

**SKRIPSI**

**ANALISIS SEBARAN SEDIMEN MELAYANG DAN SEDIMEN DASAR  
PADA SUB DAS LEKOPANCING KABUPATEN MAROS**



**OLEH :**

**MUHAMMAD IQBAL**

**105 81 11114 17**

**ABD, AZIZ**

**105 81 11081 17**

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

**2024**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama MUHAMMAD IQBAL dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11114 17 dan ABD. AZIZ dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11081 17 , dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 303/05/A.4-II/VIII/46/2024, 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 : Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT, IPM

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

3. Anggota : 1. Ir. M. Agus alim, ST., MT

2. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM

3. Asnita Virlayani, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hj. Nurriawaty, ST., MT., IPM  
NBM 795 198



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

# FAKULTAS TEKNIK

DUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website : [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id) e-mail : [unismuh@unismuh.ac.id](mailto:unismuh@unismuh.ac.id)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : ANALISIS SEBARAN SEDIMEN MELAYANG PADA SUB DAS  
LEKOPANCING KABUPATEN MAROS

Nama : Muhammad iqbal

Abd. Aziz

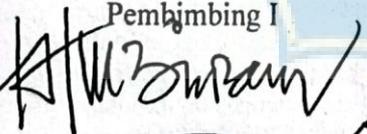
No. Stambuk : 105 81 11114 17

105 81 11081 17

Makassar, 25 Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

  
Ir. M. Aguslim, ST., MT  
NBM : 947993



## Analisis Sebaran Sedimen Melayang Dan Sedimen Dasar Pada Sub DAS Lekopancing Kabupaten Maros

INFO PENULIS	INFO ARTIKEL
Muhammad iqbal Universitas Muhammadiyah Makassar Daengngitung1206@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 22 Agustus 2024 <a href="http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst">http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst</a>
Abd. aziz Universitas Muhammadiyah Makassar	
Hamzah Al Imran Universitas Muhammadiyah Makassar	
sNenny Universitas Muhammadiyah Makassar	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

### Saran Penulisan Referensi:

Iqbal. M., Aziz. A., Al Imran, H., & Nenny. (2024). Analisis Sebaran Sedimen Melayang Dan Sedimen Dasar Pada Sub DAS Lekopancing Kabupaten Maros. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), 1-11.

### Abstrak

Sungai lekopancing adalah sebuah sungai di kabupaten Maros, beberapa kecamatan di sekitar kabupaten Maros seperti Tompobulu, Tanralili, dan moncongloe, serta kota makassar bagian utara dan timur, mengandalkan sungai lekopancing sebagai suplai air baku dan bersih untuk memenuhi kebutuhan, selain berdampak baik bagi manusia akan tetapi sungai juga dapat berdampak buruk seperti yang sering terjadi banjir, salah satu penyebab terjadinya banjir ialah sedimentasi di daerah aliran sungai(DAS) .tujuan penelitian ini untuk menganalisis volume sedimen total pada sungai lekopancing, penelitian dilaksanakan di sungai lekopancing kabupaten maros selama satu bulan yaitu pada bulan juli 2024 dengan tujuan mengetahui dampak banjir yang disebabkan oleh sedimentasi di wilayah aliran sungai lekopancing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar angkutan sedimen total yang terjadi di sungai lekopancing dengan menggunakan metode Einstein 359,88 m<sup>3</sup>/tahun dan menggunakan metode Duboys 19.900,47 m<sup>3</sup>/tahun , maka dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa besar angkutan sedimen total menggunakan metode Einsten lebih kecil dari angkutan sedimen total menggunakan metode Duboys.

**Kata kunci :** Banjir ,Sungai, Sedimentasi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sungai adalah aliran air alami dari daerah hulu ke daerah hilir. Aliran alami sungai merupakan sumber utama untuk memenuhi air bagi manusia. Hutan di pegunungan merupakan daerah tangkapan hujan. Dari daerah tangkapan hujan air mengalir pada anak-anak sungai menuju daerah bawah dan laut. Secara alami, sungai mengalir sambil melakukan aktivitas yang satu sama lain saling berhubungan. Aktivitas tersebut, antara lain erosi (pengikisan), pengangkutan (transportasi), dan pengendapan (sedimentasi). Ketiga aktivitas tersebut tergantung pada faktor kemiringan daerah aliran sungai, volume air sungai, dan kecepatan aliran

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

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya melambat atau

terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi.

Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen

Sungai Lekopancing adalah sebuah sungai di Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Beberapa kecamatan di sekitar Kabupaten Maros, seperti Tompobulu, Tanralili, dan Moncongloe, serta Kota Makassar bagian utara dan timur, mengandalkan Sungai Lekopancing sebagai suplai air baku dan air bersih untuk memenuhi kebutuhan. Selain berdampak baik bagi manusia, akan tetapi sungai juga dapat berdampak buruk seperti yang sering terjadi seperti banjir. salah satu factor penyebab terjadinya banjir ialah sedimentasi di Daerah Aliran Sungai (DAS).

Itu akan mengakibatkan terjadinya pendakalan sungai, sedimen dalam skala besar sehingga berpotensi menimbulkan banjir. Besarnya sedimentasi yang terjadi di sungai Lekopancing sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor erosi yaitu pertama iklim, faktor tanah, dan faktor manusia.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka penulis ingin meneliti berapa besar angkutan sedimen total yang terjadi di Sungai Lekopancing dengan mengangkat sebuah judul dalam penelitian ini yaitu “analisis sebaran sedimen melayang dan sedimen dasar pada SUB DAS Lekopancing”

#### **B. Rumusan Masalah**

1. Berapa volume sedimen melayang (suspended load transport) yang terjadi di Sungai Lekopancing?
2. Berapa volume sedimen dasar (bed load transport) yang terjadi di Sungai Lekopancing?
3. Berapa volume sedimen total yang terjadi di Sungai Lekopancing?

#### **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk menganalisis volume sedimen melayang (suspended load transport) yang terjadi di Sungai Lekopancing
2. Untuk menganalisis volume sedimen dasar (bed load transport) yang terjadi di Sungai Lekopancing
3. Untuk menganalisis volume sedimen total yang terjadi di Sungai Lekopancing

#### **4. Manfaat Penelitian**

1. Sebagai bahan pertimbangan serta menjadi dasar dalam penentuan pengendalian angkutan sedimen di Sungai Lekopancing.
2. Sebagai bahan pertimbangan serta perencanaan dalam evaluasi sistem pengendalian banjir.

## 5. Batasan Masalah

1. Lokasi di Sungai Lekopancing
2. Data lapangan (data primer)

## 6. Sistematika Penulisan

Berdasarkan uraian dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang hendak di capai dalam penelitian, maka kami menguraikan secara sistematika penulisan sebagai berikut.

**BAB I PENDAHULUAN:** Menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**BAB II METODE TINJAUAN PUSTAKA:** Tinjauan yang memuat secara sistematis tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian yang ada hubungannya dengan penelitian ini.

**BAB III METODE PENELITIAN: METODE** penelitian yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta tahap dalam proses penelitian di lapangan

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN:** Analisa hasil dan pembahasan yang menguraikan tentang hasil hasil yang di peroleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya.

**BAB V PENUTUP:** yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

Sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan setelah aliran permukaan dan mengalirkannya sampai ke laut. Oleh karena itu, sungai dapat diartikan sebagai wadah atau penampung dan penyalur aliran air yang terbawa dari Daerah Aliran Sungai (DAS) ke tempat yang lebih rendah dan bermuara di laut. Selanjutnya di jelaskan bahwa DAS adalah suatu system yang merubah curah hujan ke dalam debit di pelepasannya sehingga menjadi system yang kompleks (Rachmayanti, Musa, and Mallombasi 2022).

Sungai berfungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai itu penting untuk irigasi. Daerah pengaliran sebuah sungai adalah tempat presipitasi itu mengkonsentrasi ke sungai. Garis batas daerah-daerah aliran yang berