3. Bapak **Ir.M.Agusalim, ST., MT.** sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan Ibu

Kasmawati, ST., MT. sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Pengairan
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

4. Ibu **Dr.Ir.Nenny, ST., MT., IPM.** selaku pembimbing I dan Ibu **Kasmawati, ST., MT.** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan arahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan support dan kasih sayang, doa kepada penulis.
7. Saudara serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan Akurasi 2017 yang dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Pada akhir penulis tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. *Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Makassar, 2024

penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL	5
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	6
BAB I PENDAHULUAN.....	8
A . Latar Belakang.....	8
B. Rumusan Masalah.....	11
C. Tujuan Penelitian.....	11
D. Manfaat Penelitian.....	11
E. Batasan Masalah	12
F. Sistematika Penulisan	12
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	14
A. Daerah Aliran Sungai (DAS)	14
B. Karakteristik Aliran	14
C. Sedimentasi	15
1. Pengertian Sedimen.....	15
2. Pengertian Sedimentasi	15

3.	Faktor-Faktor Pengaruh Sedimentasi	16
4.	Angkutan Sedimen (Transport Sedimen)	17
D.	Perkiraan Muatan Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>)	19
E.	Ukuran Butiran Sedimen	25
F.	Volume Sedimen Dan Berat Jenis Sedimen	26
BAB III METODE PENELITIAN		28
A.	Lokasi Penelitian	28
B.	Waktu Penelitian	29
C.	Alat Dan Bahan Penelitian	29
1.	Alat yang digunakan saat penelitian	29
2.	Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini.....	29
D.	Metode Penelitian	29
E.	Data Penelitian	29
F.	Tahapan penelitian	30
G.	Analisa Karakteristik Aliran	31
H.	Perkiraan Muatan Sediemen Dasar (Bed Load)	32
I.	Bagan Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
A.	Analisa Karakteristik Aliran	35
B.	Volume Sedimen Dan Berat Jenis Sedimen	49

C. Perkiraan Muatan Sedimen Menggunakan Metode Pendekatan.....	54
D. Pembahasan	69
BAB V PENUTUP.....	73
A. Kesimpulan.....	73
B. SARAN	73
LAMPIRAN.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	85



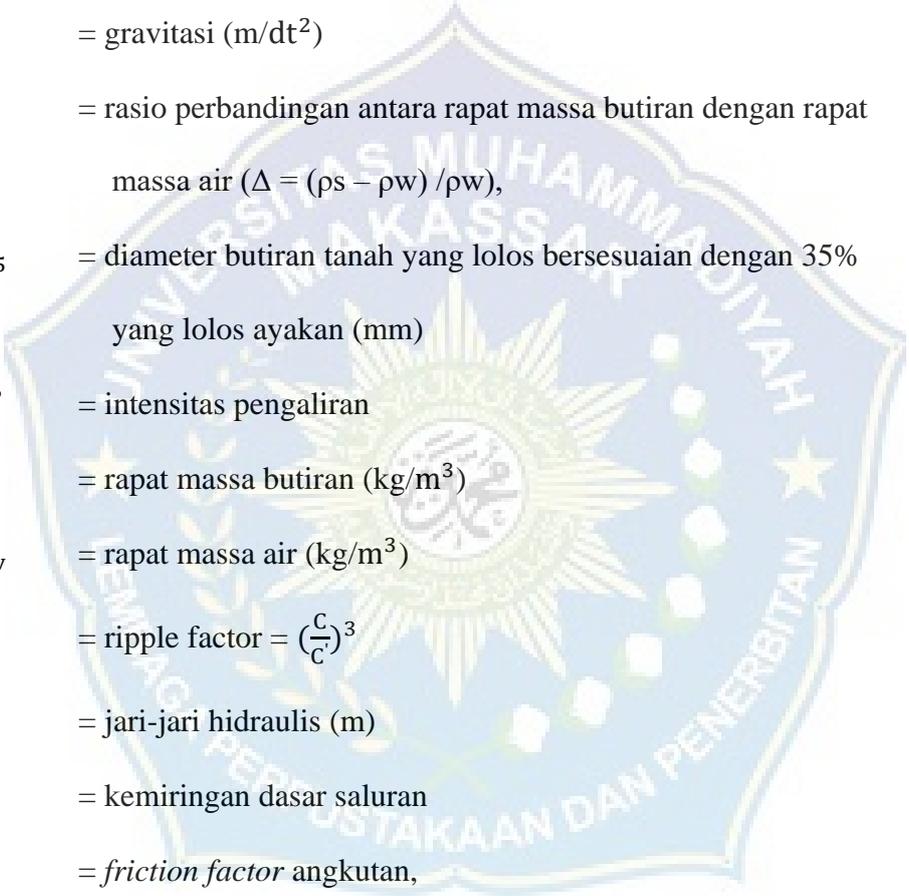
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Penelitian dibendung kelara.....	9
Gambar 1.2. Tampak samping lokasi bendung kelara.....	10
Gambar 2.1. Pergerakan Sedimen.....	18
Gambar 2.2. Grafik hubungan debit sungai (Q_w) dan debit sedimen (Q_{sm})	23
Gambar 3.1 Lokasi penelitian	28
Gambar 3.2. Flowchart.	34
Gambar 4.1 Potongan penampang sungai bagian hulu bendung kelara.	35
Gambar 4.2. potongan Penampang Sungai bagian hilir Bendung kelara.....	42
Gambar 4.3. Grafik metode pendekatan	68
Gambar 5.1. peta administrasi Pada DAS Kelara Karalloe	84
Gambar 5.2. Peta Lokasi Penelitian Bendung Kelara.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi kondisi dasar sungai (Mardjikoen, 1987)	19
Tabel 2.2. Klasifikasi ukuran butiran menurut America Geophysical Union	25
Tabel 2.3. Berat jenis tanah.....	27
Tabel 4.1. Hasil perhitungan dibagian hulu bendung kelara.....	40
Tabel 4.2. kecepatan aliran pada bagian hulu bendung Kelara	40
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan dibagian hilir bendung Kelara.....	47
Tabel 4.4. Kecepatan aliran pada bagian hilir bendung Kelara	47
Tabel 4.5. Berat jenis sedimen dasar hulu bendung Kelara.....	50
Tabel 4.6. Perhitungan sedimen dasar bagian hulu bendung Kelara	52
Tabel 4.7. Berat jenis sedimen dasar hilir bendung Kelara.	52
Tabel 4.8. Perhitungan sedimen dasar bagian hilir bendung Kelara.....	54
Tabel 4.9. Rekapitulasi debit sedimen dasar (bed load) berdasarkan pendekatan .	68
Tabel 4.10. Perbandingan Variabel metode MPM dan Einstein.....	69

DAFTAR NOTASI SINGKATAN



DAS	= Daerah Aliran Sungai
Q_b	= volume angkutan sedimen dasar ($m^3/dt/m$)
ϕ	= insensitas muatan sedimen dasar
g	= gravitasi (m/dt^2)
Δ	= rasio perbandingan antara rapat massa butiran dengan rapat massa air ($\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$),
d_{35}	= diameter butiran tanah yang lolos bersesuaian dengan 35% yang lolos ayakan (mm)
Ψ'	= intensitas pengaliran
ρ_s	= rapat massa butiran (kg/m^3)
ρ_w	= rapat massa air (kg/m^3)
μ	= ripple factor = $(\frac{C}{C'})^3$
R	= jari-jari hidraulis (m)
I	= kemiringan dasar saluran
C	= <i>friction factor</i> angkutan,
C'	= <i>friction factor</i> intensif.
U^*	= kecepatan rata-rata (m/dt),
d_{90}	= diameter butiran lolos saringan 90%.
d_{65}	= diameter butiran lolos saringan 65 % (mm)
Q_s	= debit sedimen suspend (ton/hari)
C_s	= konsentrasi sedimen suspend (gr/ltr)

Q_w	= debit aliran (m^3/dt)
K	= konstanta (0,0864) konversi dari satuan berat, volume, waktu.
Q	= debit aliran (m^3/dt)
V	= kecepatan rata – rata (m/det)
A	= luas penampang saluran (m^2)
Δh	= beda tinggi muka air hulu dan hilir sungai (m)
h_1	= tinggi muka air di hulu sungai (m)
h_2	= tinggi muka air di hilir sungai (m)
L	= panjang bagian sungai (m)
K	= Faktor frekuensi, yang merupakan fungsi dari kala ulang dan koefisien kemencengan.
S_i	= Standar deviasi
Q_p	= Debit puncak banjir (m^3/det)
A	= Luas daerah aliran sungai (km)
$S/hari$	= jumlah sedimen yang terangkut persatuan hari

BAB I

PENDAHULUAN

A . Latar Belakang

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alami, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Sungai juga merupakan bagian dari muka bumi yang karena sifatnya menjadi tempat air mengalir. Sifat yang dimaksud adalah bagian permukaan bumi yang paling rendah jika dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Sungai dibentuk dengan dua hal yaitu air dan sedimentasi. Transportasi sedimen, sebagai proses alami yang melibatkan pergerakan material sedimen di sepanjang sungai, dapat memberikan dampak yang cukup berpengaruh terhadap morfologi sungai. Masalah yang terjadi di alur sungai adalah degradasi dan erosi bantaran sungai dalam beberapa tahun terakhir yang menyebabkan pergerakan sedimen di alur sungai.

DAS Kelara Merupakan mencakup dua wilayah Kabupaten yaitu Kabupaten Jeneponto di bagian tengah sampai ke hilir dan Kabupaten Gowa di bagian hulu. Secara administrasi pada bagian hilir sungai Kelara berada di Kecamatan Binamu, pada bagian tengah terletak di Kecamatan Kelara, dan Kecamatan Rumbia. Wilayah Kabupaten Gowa yang masuk dalam DAS Kelara Karalloe adalah Kecamatan Biringbulu, Kecamatan Bungaya, Kecamatan Bontolempangan, dan Kecamatan Tompobulu.



Gambar 1.1 Kondisi lokasi penelitian bendung kelara

Pada Bagian Hulu, topografi sering kali lebih curam, dan kemiringan sungai dapat lebih tinggi. Hal ini dapat menyebabkan kecepatan aliran yang lebih tinggi dan potensi terjadinya erosi. Aliran air di bagian hulu cenderung memiliki kecepatan yang lebih tinggi karena adanya ketinggian yang lebih signifikan. Kecepatan tinggi aliran ini dapat menciptakan kondisi hidrolika yang dinamis dan dapat memengaruhi sedimentasi. Sedimen yang terbentuk di hulu sungai akan diangkut oleh aliran air menuju bagian hilir. Selama perjalanan ini, sedimen dapat mengalami transportasi dalam bentuk partikel yang membawa material dari hulu ke hilir.

Pada Bagian Hilir, seringkali memiliki topografi yang lebih datar dibandingkan dengan bagian hulu, Kecepatan Aliran Menurun Aliran air cenderung melambat di bagian hilir karena adanya penurunan elevasi dan peningkatan luas alur sungai. Hal ini dapat menciptakan kondisi hidrolika yang lebih tenang. Sedimen yang terbentuk di hulu sungai akan diangkut oleh aliran air menuju bagian

hilir. Selama perjalanan ini, sedimen dapat mengalami transportasi dalam bentuk partikel yang membawa material dari hulu ke hilir.



Gambar 1.2 Tampak samping lokasi bendung kelara

Sedimentasi di lapangan pada akumulasi endapan material padat, seperti pasir, lumpur, dan batuan kecil, di suatu tempat tertentu, khususnya di sekitar atau di bagian hulu bendungan. Sedimentasi dapat terjadi sebagai hasil dari berbagai sedimentasi dilapangan. Pendangkalan di dasar sungai atau perairan dapat menyebabkan penurunan kapasitas aliran. Hal ini dapat memperlambat laju aliran air dan mengurangi daya angkut yang dibutuhkan untuk mengangkut sedimen. Pendangkalan dapat merubah pola aliran air di sepanjang sungai. Penumpukan sedimen di saluran sungai dapat menyumbat atau menghalangi saluran air. Hal ini dapat menciptakan rintangan fisik bagi aliran air, menyebabkan perubahan alur sungai dan mengurangi kemampuan saluran untuk mentransportasi sedimen. Pendangkalan dapat menyebabkan pembentukan delta atau dataran banjir di muara

sungai. Hal ini dapat menciptakan daerah dengan kecepatan aliran yang lebih lambat, memungkinkan sedimen untuk mengendap dan membentuk lapisan baru.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penulis tertarik untuk mengkajinya lebih mendalam, dengan judul penelitian **“Studi Kecepatan Aliran Dan Sedimen Dasar Di Bendung Kelara (Lokasi Bendung Kelara Kab Jeneponto)”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dan latar belakang yang telah dikemukakan maka dapat diidentifikasi permasalahan antara lain :

1. Bagaimana kecepatan aliran ?
2. Seberapa besar sedimen dasar dengan menggunakan metode Meyer Peter Muller dan Einstein ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian tersebut adalah:

1. Untuk menganalisis kecepatan aliran.
2. Untuk membandingkan sedimen dasar dengan menggunakan metode Meyer Peter Muller dan Einstein.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan tentang tingkat sedimentasi dibendung Kelara

2. Diharapkan menjadi bahan pertimbangan bagi Dinas Pekerjaan Umum Pengairan khususnya BBWS Pompean Jeneberang

E. Batasan Masalah

Agar pembahasan tugas akhir ini tidak terlalu meluas dan lebih fokus pada masalah yang dihadapi maka penulis membuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian ini dilakukan dibendung kelara Kab. Jeneponto
2. Pengambilan data ini diambil adalah data primer dan sekunder
3. Data primer yaitu data yang langsung di dapatkan di lapangan seperti: sampel sedimen dasar, dan data kecepatan aliran sedangkan data sekunder adalah data yang tidak di dapatkan dilapangan melainkan data yang didapatkan dari berbagai sumber seperti: peta lokasi
4. Menentukan angkutan sedimen dasar menggunakan metode *Einsten dan Mayer -Peter Muller*.
5. Analisa transport sedimen hanya membahas ukuran butiran sedimen, volume sedimen, dan Sediemen dasar sungai.
6. Hidrolika sungai hanya membahas kecepatan aliran

F. Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN. Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA. Dalam bab ini berisikan kajian literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian

BAB III METODE PENELITIAN. Dalam bab ini menjelaskan secara lengkap lokasi penelitian, waktu penelitian, langkah-langkah penelitian, metode penelitian, prosedur penelitian serta bagan alir penelitian

BAB IV HASIL PEMBAHASAN. Dalam bab ini membahas tentang hasil dan pembahasan yang menguraikan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat deskripsi sistematis tentang data yang diperoleh. Sedangkan pada pembagian pembahasan adalah mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN. Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisa perhitungan dan saran-saran berhubungan dengan penelitian ini.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Wilayah aliran sungai atau DAS adalah suatu wilayah yg dikelilingi, dibatasi oleh topografi berupa punggung bukit atau pegunungan berfungsi untuk mengumpulkan, menerima air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar di suatu titik (outlet) (Supirin, 2002). Pada daerah aliran sungai dikenal dua bagian, yaitu hulu (pemberi air) dan hilir (penerima air). Fungsi dari daerah aliran sungai adalah sebagai areal penangkapan air (catchment area), penyimpanan air (water storage), serta penyalur air (distribution water).

B. Karakteristik Aliran

1. Kecepatan aliran

Pengukuran kecepatan aliran dapat dilakukan secara langsung menggunakan alat current meter.

2. Debit aliran

Luas penampang saluran (A) dan kecepatan aliran (U) adalah parameter penting dalam menghitung besarnya debit suatu aliran, setelah kedua parameter tersebut diketahui barulah dapat dicari besarnya debit aliran sungai. Sampai parameter tersebut diketahui barulah dapat dicari besarnya debit aliran sungai.

Sehingga persamaan yang digunakan untuk menghitung debit aliran sungai adalah (Utami, 2020):

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m^3/dt)

V = kecepatan rata – rata (m/det)

A = luas penampang saluran (m^2)

C. Sedimentasi

1. Pengertian Sedimen

Sedimen adalah suatu pecahan material yang biasanya terdiri dari pecahan batuan-batuan yang diakibatkan oleh proses erosi. Pertikel seperti ini biasa memiliki ukuran dari yang besar (boulder), sampai pertikel yang sangat halus (koloid). Biasanya hasil sedimen diperoleh dari pengkuran sedimen terlarut dalam sungai atau biasanya di sebut (suspended sediment) Dengan kata lain, sedimen adalah pecahan, mineral, atau bahan organik yang ditransforkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh udara, angin, atau air. Menurut (Soemarto 1995) Sedimen adalah hasil proses baik proses erosi permukaan, erosi parit dan jenis erosi tanah lainnya. Sedimen biasanya mengendap dibawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk. (Basri and Purwanto 2018)

2. Pengertian Sedimentasi

Proses pengendapan hasil erosi tersebut disebut sedimentasi. Biasanya pertikel yang bergerak menggunakan cara bergulung, meluncur serta meloncat dikatakan sebagai angkutan muatan sedimen dasar (bed-load transport), sedangkan

pertikel yang melayang dikatakan sebagai angkutan sedimen melayang (suspended load transport). Sedimentasi merupakan proses pengendapan suatu material yang disebabkan oleh angin, erosi air, gelombang. Material yang dihasilkan dari erosi yang terbawa oleh aliran air akan diendapkan dari tempat yang tinggi lebih rendah. Besarnya volume sedimen tergantung dari perubahan kecepatan aliran, karena perubahan pada musim penghujan dan kemarau, serta perubahan kecepatan yang disebabkan oleh aktivitas manusia. (menurut Kusnan). Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya sedimentasi.

3. Faktor-Faktor Pengaruh Sedimentasi

Proses terjadinya sedimentasi merupakan bagian dari proses erosi tanah. Timbulnya bahan sedimen adalah sebagai akibat terjadinya erosi tanah. Proses ini terjadi karena disebabkan oleh air maupun angin. Proses erosi dan sedimentasi di Indonesia yang lebih berperan adalah faktor air, sedangkan faktor angin relatif kecil. (*Pangestu and Haki 2013*).

Ada tiga faktor yang mempengaruhi terjadinya sedimentasi di daerah pengaliran sungai menurut (Sasrodarsono, 1989):

a. Cakupan areal daerah erosi

Kapasitas sedimen yang dihayutkan oleh erosi biasanya berbanding lurus dengan luas daerah pengalirannya

b. Kondisi geologi daerah pengaliran

Struktur geologi yang membentuk daerah pengaliran dan daerah penyebarannya, tingkat pelapukan serta daya tahan batuan terhadap pengaruh cuaca dan karakteristik geologinya

c. Kondisi topografi

Menyangkut elevasi suatu daerah, kondisi perbukitan atau pengunungan beserta kemiringannya

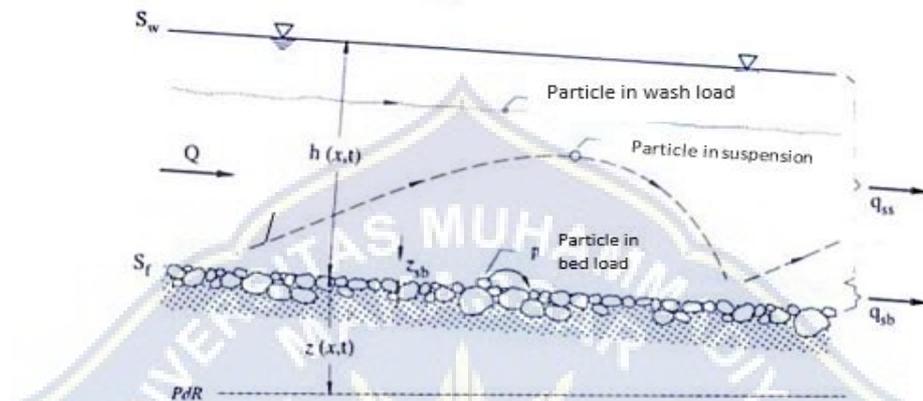
4. Angkutan Sedimen (Transport Sedimen)

Akibat adanya aliran air di sungai seringkali diikuti dengan pergerakan material padat yang dikenal sebagai transport sedimen. Transport sedimen biasa berkaitan dengan aliran air yang menyebabkan erosi atau pengikisan. Dua hal inilah yang mempengaruhi perubahan pada morfologi sungai. Transport sedimen pada bagian sungai terdiri dari tiga macam (Mulyanto, 2007) yaitu:

- a. “Suspended load” atau sedimen melayang terdiri atas pasir halus yang melayang di dalam aliran air. Pengaruh sedimen ini terhadap sifat-sifat sungai tidak begitu besar. Tetapi jika terjadi perubahan kecepatan aliran, maka dapat berubah menjadi angkutan jenis ketiga. Gaya gerak bagi angkutan jenis ini adalah turbulensi aliran dan kecepatan aliran itu sendiri.
- b. “Bed load”, tipe kedua dari angkutan sedimen merupakan angkutan dasar di mana material dengan besar butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir, menggelinding di dalam dasar sungai; gerakannya mencapai kedalaman tertentu dari lapisan. Penggerakannya disebabkan oleh gaya seret dari lapisan dasar sungai

- c. “Wash load” atau muatan bilas adalah angkutan partike halus yang berupa lempung (silk) dan debu (dust) yang ikut tebawa masuk kedalam sungai dan melayang sampai mencapai laut atau genangan air lainnya

Adapun gambaran pergerakan sedimen ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2.1 Pergerakan Sedimen (<https://tekniksipilunsa.ac.id>)

Prinsip dasar angkutan sedimen adalah untuk mengetahui bagaimana sedimen bertindak dalam kondisi tertentu, apakah terjadi erosi, sedimentasi, atau keadaan seimbang. Selain itu, memprediksi jumlah sedimen yang diangkut selama proses tersebut. Gaya geser aliran dan diameter butiran sedimen menentukan jumlah proses alami ini. Angkutan sedimen dapat mengubah dasar sungai. Pada ruas sungai yang dibatasi oleh tampang 1 dan 2, angkutan sedimen mengalami erosi dan pengendapan, tergantung pada besar kecilnya angkutan sedimen yang dijelaskan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1. Klasifikasi Kondisi Dasar Sungai (Mardjikoen, 1987)

Angkutan Sedimen, (T)	Perubahan Daasar Sungai	
	Sedimen	Dasar
T1 = T2	Seimbang	Stabil
T1 < T2	Erosi	Degradasi
T1 > T2	Sedimen	Agradasi

D. Perkiraan Muatan Sedimen Dasar (*Bed Load*)

Angkutan sedimen dasar (*Bed Load*) adalah suatu pertikel yang bergerak di dasar saluran dengan cara berguling, melompat, dan meluncur. Berikut metode pendekatan empirik yang biasa digunakan dalam memprediksi angkutan dasar (*bed load*). (Sumardi, Hendratta, and Halim 2018)

a. Meyer-Peter dan Muller

M.P.M (1948) melakukan percobaan berulang kali pada flume dengan coarse-sand dan menemukan hubungan empiris antara ϕ dan Ψ' sebagai berikut:

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

$$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

Q_b = volume angkutan sedimen dasar ($m^3/dt/m$)

ϕ = insensitas muatan sedimen dasar

g = gravitasi (m/dt^2)

Δ = rasio perbandingan antara rapat massa butiran dengan rapat massa air ($\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$),

d_{35} = diameter butiran tanah yang lolos bersesuaian dengan 35% yang lolos ayakan (mm)

Ψ' = intensitas pengaliran

ρ_s = rapat massa butiran (kg/m^3)

ρ_w = rapat massa air (kg/m^3)

Intensitas pengaliran dirumuskan sebagai berikut : (Priyantoro, 1987)

$$\Psi = U^2 / \Delta \cdot g \cdot D_{35} \dots\dots\dots(5)$$

atau

$$\Psi = \frac{\mu \cdot g \cdot R \cdot I}{\Delta \cdot D_{35}} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Ψ' = intensitas pengaliran

g = gravitasi (m/dt^2)

μ = ripple factor = $(\frac{c}{c'})^3$

R = jari-jari hidraulis (m)

I = kemiringan dasar saluran

d_{35} = diameter butiran tanah yang lolos bersesuaian dengan 35%

yang lolos ayakan (mm)

C = friction factor angkutan,

C' = riction factor intensif.

Sedangkan untuk mencari friction factor angkutan (C) dan friction factor intensif (C') adalah :

$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}} \dots \dots \dots (7)$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \cdot R}{D_{90}} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

U^* = kecepatan rata-rata (m/dt),

R = jari-jari hidraulis (m)

I = kemiringan dasar saluran

d_{90} = diameter butiran lolos saringan 90%.

Untuk menentukan jumlah sedimen yang terangkut permeter persatuan waktu dapat di hitung dengan rumus :

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{55}^3)^{1/2} \right) \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

Φ = insensitas muatan sedimen dasar

g = gravitasi (m/dt^2)

Δ = rasio perbandingan antara rapat massa butiran dengan rapat massa air,

d_{55} = diameter butiran lolos saringan 55 %

b. Metode Einstein

Einstein (1950) menetapkan persamaan muatan dasar sebagai persamaan yang menghubungkan material dasar dengan pengaliran setempat (local flow). Persamaan itu menggambarkan keadaan seimbang dari pada pertukaran butiran dasar antara lapisan dasar (bed layer) dan dasarnya. Einstein menggunakan $D = D_{35}$ untuk parameter angkutan, sedangkan untuk kekasaran digunakan $D = D_{65}$. Hubungan antara kemungkinan butiran akan terangkut dengan intensitas angkutan dasar dijabarkan sebagai berikut :

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \dots\dots\dots(10)$$

$$\phi = 0,044638 + 0,36249 \Psi' - 0,226795 \Psi'^2 + 0,036 \Psi'^3 \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

Q_b = volume angkutan sedimen dasar ($m^3/dt/m$)

Φ = insensitas muatan sedimen dasar

g = gravitasi (m/dt^2)

Δ = rasio perbandingan antara rapat massa butiran dengan rapat massa air

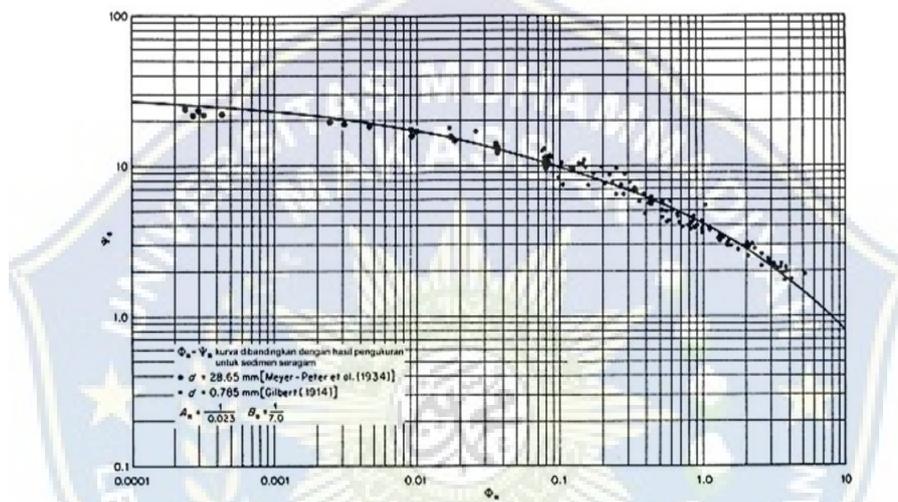
$$(\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w),$$

d_{35} = diameter butiran lolos saringan 35 %

ρ_s = rapat massa butiran (kg/m^3)

ρ_w = rapat massa air (kg/m^3)

Adapun grafik hubungan intensitas muatan sedimen dasar dan intensitas aliran dapat dilihat pada di bawah ini :



Gambar 2. 2. Grafik Hubungan ϕ dan ψ (Einstein, 1950)

Intensitas pengaliran efektif dirumuskan sebagai berikut : (Priyantoro,1987)

$$\Psi' = \frac{\mu . R . I}{\Delta . D_{35}} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

Ψ' = intensitas pengaliran

Δ = rasio perbandingan antara rapat massa butiran dengan rapat massa air

$$(\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w),$$

$$\mu = \text{ripple factor} = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2}$$

R = jari-jari hidraulis (m)

I = kemiringan dasar saluran

d_{35} = diameter butiran lolos saringan 35 %(mm)

Sedangkan untuk mencari friction factor angkutan (C) sama seperti rumus M.P.M dan friction factor intensif (C') berikut : (Priyantoro,1987)

$$C' = 18 \log \frac{12.R}{D_{65}} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

R = jari-jari hidraulis (m)

I = kemiringan dasar saluran

d_{65} = diameter butiran lolos saringan 65 %(mm)

Dengan demikian jumlah sedimen yang terangkut permeter persatuan waktu dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \right) \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

Φ = insensitas muatan sedimen dasar

g = gravitasi (m/dt²)

Δ = rasio perbandingan antara rapat massa butiran dengan rapat massa air,

d_{35} = diameter butiran lolos saringan 35 %

E. Ukuran Butiran Sedimen

Bentuk Sedimen beraneka ragam dan tidak terbatas. Bentuk yang pipih mempunyai kecepatan endap yang lebih kecil dan akan lebih sulit untuk diangkut dibandingkan dengan suatu partikel yang bulat. Kebulatan dinyatakan sebagai perbandingan diameter suatu lingkaran dengan daerah yang sama terhadap proyeksi butiran dalam keadaan diam pada ruangan terhadap bidang yang paling besar terhadap diameter yang paling kecil.

Tabel 2.2. Klasifikasi ukuran butiran menurut American Geophysical Union

Interval/range (mm)	Nama	Interval/range (mm)	Nama
4096 - 2048	Batu sangat besar (<i>Very Large Boulders</i>)	1/2 - 1/4	Pasir sedang (<i>Medium Sand</i>)
2048 - 1024	Batu besar (<i>Large Boulders</i>)	1/4 - 1/8	Pasir halus (<i>Fine Sand</i>)
1024 - 512	Batu sedang (<i>Medium Boulders</i>)	1/8 - 1/16 (s/d 0.0625 mm)	Pasir sangat halus (<i>Very Fine Sand</i>)
512 - 256	Batu kecil (<i>Small Boulders</i>)	1/16 - 1/32	Lumpur kasar (<i>Coarse Silt</i>)
256 - 128	Kerakal besar (<i>Large Cobbles</i>)	1/32 - 1/64	Lumpur sedang (<i>Medium Silt</i>)
128 - 64	Kerakal kecil (<i>Small Cobbles</i>)	1/64 - 1/128	Lumpur halus (<i>Fine Silt</i>)
64 - 32	Kerikil sangat kasar (<i>Very Coarse Gravel</i>)	1/128 - 1/256	Lumpur sangat halus (<i>Very Fine Silt</i>)
32 - 16	Kerikil kasar (<i>Coarse Gravel</i>)	1/256 - 1/512	Lempung kasar (<i>Coarse Clay</i>)
16 - 8	Kerikil sedang (<i>Medium Gravel</i>)	1/512 - 1/1024	Lempung sedang (<i>Medium Clay</i>)
8 - 4	Kerikil halus (<i>Fine Gravel</i>)	1/1024 - 1/2048	Lempung halus (<i>Fine Clay</i>)
4 - 2	Kerikil sangat halus (<i>Very Fine Gravel</i>)	1/2048 - 1/4096	Lempung sangat halus (<i>Very Fine Clay</i>)
2 - 1	Pasir sangat kasar (<i>Very Coarse Sand</i>)		Koloid
1 - 1/2	Pasir kasar (<i>Coarse Sand</i>)		

(Sumber: Garde & Raju, 1985)

Klasifikasi ukuran butiran sedimen dapat di seragamkan sebelum berbicara tentang ukuran butiran sedimen. Menurut AGU (American Geophysical Union) menghasilkan klasifikasi ukuran butiran sedimen yang biasa digunakan oleh para ahli hidrolika sebagai mana yang dilihat pada tabel 2.2.

F. Volume Sedimen Dan Berat Jenis Sedimen

Berat volume (specific weight) sedimen adalah berat butir partikel sedimen setiap satu satuan volume, sedangkan berat jenis (specific gravity) sedimen adalah rasio berat butir partikel sedimen terhadap berat volume air (Ponce, 1989). Adapun rumus yang dipakai dalam perhitungan berat jenis adalah : (Nasrullah and Sulistiawati 2018).

$$G_s = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)} \times k \dots\dots\dots (15)$$

Dimana :

W1 = Berat Piknometer Kosong (gr)

W2 = Berat Piknometer + Sampel Tanah Kering (gr)

W3 = Berat Piknometer + Sampel Tanah + Air Suling (gr)

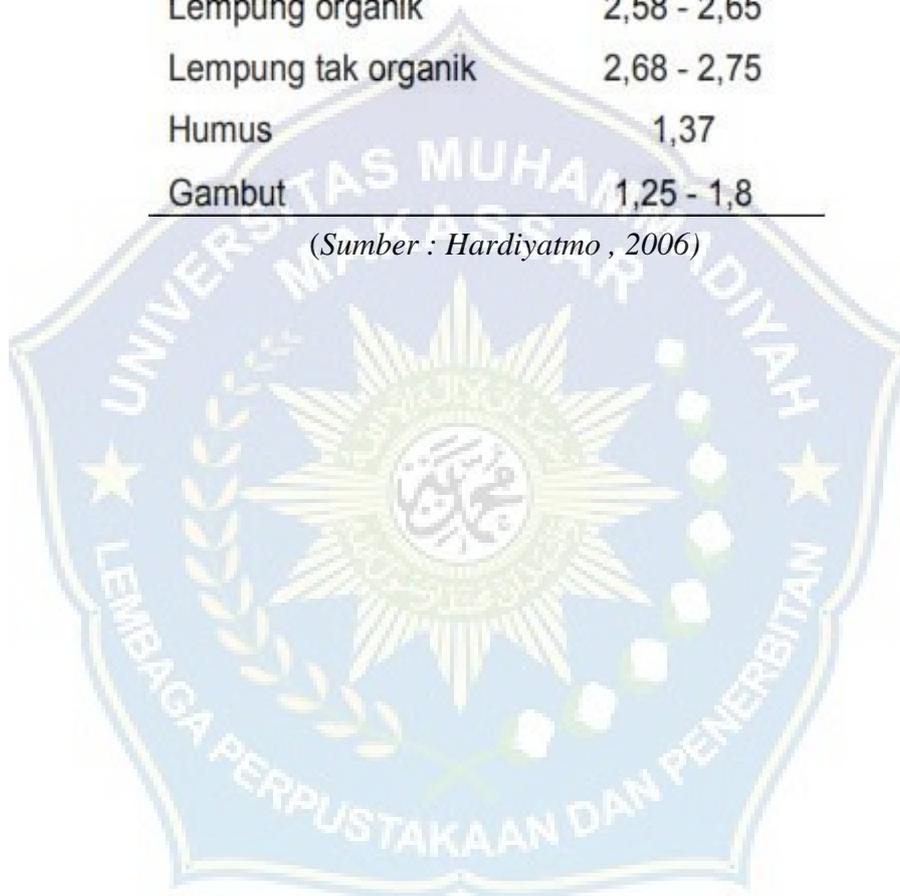
W4 = Berat Piknometer + Air Suling (gr)

K = Faktor Koreksi Terhadap Suhu

Tabel 2.3. Berat Jenis Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau tak organik	2,62 - 2,68
Lempung organik	2,58 - 2,65
Lempung tak organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,8

(Sumber : Hardiyatmo , 2006)



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil data di bagian hulu dan hilir sungai kelara. Kelara mencakup dua wilayah Kabupaten yaitu Kabupaten Jeneponto di bagian tengah sampai ke hilir dan Kabupaten Gowa di bagian hulu. Secara administrasi pada bagian hilir sungai Kelara berada di Kecamatan Binamu, pada bagian tengah terletak di Kecamatan Kelara, dan Kecamatan Rumbia. Wilayah Kabupaten Gowa yang masuk dalam DAS Kelara Karalloe adalah Kecamatan Biringbulu, Kecamatan Bungaya, Kecamatan Bontolempangan, dan Kecamatan Tompobulu.

Letak Bendung Kelara, yang berjarak \pm 137 Km dari kota makassar. Berada pada titik koordinat $5^{\circ} 31' 13,87''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ} 48' 44,64''$ Bujur Timur, terletak di kelurahan Tolo Utara, Kecamatan Kelara, Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 3. 1.Lokasi Penelitian di sungai Kelara

(Sumber. Google Earth)

B. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 4 (Empat) bulan, bulan satu, pengurusan administrasi, bulan kedua adalah melakukan studi literatur, bulan tiga melakukan pengumpulan data dan analisis data, pada bulan keempat adalah proses penyelesaian penelitian.

C. Alat Dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan saat penelitian

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah :

- Google Earth
- Current Meter
- Meteran
- Perlengkapan Alat Tulis Kantor (ATK)
- Dan Ember.

2. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Peta Daerah Aliran Sungai (DAS)

D. Metode Penelitian

Metode penelitian ini berupa metode observasi lapangan dan pengujian sampel di laboratorium.

E. Data Penelitian

Adapun data yang di gunakan terdiri dari :

1. Data Primer

Data primer adalah metode data yang didapatkan langsung dari lapangan, dengan cara peninjauan langsung ke lokasi penelitian. Data-data primer yang diperoleh dari lapangan berupa:

- Kecepatan aliran
- Debit aliran
- Kedalaman sungai
- Sampel sedimen dasar
- Foto dokumentasi di lapangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu metode data yang di dapatkan dari sumber lain adapun data sekunder yang dibutuhkan berupa:

- peta topografi sungai dari google earth,

F. Tahapan penelitian

1. Kegiatan lapangan

- a. Penentuan lokasi untuk pengambilan sampel material.
- b. Pengambilan material dasar dilakukan pada setiap titik lokasi yang telah ditentukan
- c. Pengukuran kedalaman dan lebar sungai
- d. Pengukuran kecepatan aliran menggunakan alat curret meter pada setiap titik lokasi yang telah ditentukan
- e. Sampel yang diambil yaitu sedimen dasar.

2. Kegiatan laboratorium

- a. Sampel dikeringkan dengan cara di jemur atau di oven untuk dilakukan pengujian analisa saringan dan berat jenis.
- b. Analisa saringan di lakukan untuk menentukan jenis ukuran butiran material sedimen dengan menggunakan saringan yang sesuai dengan standar ASTM.
- c. Melakukan pengujian berat jenis sedimen dengan berdasarkan standar SNI 1964 : 2008. Standar ini untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan diameter (No.40).
- d. Setelah mendapatkan sampel yang lolos saringan No.40, sampel tersebut dilarutkan lalu di masukkan kedalam wadah (pan), setelah itu di oven selama 24 jam.
- e. Setelah sampel dioven selama 24 jam, sampel tersebut siap untuk diambil datanya. Untuk penentuan berat jenis.
- f. Pada data yang telah di dapatkan dari laboratorium, maka perhitungan sedimen dasar sudah dapat diolah.

G. Analisa Karakteristik Aliran

- a. Debit aliran

$$Q = A \cdot V$$

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

$$V = \text{kecepatan rata – rata (m/det)}$$

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

- b. Kemiringan dasar sungai (I)

- Beda tinggi muka air

$$\Delta h = h_2 - h_1$$

- Kemudian nilai kemiringan dasar sungai

$$I = \Delta h/L$$

H. Perkiraan Muatan Sedimen Dasar (Bed Load)

- Perkiraan muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dengan Persamaan Meyer-Peter dan Muller (MPM)

M.P.M (1948) melakukan percobaan berulang kali pada flume dengan coarse-sand dan menemukan hubungan empiris antara ϕ dan Ψ' sebagai berikut:

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$$

$$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2}$$

- Intensitas pengaliran dirumuskan sebagai berikut : (Priyantoro, 1987)

$$\Psi = U^2 / \Delta \cdot g \cdot D_{35}$$

atau

$$\Psi = \frac{\mu \cdot R \cdot I}{\Delta \cdot D_{35}}$$

- mencari friction factor angkutan (C) dan friction factor intensif (C')

$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \cdot R}{D_{90}}$$

- sedimen yang terrangkut per meter persatuan waktu

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{55}^3)^{1/2} \right)$$

b. Perkiraan muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dengan Einstein

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$$

$$\phi = 0,044638 + 0,36249 \Psi' - 0,226795 \Psi'^2 + 0,036 \Psi'^3$$

- Intensitas pengaliran efektif dirumuskan sebagai berikut : (Priyantoro,1987)

$$\Psi' = \frac{\mu \cdot R \cdot I}{\Delta \cdot D_{35}}$$

- friction factor angkutan (C) sama seperti rumus M.P.M dan friction factor intensif (C') berikut : (Priyantoro,1987)

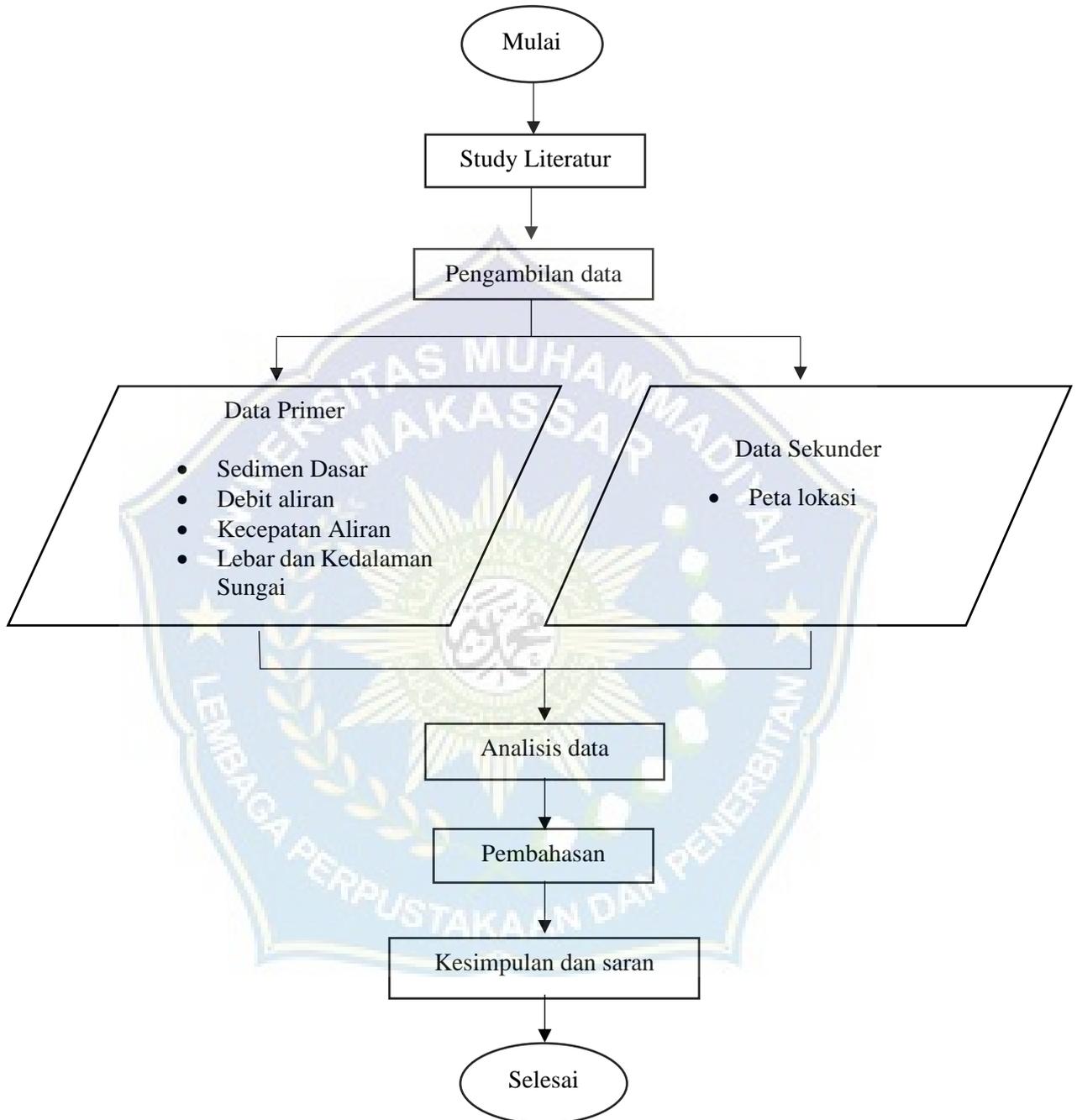
$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \cdot R}{D_{65}}$$

- jumlah sedimen yang terangkut per meter persatuan

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \right)$$

I. Bagan Penelitian



Gambar 3. 2. Flowchart

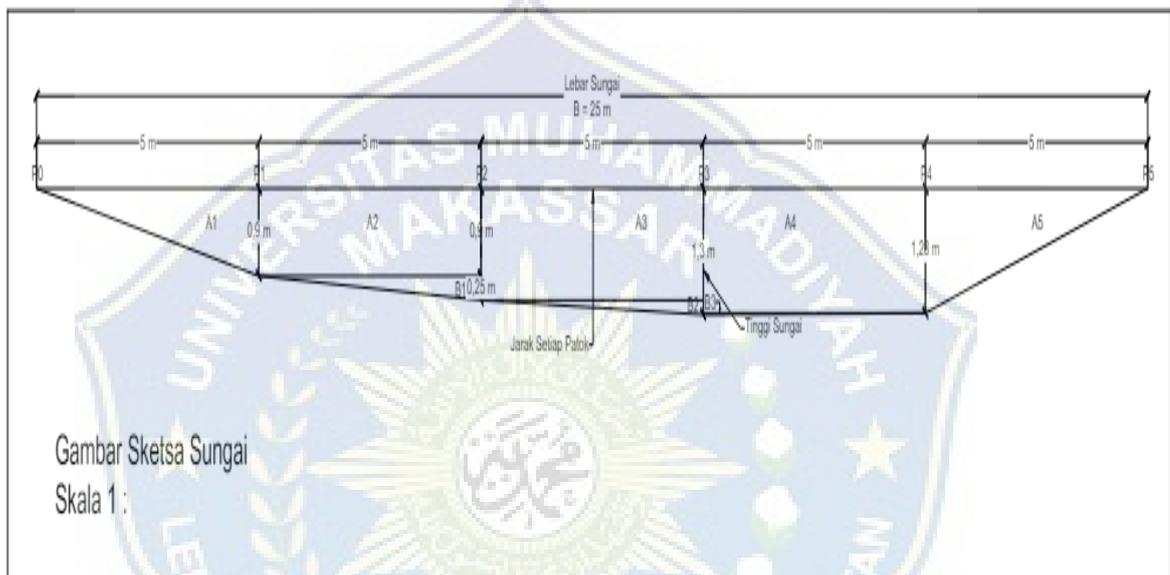
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Karakteristik Aliran

a. Penampang Sungai

1. Penampang sungai bagian hulu bendung Kelara



Gambar 4.1. Potongan penampang sungai bagian hulu bendung Kelara

Data kedalaman aliran hulu berdasarkan pias masing-masing patok di bagi menjadi 6 pias dapat di lihat pada gambar: 1 yaitu: $h_1 = 0,90$ cm. $h_2 = 1,15$ cm. $h_3 = 1,30$ cm. $h_4 = 1,28$ cm. $h_5 = 0,80$ cm. Dimana lebar keseluruhan sungai yaitu 25 m.

Analisis Debit Aliran Sesaat (Q) Pengambilan data menggunakan alat current meter dengan metode pengambilan kecepatan aliran secara vertikal pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h. Current Meter memberikan data kecepatan aliran secara otomatis terhadap titik patok pengamatan yang telah ditentukan.

1. Perhitungan Luas Penampang Sungai Bagian Hulu (A)

$$\text{Rumus: } A = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t \rightarrow R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

a. Titik P₀ – P₁

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 0,90$$

$$= 2,25$$

$$R_1 = \sqrt{5^2 + 2,25^2}$$

$$= 5,48$$

b. Titik P₁ – P₂

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 1,15$$

$$= 2,87$$

$$R_2 = \sqrt{5^2 + 2,87^2}$$

$$= 5,76$$

c. Titik P₂ – P₃

$$A_3 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 1,30$$

$$= 3,25$$

$$R_3 = \sqrt{5^2 + 3,25^2}$$

$$= 5,96$$

d. Titik P₃ – P₄

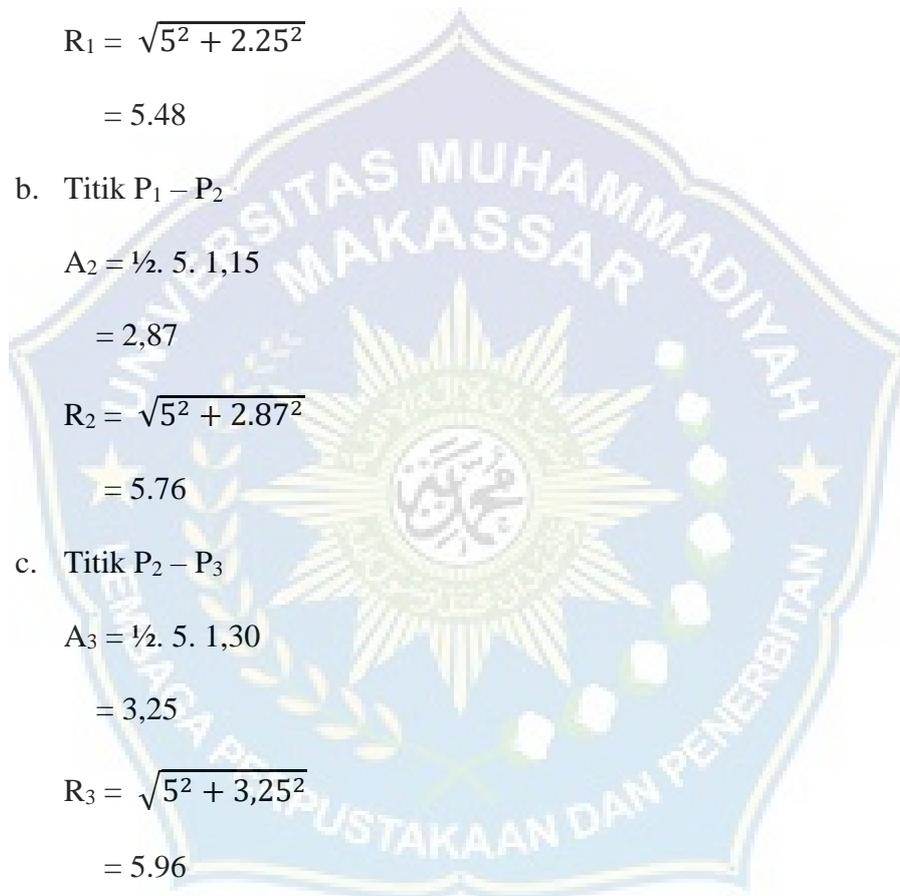
$$A_4 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 1,28$$

$$= 3,2$$

$$R_4 = \sqrt{5^2 + 3,2^2}$$

$$= 5,93$$

e. Titik P₄ – P₅



$$A_5 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 0,80$$

$$= 2$$

$$R_5 = \sqrt{5^2 + 2^2}$$

$$= 5,38$$

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$= 2,25 + 2,87 + 3,25 + 3,2 + 2$$

$$= 13,57 \text{ m}^2$$

2. Perhitungan Jari-Jari Hidrolis (R)

$$\text{Rumus: } R = \frac{A}{P}$$

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

a. Titik P₀ – P₁

$$R_1 = \frac{A_1}{P_1}$$

$$R_1 = \frac{2,25}{5,080} = 0,442$$

b. Titik P₁ – P₂

$$R_2 = \frac{A_2}{P_2}$$

$$R_2 = \frac{2,87}{10,131} = 0,283$$

c. Titik P₂ – P₃

$$R_3 = \frac{A_3}{P_3}$$

$$R_3 = \frac{3,25}{12,872} = 0,2$$

d. Titik P₃ – P₄

$$R_4 = \frac{A_4}{P_4}$$

$$R_4 = \frac{3,2}{11,903} = 0,27$$

e. Titik P₄ – P₅

$$R_5 = \frac{A_5}{P_5}$$

$$R_4 = \frac{2}{1,28} = 1,56$$

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 \\ &= 0,442 + 0,283 + 0,2 + 0,27 + 1,56 \\ &= 2,755 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Debit dengan Kecepatan Rata-Rata

$$\text{Rumus: } Q = A \times V$$

Dimana:

Q = Debit (m³/detik)

A = Luas Penampang (m²)

V = Kecepatan Rata-Rata (m/detik)

a. Titik P₀ – P₁

$$Q_1 = A_1 \cdot V_1$$

$$= 2,25 \times 0,112 = 0,25$$

b. Titik P₁ – P₂

$$Q_2 = A_2 \cdot V_2$$

$$= 2,87 \times 1,132 = 3,24$$

c. Titik P₂ – P₃

$$Q_3 = A_3 \cdot V_3$$

$$= 3,25 \times 0,150 = 0,48$$

d. Titik P₃ – P₄

$$Q_4 = A_4 \cdot V_4$$

$$= 3,2 \times 0,116 = 0,37$$

e. Titik P₄ – P₅

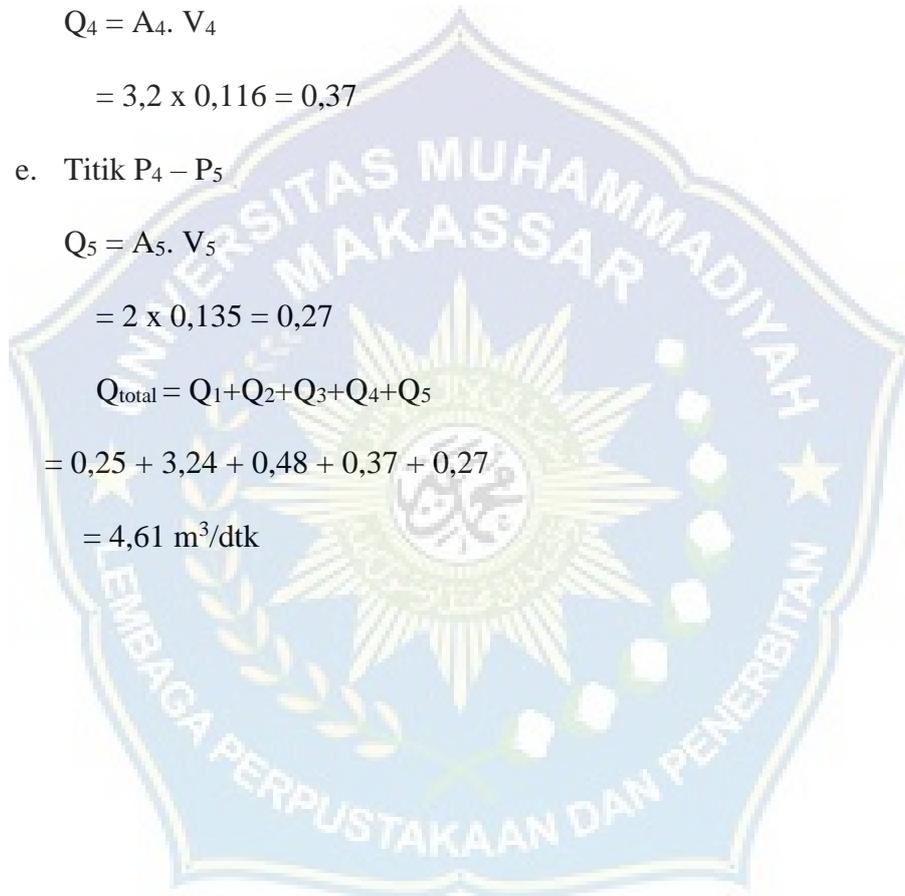
$$Q_5 = A_5 \cdot V_5$$

$$= 2 \times 0,135 = 0,27$$

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$= 0,25 + 3,24 + 0,48 + 0,37 + 0,27$$

$$= 4,61 \text{ m}^3/\text{dtk}$$



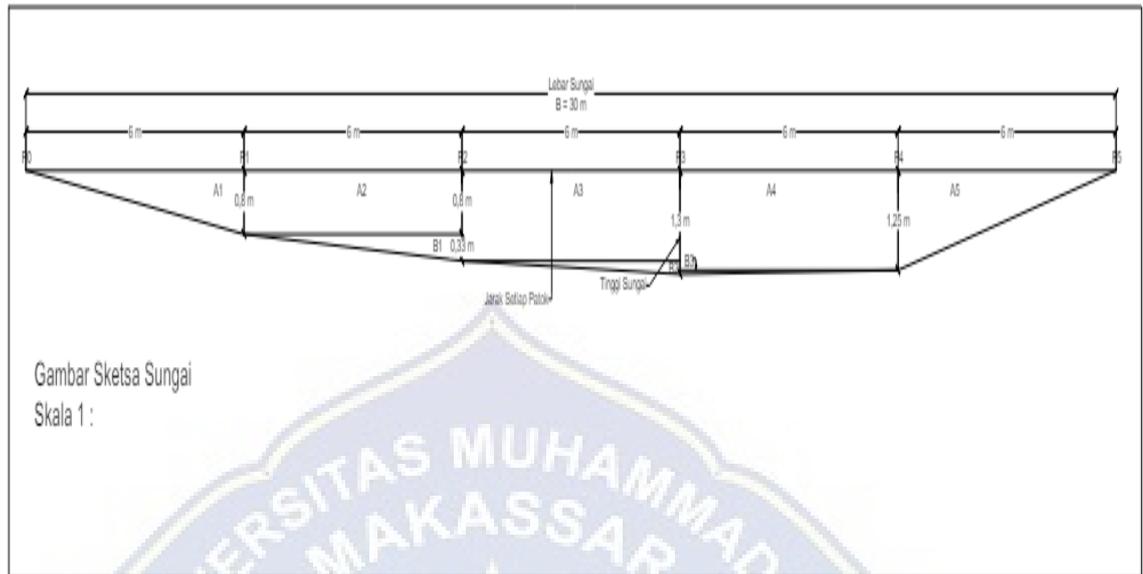
Tabel 4.1. Hasil perhitungan dibagian hulu bendung Kelara

No	Patok	Luas Penampang (A)	Jari - Jari Hidrolis (R)	Debit dengan kecepatan rata-rata (Q)
1	$P_0 - P_1$	2,25	0,442	0,25
2	$P_1 - P_2$	2,87	0,283	3,25
3	$P_2 - P_3$	3,25	0,2	0,48
4	$P_3 - P_4$	3,2	0,27	0,37
5	$P_4 - P_5$	2	1,56	0,27
Jumlah total		13,57 m ²	2,755 m	4,61 m ³ /dtk

Tabel 4.2. Kecepatan aliran pada bagian hulu bendung Kelara

Pot	Lebar B (m)	Kedalaman H (m)	Kecepatan (m/det)			Luas (m ²)	Debit Q (m ³ /dtk)
			0,2 h	0,8 h	Rata ²		
P0-p1	5 m	0,90	0,15	0,07	0,112	2,25	0,25
P1-p2	5 m	1,15	0,17	0,09	0,132	2,87	3,24
P2-p3	5 m	1,30	0,19	0,11	0,150	3,25	0,48
P3-p4	5 m	1,28	0,16	0,07	0,116	3,2	0,37
P4-p5	5 m	0,80	0,17	0,17	0,135	2	0,27
Jumlah					0,645	13,57	4,61

2. Penampang sungai bagian hilir bendung Kelara



Gambar 4.2. Potongan penampang sungai bagian hilir bendung Kelara

Data kedalaman aliran hulu berdasarkan pias masing-masing patok di bagi menjadi 5 pias dapat di lihat pada gambar: 1 yaitu: $h_1 = 0,80$ cm. $h_2 = 1,13$ cm. $h_3 = 1,30$ cm. $h_4 = 1,25$ cm. $h_5 = 0,90$ cm. Dimana lebar keseluruhan sungai yaitu 30 m.

Analisis Debit Aliran Sesaat (Q) Pengambilan data menggunakan alat current meter dengan metode pengambilan kecepatan aliran secara vertikal pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h. Current Meter memberikan data kecepatan aliran secara otomatis terhadap titik patok pengamatan yang telah ditentukan.

1. Perhitungan Luas Penampang Sungai Bagian Hilir (A)

$$\text{Rumus: } A = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t \rightarrow R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

a. Titik P₀ – P₁

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 0,80$$

$$= 2,4$$

$$R_1 = \sqrt{6^2 + 2,4^2}$$

$$= 6,46$$

b. Titik P₁ – P₂

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 1,13$$

$$= 3,39$$

$$R_2 = \sqrt{6^2 + 3,39^2}$$

$$= 6,89$$

c. Titik P₂ – P₃

$$A_3 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 1,30$$

$$= 3,9$$

$$R_3 = \sqrt{6^2 + 3,9^2}$$

$$= 7,15$$

d. Titik P₃ – P₄

$$A_4 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 1,25$$

$$= 3,75$$

$$R_4 = \sqrt{6^2 + 3,75^2}$$

$$= 7,07$$

e. Titik P₄ – P₅

$$A_5 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 0,90$$

$$= 2,7$$

$$R_5 = \sqrt{6^2 + 2,7^2}$$

$$= 6,57$$

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$= 2,4 + 3,39 + 3,9 + 3,75 + 2,7$$

$$= 16,14 \text{ m}^2$$

2. Perhitungan Jari-Jari Hidrolis (R)

$$\text{Rumus: } R = \frac{A}{P}$$

Dimana:

R=Jari-jari hidrolis (m)

A=Luas penampang basah (m²)

P=Keliling basah saluran (m)

a. Titik P₀ – P₁

$$R_1 = \frac{A_1}{P_1}$$

$$R_1 = \frac{2,4}{6,053} = 0,396$$

b. Titik P₁ – P₂

$$R_2 = \frac{A_2}{P_2}$$

$$R_2 = \frac{3,39}{11,799} = 0,287$$

c. Titik P₂ – P₃

$$R_3 = \frac{A_3}{P_3}$$

$$R_3 = \frac{3,9}{15,697} = 0,248$$

d. Titik P₃ – P₄

$$R_4 = \frac{A_4}{P_4}$$

$$R_4 = \frac{3,75}{15,02} = 0,249$$

e. Titik P₄ – P₅

$$R_5 = \frac{A_5}{P_5}$$

$$R_4 = \frac{2,7}{1,25} = 2,16$$

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 \\ &= 0,396 + 0,287 + 0,248 + 0,249 + 2,16 \\ &= 3,34 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Debit dengan Kecepatan Rata-Rata

$$\text{Rumus: } Q = A \times V$$

Dimana:

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

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

$$V = \text{Kecepatan Rata-Rata (m/detik)}$$

a. Titik P₀ – P₁

$$Q_1 = A_1 \cdot V_1$$

$$= 2,4 \times 0,112 = 0,24$$

b. Titik P₁ – P₂

$$Q_2 = A_2 \cdot V_2$$
$$= 3,39 \times 1,132 = 3,81$$

c. Titik P₂ – P₃

$$Q_3 = A_3 \cdot V_3$$
$$= 3,9 \times 0,150 = 0,55$$

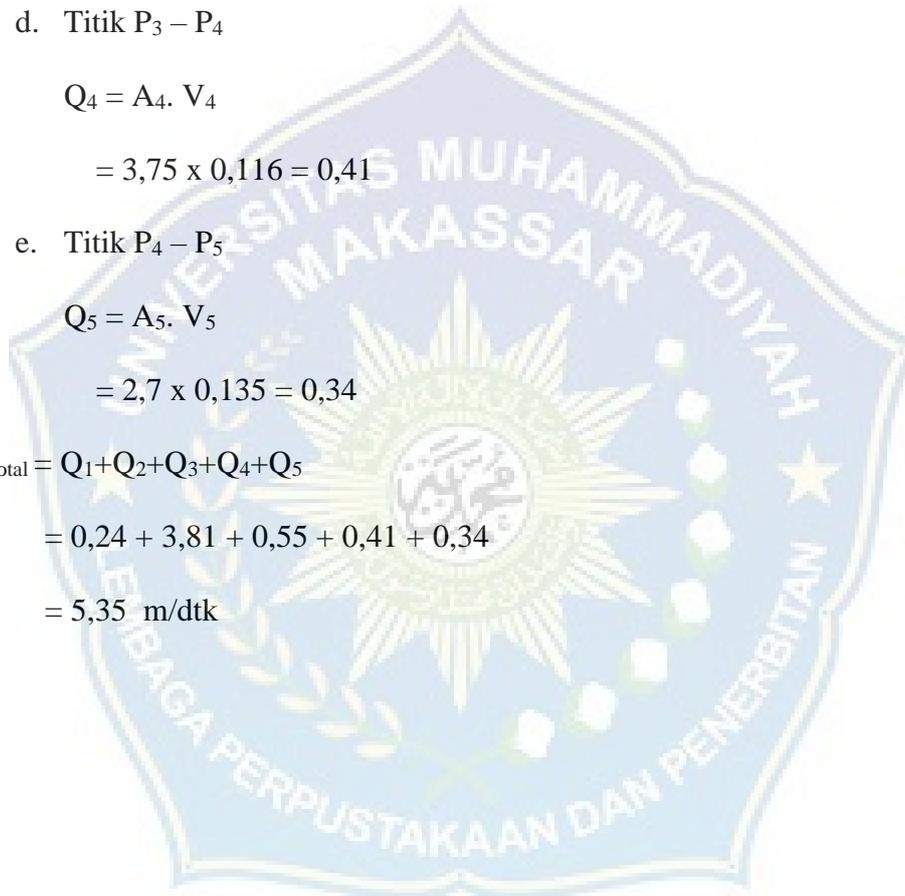
d. Titik P₃ – P₄

$$Q_4 = A_4 \cdot V_4$$
$$= 3,75 \times 0,116 = 0,41$$

e. Titik P₄ – P₅

$$Q_5 = A_5 \cdot V_5$$
$$= 2,7 \times 0,135 = 0,34$$

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$
$$= 0,24 + 3,81 + 0,55 + 0,41 + 0,34$$
$$= 5,35 \text{ m/dtk}$$



Tabel 4.3 Hasil perhitungan dibagian hilir bendung kelara

No	Patok	Luas Penampang (A)	Jari - Jari Hidrolis (R)	Debit dengan kecepatan rata-rata (Q)
1	$P_0 - P_1$	2,4	0,396	0,24
2	$P_1 - P_2$	3,39	0,287	3,18
3	$P_2 - P_3$	3,9	0,248	0,55
4	$P_3 - P_4$	3,75	0,249	0,41
5	$P_4 - P_5$	2,7	2,16	0,34
Jumlah total		16,14 m ²	3,34 m	5,35 m ³ /dtk

Tabel 4.4. Kecepatan aliran pada bagian hilir bendung Kelara

Pot	Lebar B (m)	Kedalaman H (m)	Kecepatan (m/det)			Luas (m ²)	Debit Q (m ³ /dtk)
			0,2 h	0,8 h	Rata ²		
P0-p1	6 m	0,80	0,13	0,07	0,112	2,4	0,24
P1-p2	6 m	1,13	0,16	0,09	0,132	3,39	3,81
P2-p3	6 m	1,30	0,19	0,11	0,150	3,9	0,55
P3-p4	6 m	1,25	0,15	0,07	0,116	3,75	0,41
P4-p5	6 m	0,90	0,17	0,09	0,135	2,7	0,34
Jumlah					0,645	16,14	5,35

B. Volume Sedimen Dan Berat Jenis Sedimen

Untuk mendapatkan berat jenis sedimen dasar yang belum di ketahui maka terlebih dahulu melakukan pengambilan sampel sedimen di lapangan pada bendung kelara. kemudian uji laboratorium dengan cara sampel yang telah di ambil di keringkan menggunakan oven selanjutnya di lakukan penimbangan sampel yang telah di tentukan yaitu sebanyak 1000 gram, Selanjutnya di lakukan analisa saringan untuk penyaringan sampel, selanjutnya sampel yang telah di timbang kemudian di timbang dan pisahkan jumlah tertahan berdasarkan nomor saringan yang telah di tentukan lalu kemudian mengambil sampel yang paling halus sebanyak 100 gram lalu kemudian di gabung dengan air yang beratnya telah di tentukan lalu kemudian di masukkan ke dalam cawan dan di oven selama 24 jam, setelah sampel di oven selama 24 jam selanjutnya di lakukan penimbangan sampel untuk kemudian melakukan perbandingan antara berat basah atau sebelum di oven dengan berat kering atau setelah di oven. Adapun tabel berat jenis hasil uji laboratorium yang telah dilakukan dapat di lihat pada halaman berikut:

1. Perhitungan berat Jenis sedimen dasar pada bagian hulu bendung Kelara

Tabel 4.5. Berat jenis sedimen dasar hulu bendung Kelara

Nomor percobaan	Hulu				
	P1	P2	P3	P4	P5
	1	1	1	1	1
Berat parameter, W ₁ (gram)	133	133	133	133	133
Berat piknometer + air, W ₂ (gram)	282,17	284,11	287,80	301,04	301,21
at piknometer + air + tanah w ₃ (gram)	344,50	343,24	343,67	344,13	346,36
Berat tanah kering, W ₄ (gram)	153,67	153,09	152,87	161,25	149,69
Temperature, °C	29	29	29	29	29
Factor koreksi α	0,99598	0,99598	0,99598	0,99598	0,99598
Berat jenis, G _s	1,69	1,55	1,34	1,37	1,46
Berat jenis rata-rata, G _s	1,482				

Perhitungan Sedimen Dasar

1. Bagian Hulu

$$\begin{aligned}
 \text{a. } P_1: G_s &= \frac{W_4}{(W_4 + W_2) - (W_3)} \times k \\
 &= \frac{153,67}{(153,67 + 282,17) - (344,50)} \times 0,99598 \\
 &= \frac{153,67}{91,34} \times 0,99598 \\
 &= 1,675
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } P_2: G_s &= \frac{W_4}{(W_4 + W_2) - (W_3)} \times k \\
 &= \frac{153,09}{(153,09 + 284,11) - (343,24)} \times 0,99598
 \end{aligned}$$

$$= \frac{153,09}{93,96} \times 0,99598$$

$$= 0,016$$

$$c. P_3: GS = \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k$$

$$= \frac{152,87}{(152,87+287,80) - (343,67)} \times 0,99598$$

$$= \frac{152,87}{97} \times 0,99598$$

$$= 1,569$$

$$d. P_4: GS = \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k$$

$$= \frac{161,25}{(161,25+301,02) - (344,13)} \times 0,99598$$

$$= \frac{161,25}{118,16} \times 0,99598$$

$$= 1,359$$

$$e. P_5: GS = \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k$$

$$= \frac{149,69}{(149,69+301,21) - (346,36)} \times 0,99598$$

$$= \frac{149,69}{104,54} \times 0,99598$$

$$= 1,426$$

$$Qsd/hari = 1,209 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Qsd/tahun = 1,209 \times 365$$

$$= 441,28 \text{ Ton/tahun}$$

Tabel 4.6. Perhitungan sedimen dasar bagian hulu Bendung Kelara

No	Patok	Debit Q (m ³ /detik)	Sedimen Dasar Qsd (Ton/hari)
1	P ₁	0,25	1,675
2	P ₂	3,24	0,016
3	P ₃	0,48	1,569
4s	P ₄	0,37	1,359
5	P ₅	0,27	1,426
Jumlah		4,61	6,045
Rata-Rata		0,922	1,209

2. Perhitungan berat Jenis sedimen dasar pada bagian hilir bendung

Kelara

Tabel 4.7. Berat jenis sedimen dasar hilir bendung Kelara

Nomor percobaan	HILIR				
	P1	P2	P3	P4	P5
	1	1	1	1	1
Berat parameter, W ₁ (gram)	133	133	133	133	133
Berat piknometer + air, W ₂ (gram)	288,37	298,12	296,04	301,12	303,06
at piknometer + air + tanah w ₃ (gram)	349,12	342,25	357,17	352,15	358,10
Berat tanah kering, W ₄ (gram)	139,96	169,09	172,12	164,11	169,08
Temperature, °C	29	29	29	29	29
Factor koreksi α	0,99598	0,99598	0,99598	0,99598	0,99598
Berat jenis, Gs	1,54243	1,25169	1,36065	1,30156	1,49129
Berat jenis rata-rata, Gs	1,409524				

2. Bagian Hilir

$$\begin{aligned} \text{a. } P_1: GS &= \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k \\ &= \frac{139,96}{(139,96+288,37) - (349,12)} \times 0,99598 \\ &= \frac{139,96}{79,21} \times 0,99598 \\ &= 1,759 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P_2: GS &= \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k \\ &= \frac{169,09}{(169,09+298,12) - (342,25)} \times 0,99598 \\ &= \frac{169,09}{124,96} \times 0,99598 \\ &= 1,347 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P_3: GS &= \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k \\ &= \frac{172,12}{(172,12+296,04) - (357,17)} \times 0,99598 \\ &= \frac{172,12}{83,99} \times 0,99598 \\ &= 2,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P_4: GS &= \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k \\ &= \frac{164,11}{(164,11+301,12) - (352,15)} \times 0,99598 \\ &= \frac{164,11}{113,08} \times 0,99598 \\ &= 1,445 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e. P_5: GS &= \frac{W_4}{(W_4+W_2) - (W_3)} \times k \\
 &= \frac{169,08}{(169,08+303,06) - (358,10)} \times 0,99598 \\
 &= \frac{169,08}{114,04} \times 0,99598 \\
 &= 1,476
 \end{aligned}$$

$$Qsd/hari = 1,614 \text{ m}^3/hari$$

$$\begin{aligned}
 Qsd/tahun &= 1,614 \times 365 \\
 &= 589,11 \text{ Ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8. Perhitungan sedimen dasar bagian hilir bendung Kelara

No	Patok	Debit Q (m ³ /detik)	Sedimen Dasar Qsd (Ton/ hari)
1	P ₁	0,24	1,759
2	P ₂	3,81	1,347
3	P ₃	0,55	2,041
4	P ₄	0,41	1,445
5	P ₅	0,34	1,476
Jumlah		5,35	8,068
Rata-Rata		1,07	1,614

C. Perkiraan Muatan Sedimen Menggunakan Metode Pendekatan

1. Perkiraan Muatan Sedimen Dasar (Bed Load) Bagian Hulu

- a. Perkiraan muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dengan Persamaan Meyer-Peter dan Muller (MPM)

M.P.M (1948) melakukan percobaan berulang kali pada flume dengan coarse-sand dan menemukan hubungan empiris antara ϕ dan Ψ' sebagai berikut:

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$$

$$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2}$$

Diketahui :

Luas penampang	(A)	= 13,57 m ²
Lebar sungai	(B)	= 25 m
Debit aliran	(Q)	= 4,61 m ³ /dtk
Kecepatan rata-rata	(U)	= 0,645 m/dtk
Jari-jari hidrolis	(R)	= 2,755 m
Keliling basah	(P)	= 3,07 m
Kemiringan dasar saluran	(I)	= 0,015
Berat jenis sedimen	(ρ_s)	= 1.482 gr/cm ³ → (1482 kg/m ³) = 1.482 x 0.001 / 0.001 = 1482 kg/m ³
Berat jenis air	(ρ_w)	= 1000 kg/m ³
$\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$		= 0,482
$S = (\rho_s - \rho_w)$		= 482
Gaya gravitasi	(g)	= 9,81 m/dtk
Diameter butiran	(d_{35})	= 0,003025 m
	(d_{55})	= 0,003324 m
	(d_{65})	= 0,002761 m
	(d_{90})	= 0,005753 m

- Mencari Friction factor angkutan (C) dan friction factor intensif (C')

$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C = \frac{0,645}{\sqrt{2,755 \times 0,015}}$$

$$= 3,174$$

- Kemudian dengan persamaan (2.), di dapat friction factor intensif (C'), yaitu:

$$C' = 18 \log \frac{12.R}{D_{90}}$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \times 2,755}{0,005753}$$

$$= 13,66$$

Sehingga dapat di hitung ripple factor nya sebagai berikut:

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2}$$

$$\mu = \left(\frac{3,174}{13,66}\right)^{3/2}$$

$$= 0.112$$

- Kemudian menghitung Intensitas pengaliran dengan persamaan sebagai berikut.

$$\Psi = \frac{\mu.R.I}{\Delta \cdot D_{35}}$$

$$\Psi = \frac{0,112 \times 2,755 \times 0,015}{0,482 \times 0,003025}$$

$$= 0.321$$

- Selanjutnya menghitung intensitas laju sedimen (ϕ) menggunakan persamaan yaitu:

$$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2}$$

$$= (4 \times 0.321 - 0.188)^{3/2}$$

$$= 1,147$$

Dengan demikian jumlah sedimen yang terangkut persatuan waktu dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \right)$$

$$S = \left(1,147 (9.81 \times 0.482 \times 0.003025^3)^{1/2} \right)$$

$$= \left(1,147 (4,728 \times 0,003025^3)^{1/2} \right)$$

$$= 4,149 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det}$$

Selanjutnya menghitung jumlah sedimen yang terangkut persatuan hari dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S/\text{hari} = S \times 24 \times 3600$$

$$= 4,149 \times 10^{-5} \times 24 \times 3600$$

$$= 3,818 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi satuan volume (m^3) ditransfer ke satuan berat (ton), maka :

$$S/\text{hari} = 3,818 \times 0.353$$

$$= 1,347 \text{ ton/hari}$$

$$S/\text{tahun} = 13,47 \times 365$$

$$= 489,1 \text{ ton/tahun}$$

b. Perkiraan muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dengan Einstein

Einstein (1950) menetapkan persamaan muatan dasar sebagai persamaan yang menghubungkan material dasar dengan pengaliran setempat (local flow). Einstein menggunakan $d = d_{35}$ untuk parameter angkutan, sedangkan untuk kekasaran digunakan $d = d_{65}$. Hubungan antara kemungkinan butiran akan terangkut dengan intensitas angkutan dasar dijabarkan sebagai berikut :

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$$

$$\phi = 0,044638 + 0,36249 \Psi' - 0,226795 \Psi'^2 + 0,036 \Psi'^3$$

Diketahui:

Luas penampang (A) = $13,57 \text{ m}^2$

Lebar sungai (B) = 25 m

Debit aliran (Q) = $4,61 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Kecepatan rata-rata (U) = $0,645 \text{ m/dtk}$

Jari-jari hidrolis (R) = $2,755 \text{ m}$

Keliling basah (P) = $3,07 \text{ m}$

Kemiringan dasar saluran (I) = $0,015$

Berat jenis sedimen (ρ_s) = $1.482 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow (1482 \text{ kg/m}^3)$

$$= 1.482 \times 0.001 / 0.001 = 1482 \text{ kg/m}^3$$

Berat jenis air $(\rho_w) = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w = 0,482$$

$$S = (\rho_s - \rho_w) = 482$$

Gaya gravitasi $(g) = 9,81 \text{ m/dtk}$

Diameter butiran $(d_{35}) = 0,003025 \text{ m}$

$$(d_{55}) = 0,003324 \text{ m}$$

$$(d_{65}) = 0,002761 \text{ m}$$

$$(d_{90}) = 0,005753 \text{ m}$$

- Mencari nilai friction factor angkutan (C) sedimen menggunakan persamaan, yaitu:

$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C = \frac{0,645}{\sqrt{2,755 \times 0,015}}$$

$$= 3,174$$

- Mencari nilai friction factor intensif (C') sedimen menggunakan persamaan, yaitu:

$$C' = 18 \log \frac{12 \cdot R}{D_{65}}$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \times 2,755}{0,002761}$$

$$= 19,41$$

Sehingga dapat di hitung ripple factor nya sebagai berikut:

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2}$$

$$\mu = \left(\frac{3,174}{19,41}\right)^{3/2}$$

$$= 0,066$$

- Intensitas pengaliran efektif dirumuskan sebagai berikut: (Priyantoro,1987)

$$\Psi' = \frac{\mu \cdot R \cdot I}{\Delta \cdot D_{35}}$$

$$\Psi' = \frac{0,066 \times 2,755 \times 0,015}{0,482 \times 0,003025}$$

$$= 0,187$$

- Selanjutnya menghitung intensitas laju sedimen (ϕ) menggunakan persamaan yaitu:

$$\phi = 0,044638 + 0,36249 \Psi' - 0,226795 \Psi'^2 + 0,036 \Psi'^3$$

$$\phi = 0,044638 + 0,36249 \times 0,187 - 0,226795 \times 0,187^2 + 0,036 \times 0,187^3$$

$$= 0,044638 + 0,0677 - 0,007931 + 0,0002354$$

$$= 0,1046$$

Dengan demikian jumlah sedimen yang terangkut persatuan waktu dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}\right)$$

$$S = \left(0,1046 (9,81 \times 0,482 \times 0,003025^3)^{1/2}\right)$$

$$= \left(0,1046 (4,728 \times 0,003025^3)^{1/2}\right)$$

$$= 3,784 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}$$

Selanjutnya menghitung jumlah sedimen yang terangkut persatuan hari dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$\begin{aligned} S/\text{hari} &= S \times 24 \times 3600 \\ &= 3,784 \times 10^{-6} \times 24 \times 3600 \\ &= 0,327 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi satuan volume (m^3) ditransfer ke satuan berat (ton), maka :

$$\begin{aligned} S/\text{hari} &= 0,327 \times 0.353 \\ &= 0,115 \text{ ton/hari} \\ S/\text{tahun} &= 1,744 \times 365 \\ &= 41,96 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

2. Perkiraan Muatan Sedimen Dasar (Bed Load) Bagian Hilir

- a. Perkiraan muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dengan Persamaan Meyer-Peter dan Muller (MPM)

M.P.M (1948) melakukan percobaan berulang kali pada flume dengan coarse-sand dan menemukan hubungan empiris antara ϕ dan Ψ' sebagai berikut:

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$$

$$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2}$$

Diketahui :

$$\text{Luas penampang} \quad (A) = 16,14 \text{ m}^2$$

Lebar sungai	(B)	= 30 m
Debit aliran	(Q)	= 5,35 m ³ /dtk
Kecepatan rata-rata	(U)	= 0,645 /dtk
Jari-jari hidrolis	(R)	= 3,34 m
Keliling basah	(P)	= 6,34 m
Kemiringan dasar saluran	(I)	= 0,07
Berat jenis sedimen	(ρ _s)	= 1.409 gr/cm ³ → (1409 kg/m ³) = 1.409 x 0.001 / 0.001 = 1409 kg/m ³
Berat jenis air	(ρ _w)	= 1000 kg/m ³
$\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$		= 0.409
$S = (\rho_s - \rho_w)$		= 409
Gaya gravitasi	(g)	= 9,81 m/dtk
Diameter butiran	(d ₃₅)	= 0,00342 m
	(d ₅₅)	= 0,003291 m
	(d ₆₅)	= 0,005313 m
	(d ₉₀)	= 0,00508 m

- mencari friction factor angkutan (C) dan friction factor intensif (C')

$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C = \frac{0.645}{\sqrt{3,34 \times 0.07}}$$

$$= 1,334$$

- Kemudian dengan persamaan (2.), di dapat friction factor intensif (C'), yaitu:

$$C' = 18 \log \frac{12.R}{D_{90}}$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \times 3,34}{0.00508}$$

$$= 16,14$$

Sehingga dapat di hitung ripple factor nya sebagai berikut:

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2}$$

$$\mu = \left(\frac{1,334}{16,14}\right)^{3/2}$$

$$= 0.2376$$

- Kemudian menghitung Intensitas pengaliran dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Psi = \frac{\mu.R.I}{\Delta .D_{35}}$$

$$\Psi = \frac{0.2376 \times 3,34 \times 0.07}{0.409 \times 0.00342}$$

$$= 0,395$$

- Selanjutnya menghitung intensitas laju sedimen (ϕ) menggunakan persamaan yaitu:

$$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2}$$

$$= (4 \times 0,395 - 0.188)^{3/2}$$

$$= 1,642$$

Dengan demikian jumlah sedimen yang terangkut persatuan waktu dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \right)$$

$$S = \left(1,642 (9.81 \times 0.409 \times 0.00342^3)^{1/2} \right)$$

$$= \left(1,642 (4.012 \times 0,00342^3)^{1/2} \right)$$

$$= 6,577 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det}$$

Selanjutnya menghitung jumlah sedimen yang terangkut persatuan hari dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S/\text{hari} = S \times 24 \times 3600$$

$$= 6,577 \times 10^{-7} \times 24 \times 3600$$

$$= 5,077 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi satuan volume (m^3) ditransfer ke satuan berat (ton), maka :

$$S/\text{hari} = 5,077 \times 0.353$$

$$= 1,570 \text{ ton/hari}$$

$$S/\text{tahun} = 1,570 \times 365$$

$$= 571,04 \text{ ton/tahun}$$

b. Perkiraan muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dengan Einstein

Einstein (1950) menetapkan persamaan muatan dasar sebagai persamaan yang menghubungkan material dasar dengan pengaliran setempat (local flow). Einstein menggunakan $d = d_{35}$ untuk parameter angkutan, sedangkan untuk kekasaran digunakan $d = d_{65}$. Hubungan antara kemungkinan butiran akan terangkut dengan intensitas angkutan dasar dijabarkan sebagai berikut :

$$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot d_{35}^3)^{1/2}$$

$$\phi = 0,044638 + 0,36249 \Psi' - 0,226795 \Psi'^2 + 0,036 \Psi'^3$$

Diketahui:

Luas penampang	(A)	= 16,14 m ²
Lebar sungai	(B)	= 30 m
Debit aliran	(Q)	= 5,35 m ³ /dtk
Kecepatan rata-rata	(U)	= 0,645 m/dtk
Jari-jari hidrolis	(R)	= 3,34 m
Keliling basah	(P)	= 6.34 m
Kemiringan dasar saluran	(I)	= 0.07
Berat jenis sedimen	(ρ_s)	= 1.409 gr/cm ³ → (1409 kg/m ³) = 1.409 x 0.001 / 0.001 = 1409 kg/m ³
Berat jenis air	(ρ_w)	= 1000 kg/m ³
$\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$		= 0.409
$S = (\rho_s - \rho_w)$		= 409
Gaya gravitasi	(g)	= 9,81 m/dtk
Diameter butiran	(d_{35})	= 0,00342 m
	(d_{55})	= 0,003291 m

$$(d_{65}) = 0,005313 \text{ m}$$

$$(d_{90}) = 0,00508 \text{ m}$$

- Mencari nilai friction factor angkutan (C) sedimen menggunakan persamaan, yaitu:

$$C = \frac{U^*}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C = \frac{0,645}{\sqrt{3,34 \times 0,07}}$$

$$= 1,334$$

- Mencari nilai friction factor intensif (C') sedimen menggunakan persamaan, yaitu:

$$C' = 18 \log \frac{12 \cdot R}{D_{65}}$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \times 3,34}{0,005313}$$

$$= 15,79$$

Sehingga dapat di hitung ripple factor nya sebagai berikut:

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2}$$

$$\mu = \left(\frac{1,334}{15,79}\right)^{3/2}$$

$$= 0.2455$$

- Intensitas pengaliran efektif dirumuskan sebagai berikut: (Priyantoro,1987)

$$\Psi' = \frac{\mu \cdot R \cdot I}{\Delta \cdot D_{35}}$$

$$\Psi' = \frac{0.2455 \times 3,34 \times 0.07}{0.409 \times 0,00342}$$

$$= 0,41$$

- Selanjutnya menghitung intensitas laju sedimen (ϕ) menggunakan persamaan yaitu:

$$\phi = 0.044638 + 0.36249 \Psi' - 0.226795 \Psi'^2 + 0.036 \Psi'^3$$

$$\phi = 0.044638 + 0.36249 \times 0,41 - 0.226795 \times 0,41^2 + 0.036 \times 0,41^3$$

$$= 0,044638 + 0,148 - 0,0381 + 0,002481$$

$$= 0,157$$

Dengan demikian jumlah sedimen yang terangkut persatuan waktu dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2} \right)$$

$$S = \left(0,157 (9.81 \times 0.409 \times 0,00342^3)^{1/2} \right)$$

$$= \left(0,157 (4,0122 \times 0,00342^3)^{1/2} \right)$$

$$= 6,289 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}$$

Selanjutnya menghitung jumlah sedimen yang terangkut persatuan hari dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$S/\text{hari} = S \times 24 \times 3600$$

$$= 6,289 \times 10^{-6} \times 24 \times 3600$$

$$= 0,543 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi satuan volume (m^3) ditransfer ke satuan berat (ton), maka :

$$S/\text{hari} = 0,543 \times 0.353$$

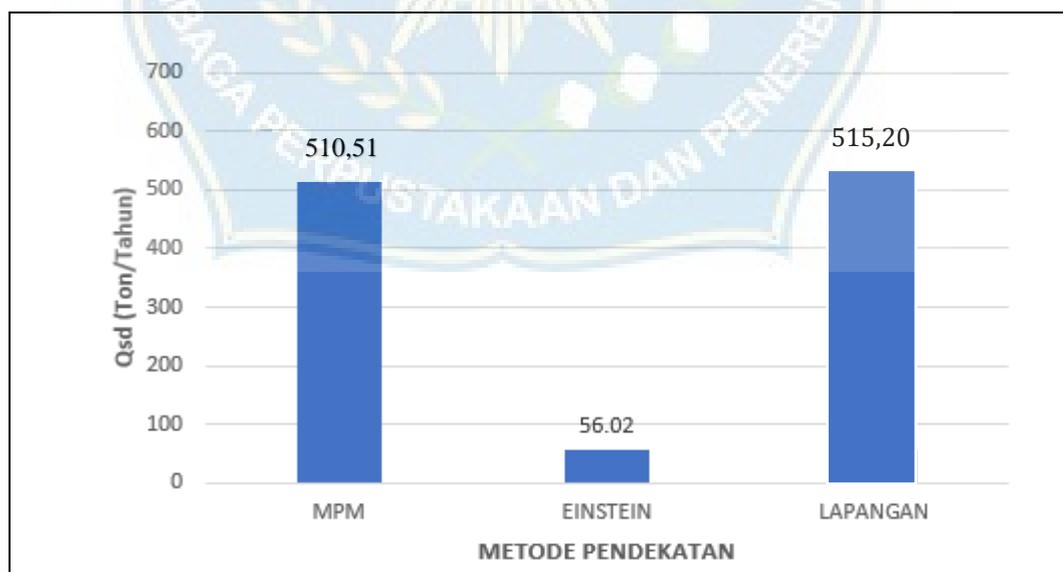
$$= 0,192 \text{ ton/hari}$$

$$S/\text{tahun} = 0,192 \times 365$$

$$= 70,08 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 4.9. Rekapitulasi debit Sedimen dasar (*Bed load*) berdasarkan pendekatan

Titik	Berdasarkan Pendekatan		Berdasarkan hitungan di lapangan (Sedimen dasar (Qsd) (ton/tahun)
	M.P.M (ton/tahun)	Einstein (ton/tahun)	
Hulu	489,1	41,96	441,28
Hilir	571,04	70,08	589,11
Rata-rata	510,51	56,02	515,20



Gambar 4.3. Grafik metode pendekatan

Berdasarkan gambar 4.3 grafik metode pendekatan pada halama 68 untuk perhitungan jumlah angkutan sedimen dasar, metode yang mendekati perhitungan lapangan yaitu metode MPM.

D. Pembahasan

Penelitian ini di lakukan di Sungai Kelara, hasil pengukuran data-data di lapangan yang terdapat di Sungai Kelara Kabupaten Jeneponto dengan melakukan secara langsung. Pengukuran di lakukan di dua bagian yaitu daerah hulu dan hilir sungai. Adapun data yang diambil antara lain data lebar sungai, data kecepatan aliran dan data sedimen dasar sungai. Data sedimen dasar sungai yang diambil sampelnya kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

Dari data-data diatas analisis yang telah kami lakukan dapat di lihat bahwa pada perhitungan angkutan sedimen dasar dengan metode *Meyer Peter Muller* dan *Einstein* mendapatkan hasil yang berbeda dikarenakan oleh nilai parameter yang digunakan dalam menghitung intensitas sedimen (ϕ).

Tabel 4.10. Perbandingan Variabel yang membedakan metode MPM dan Einstein.

Metode MPM	Metode Einstein
$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$	$Q_b = \phi (g \cdot \Delta \cdot D_{35}^3)^{1/2}$
$\phi = (4\Psi' - 0.188)^{3/2}$	$\phi = 0,044638 + 0,36249 \Psi' - 0,226795 \Psi'^2 + 0,036 \Psi'^3$
$\Psi = U^2 / \Delta \cdot g \cdot D_{35}$	$\Psi = U^2 / \Delta \cdot g \cdot D_{35}$

Jika hasil perhitungan sedimen menggunakan metode Mayer Peter Muller (MPM) lebih tinggi dibandingkan dengan metode Einstein, beberapa faktor mungkin berkontribusi terhadap perbedaan ini:

1) Asumsi Dasar Model

- Mayer Peter Muller Menggunakan model yang mungkin memiliki asumsi lebih konservatif atau standar terkait dengan aliran dan kondisi dasar. Misalnya, MPM sering kali mengasumsikan kondisi aliran yang lebih seragam dan mungkin kurang mempertimbangkan variasi lokal dalam turbulensi.
- Einstein Biasanya lebih terfokus pada variasi kondisi lokal dan dapat lebih disesuaikan dengan pengukuran lapangan yang spesifik, yang mungkin menghasilkan estimasi sedimen yang lebih realistis dan lebih rendah dalam beberapa kasus.

2) Penanganan Kecepatan Aliran

- Mayer Peter Muller Mengasumsikan bahwa aliran memiliki kecepatan tertentu yang dapat mengarah pada overestimasi jika kecepatan yang digunakan lebih tinggi dari nilai aktual atau jika aliran sangat turbulen.
- Einstein Metode ini sering kali lebih baik dalam menangani variasi kecepatan aliran dan dapat lebih akurat dalam memodelkan kondisi aliran yang lebih kompleks, sehingga dapat menghasilkan estimasi yang lebih rendah.

3) Ukuran Butir Sedimen

- Mayer Peter Muller Menggunakan ukuran butir yang mungkin lebih sederhana atau tidak terperinci. Jika ukuran butir yang diasumsikan lebih besar dari ukuran butir sebenarnya, hasil perhitungan bisa lebih tinggi.
- Einstein Biasanya mempertimbangkan distribusi ukuran butir yang lebih terperinci, yang memungkinkan estimasi yang lebih sesuai dengan kondisi nyata.

4) Kekasaran Dasar

- Mayer Peter Muller Menggunakan parameter kekasaran dasar yang mungkin tidak akurat atau terlalu generik, sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih tinggi.
- Einstein Sering kali memperhitungkan kekasaran dasar dengan lebih rinci dan dapat lebih sensitif terhadap perubahan kekasaran lokal.

5) Model Perhitungan

- Mayer Peter Muller Biasanya menggunakan model berbasis data empiris atau formula yang lebih sederhana. Ini mungkin menghasilkan estimasi yang lebih tinggi karena model ini bisa lebih konservatif atau tidak mempertimbangkan semua faktor variabel.
- Einstein Menggunakan model yang mungkin lebih kompleks dan berbasis data eksperimental yang lebih beragam, sehingga dapat menghasilkan estimasi yang lebih realistis dan lebih rendah.

6) Pengaruh Turbulensi dan Variasi Aliran

- Mayer Peter Muller Mungkin menganggap pola aliran dan turbulensi yang lebih homogen. Jika aliran nyata lebih turbulen atau variatif, metode ini bisa menghasilkan estimasi yang lebih tinggi.
- Einstein Lebih baik dalam menangani variasi aliran dan turbulensi yang kompleks, sehingga estimasi sedimen mungkin lebih rendah jika kondisi aliran yang sebenarnya dipertimbangkan.

7) Kondisi Eksperimental dan Validasi

- Mayer Peter Muller Mungkin memiliki batasan dalam hal validasi atau akurasi dalam kondisi lapangan yang sangat spesifik, menyebabkan hasil yang lebih tinggi.
- Einstein Biasanya divalidasi dengan data eksperimental yang lebih luas dan mungkin lebih cocok untuk kondisi spesifik dari lokasi penelitian.

8) Pendekatan Pengukuran

- Mayer Peter Muller Kadang-kadang menggunakan pendekatan yang lebih langsung atau teoritis.
- Einstein Cenderung menggunakan data pengukuran yang lebih terperinci dan pendekatan yang lebih empiris, yang dapat memberikan estimasi yang lebih rendah jika kondisi nyata diperhitungkan.

Perbedaan dalam hasil perhitungan sedimen antara metode Mayer Peter Muller dan metode Einstein umumnya berasal dari perbedaan asumsi, model, penting untuk mempertimbangkan semua parameter dengan cermat dan memilih metode yang paling sesuai dengan karakteristik spesifik dari lokasi dan kondisi lapangan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka kami menarik kesimpulan bahwa:

1. Data kecepatan aliran pada bagian hulu memiliki rata-rata sebesar 4,61 m³/detik dan kecepatan aliran pada bagian hilir memiliki rata-rata sebesar 5,35 m³/detik
2. Berdasarkan data pengukuran aliran sungai dan kadar sedimen dasar menggunakan metode *Meyer Petter Muler* sebesar 510,51 ton/tahun, perhitungan sedimen dasar menggunakan metode Einstein 56,02 ton/tahun, dan perhitungan berdasarkan data lapangan sebesar 515,20 ton/tahun. Metode yang mendekati data lapangan yaitu metode MPM.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam perhitungan sedimen dasar ada banyak parameter dan faktor yang mempengaruhi, sehingga perlu adanya kajian mendalam mengenai ilmu sedimentasi
2. Pada penelitian ini, pengambilan data hanya pada saat siang hari. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengambil data dalam waktu 34 jam atau lebih sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dengan keadaan yang terjadi di lapangan.

3. Penelitian ini hanya menggunakan 2 metode dalam menganalisa sedimen dasar di Bendung Kelara Kabupaten Jeneponto, maka disarankan agar penelitian selanjutnya menambahkan metode lainnya sebagai pembanding metode mana yang lebih akurat sebagai acuan untuk peneliti selanjutnya



LAMPIRAN

Lampian1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

NO	DOKUMENTASI	URAIAN KEGIATAN
1.		Sungai kelara kabupaten Jeneponto
2.		Pengukuran lebar sungai Kelara
3.		Pengukuran kedalaman sungai kelara

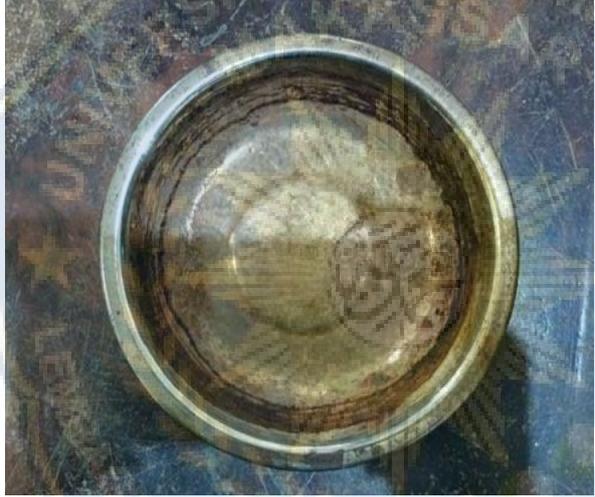
<p>4.</p>		<p>Pengukuran kecepatan aliran di sungai Kelara</p>
<p>5.</p>		<p>Pengambilan sampel sedimen dasar Hulu</p>
<p>7.</p>		<p>Pengambilan sampel sedimen dasar Hilir</p>

9.		Proses penimbangan sampel yang sudah di saring
10.		Memasukkan material sedimen ke dalam oven pengering

Lampiran 2. Alat Yang Digunakan

No.	Alat dan bahan	Nama alat dan bahan
1.		Curent meter
2.		Tali
3.		Meter

<p>5.</p>		<p>Ayakan</p>
<p>6.</p>		<p>Kantong plastic</p>
<p>7.</p>		<p>Oven</p>

8.		Timbangan
9.		Cawan
10.		Piknomete

<p>11.</p>		<p>Pompa vakum</p>
-------------------	---	--------------------



Lampiran 3. Analisa saringan

Ukuran saringan		Kumulatif		Σ persen tertahan	persen lolos
BS	(mm)	tertahan (gr)	tertahan %	%	%
4	4,75	8,61	0,86	0,86	99,14
8	2,35	22,48	2,25	3,11	96,89
14	1,41	18,69	1,87	4,98	95,02
16	1,18	462,78	46,28	49,39	50,61
40	0,45	788,37	78,84	128,22	-28,22
50	0,30	181,86	18,19	146,41	-46,41
100	0,15	16,45	1,65	148,06	-48,06
200	0,075	0	0,02	148,08	-48,08
Pan	pan	0,53	0,05	148,13	48,13
Jumlah		1500	150		

Lampiran 4. Berat jenis sedimen

Pemeriksaan		satuan	Patok 1	Patok 2	Patok 3
W1	Berat sampel	Gram	150	150	150
W2	Berat labu ukur	Gram	133	133	133
W3	Berat labu ukur+sampel	Gram	283	283	283
W4	Berat labu ukur+sampel+air	Gram	394	397	397
W5	Berat labu+air	Gram	294	297	294
W6	Berat setelah di oven	Gram	165,50	154,10	158,15
W7	Faktor koreksi		0,99598	0,99598	0,99598
W8	Suhu	°C	29	29	29

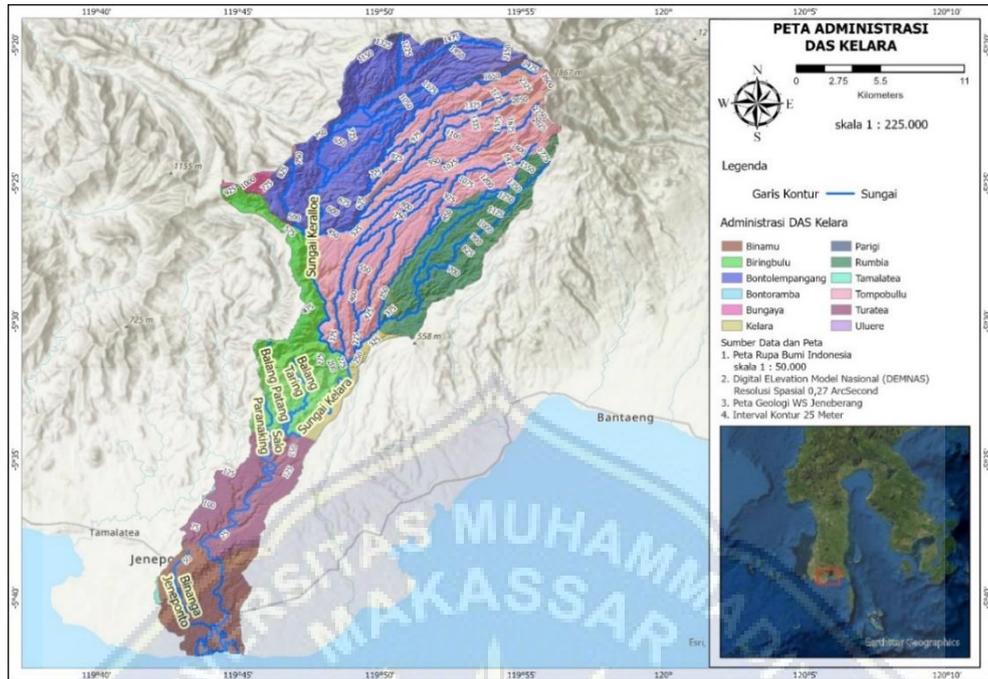
W9	Berat cawan	Gram	61,5	62	62
Berat jenis			2,65	2,67	2,67

Lampiran 5. Tabel faktor koreksi (a)

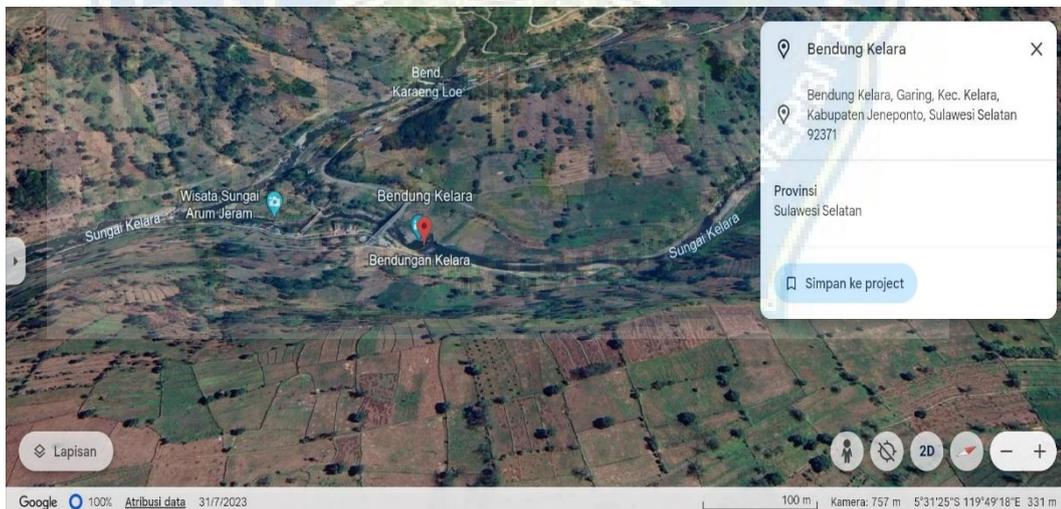
Temp.(c)	Unit Weight of Water
4	1
16	0,99897
17	0,9988
18	0,99862
19	0,99844
20	0,99823
21	0,99802
22	0,99870
23	0,99757
24	0,99733
25	0,99708
26	0,99682
27	0,99655
28	0,99267
29	0,99598
30	0,99568

*Sumber:*Dr.Ir.Hary Christiadi Hardiyatmo M.Eng,DEA(2002),Mekanika Tanah I

Edisi 4, Hal,151,Gajah Mada University Press,Yogyakarta



Gambar 5.1. Peta Administrasi pada DAS Kelara Karalloe
(Sumber: Peta Administrasi Kab. Jeneponto)



Gambar 5.2. Peta lokasi Penelitian Bendung kelara
(Sumber Google Earth)

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Amrullah, Studi Kinerja Flushing Conduit Sebagai Alat Penguras Endapan Sedimen Muara dengan Eksperimen Laboratorium. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar, 2010.
- Basri, Nurhidayah, and A D I Purwanto. 2018. "Studi Laju Sedimentasi Bagian Hilir Sungai Saddang." : 17–18.
- C. D. Soemarto, 1999, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Makawimbang, Anastasya Feby, Tiny Mananoma, and Jeffry Swingly Frans Sumarauw. 2022. "Analisis Pengaruh Transpor Sedimen Terhadap Stabilitas Morfologi Sungai Sario." *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 12(2): 151–66.
- Nasrullah, and Sulistiawati. 2018. "Tinjauan Tingkat Laju Sedimentasi Volume Tampung Waduk Pada Bendungan Karalloe Kab.Gowa."
- Purwono, N A S, and A Sismiani. 2019. "Studi Perubahan Morfologi Sungai Serayu Hilir Akibat Debit Banjir." *Teodolita (Media Komunikasi ...)*: 1–8. <http://e-journal.unwiku.ac.id/teknik/index.php/JT/article/download/269/162>.
- Pangestu, Hendar, and Helmi Haki. 2013. "Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 1(1): 103–9.

Rizkika, Utami. 2020. "Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Renggung Dan Saluran Primer Bendung Katon Dengan Metode M.P.M Dan Einstein." <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/18554>.

Sembiring, Amelia Ester, T. Mananoma, F. Halim, and E. M. Wuisan. 2014. "Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Panasen." *Jurnal Sipil Statik* 2(3): 148–54.

Sumardi, Mirza Arrazy, Liany A. Hendratta, and Fuad Halim. 2018. "Analisis Angkutan Sedimen Di Sungai Air Kolongan Kabupaten Minahasa Utara." *Jurnal Sipil Statik* 6(12): 1043–54.

Hambali, Roby, and Yayuk Apriyanti. 2016. "Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng - Kabupaten Bangka Barat." *Jurnal Fropil* 4(2): 165–74.

Wuaya, Yohanis et al. 2021. "Analisis Transpor Sedimen Pada Sungai Tondano Ruas Kairagi - Singkil." *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 11(1): 2087–9334.



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Dwi Wahyunengsih / Resa Darusman

Nim : 105811104917 / 105811109817

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	25 %	25 %
3	Bab 3	9 %	10 %
4	Bab 4	7 %	10 %
5	Bab 5	4 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 13 Agustus 2024

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

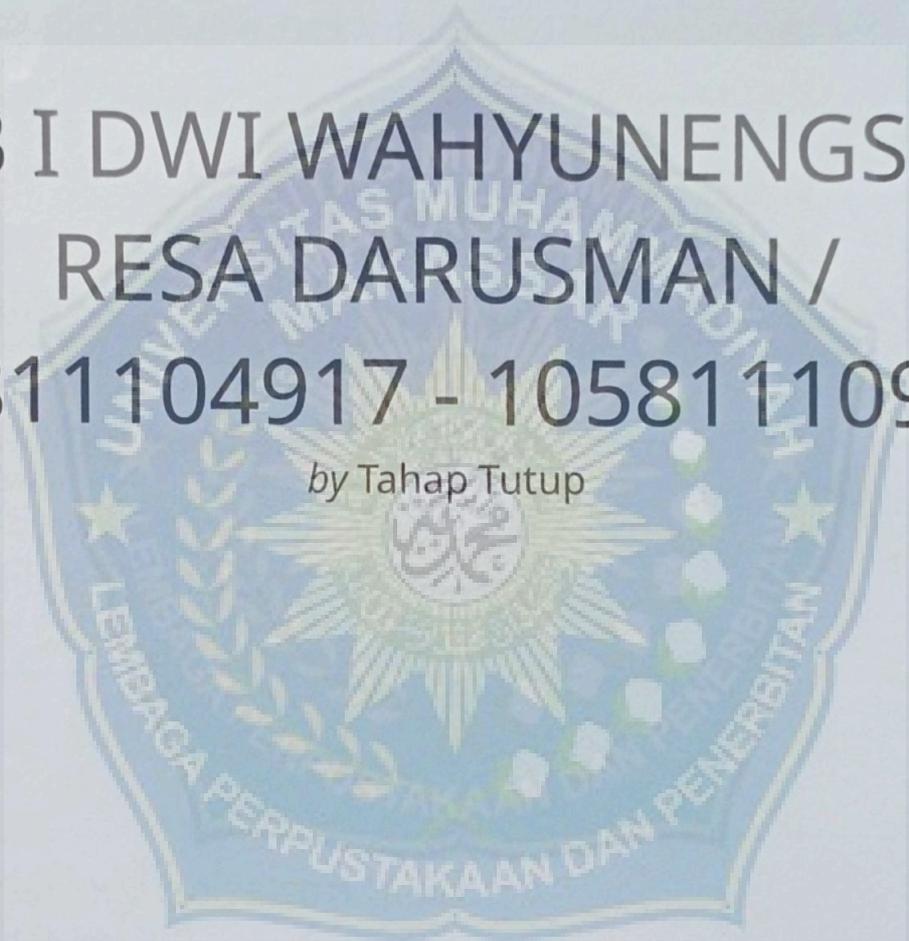


Muhammad S. Hum., M.I.P

NBM 964 591

BAB I DWI WAHYUNENGSIH -
RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

by Tahap Tutup



Submission date: 12-Aug-2024 06:41PM (UTC+0700)

Submission ID: 2431002580

File name: BAB_1_-_2024-08-12T193924.292.docx (450.58K)

Word count: 916

Character count: 5829

AB I DWI WAHYUNENGSIH - RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

ORIGINALITY REPORT

10
SIMILARITY INDEX



10%
INTERNET SOURCES

10%
PUBLICATIONS

%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.slideshare.net Internet Source	3%
2	Fadel Muhamad. "PENGARUH KOEFISIEN KEKASRAN CHEZY TERHADAP ANGKUTAN SEDIMEN DASAR SUNGAI DI RUAS JEMBATAN MAESA-NUNU PALU", Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako, 2022 Publication	3%
3	digilib.esaunggul.ac.id Internet Source	2%
4	ejournal.unma.ac.id Internet Source	2%
5	repository.upbatam.ac.id Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

BAB II DWI WAHYUNENGSIH -
RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

by Tahap Tutup



Submission date: 12-Aug-2024 06:42PM (UTC+0700)

Submission ID: 2431002984

File name: BAB_II_-_2024-08-12T193925.492.docx (699.47K)

Word count: 1726

Character count: 10042

AB II DWI WAHYUNENGSIH - RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX



25%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	4%
2	repository.ummat.ac.id Internet Source	4%
3	core.ac.uk Internet Source	4%
4	biologiarraniry15.wordpress.com Internet Source	4%
5	repository.polimdo.ac.id Internet Source	3%
6	journal.ubb.ac.id Internet Source	3%
7	riset.unisma.ac.id Internet Source	2%
8	ejurnal.untag-smd.ac.id Internet Source	2%

BAB III DWI WAHYUNENGSIH -
RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

by Tahap Tutup



Submission date: 12-Aug-2024 06:43PM (UTC+0700)

Submission ID: 2431003192

File name: BAB_III_-_2024-08-12T193927.254.docx (394.83K)

Word count: 770

Character count: 4236

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

turnitin

8%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

docplayer.info

Internet Source

4%

2

core.ac.uk

Internet Source

3%

3

Akhiruddin Maddu, Mahfuddin Zuhri, Irmansyah .. "PENGUNAAN EKSTRAK ANTOSIANIN KOL MERAH SEBAGAI FOTOSENSITIZER PADA SEL SURYA TiO₂ NANOKRISTAL TERSENSITISASI DYE", MAKARA of Technology Series, 2010

Publication

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

BAB IV DWI WAHYUNENGSIH -
RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

by Tahap Tutup



Submission date: 12-Aug-2024 06:44PM (UTC+0700)

Submission ID: 2431003531

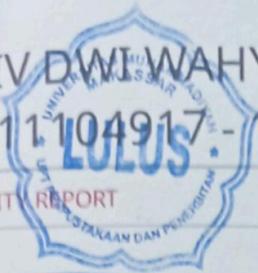
File name: BAB_IV_-_2024-08-12T193926.402.docx (225.7K)

Word count: 3979

Character count: 19132

AB IV DWI WAHYUNENGSIH - RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

ORIGINALITY REPORT



7%

turnitin

7%

0%

%

SIMILARITY INDEX

INTERNET SOURCES

PUBLICATIONS

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

iptek.its.ac.id

Internet Source

4%

2

repository.upp.ac.id

Internet Source

3%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



BAB V DWI WAHYUNENGSIH -
RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

by Tahap Tutup



Submission date: 12-Aug-2024 06:45PM (UTC+0700)

Submission ID: 2431003808

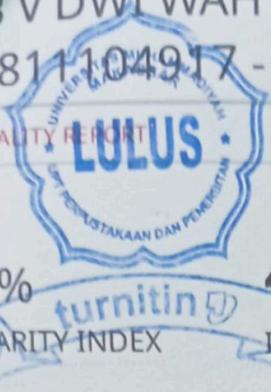
File name: BAB_V_-_2024-08-12T193927.264.docx (98.33K)

Word count: 224

Character count: 1425

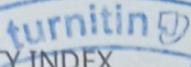
AB V DWI WAHYUNENGSIH - RESA DARUSMAN /
105811104917 - 105811109817

ORIGINALITY REPORT



4%

SIMILARITY INDEX



4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

ejurnal.stieyapan.ac.id

Internet Source

4%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches 2%

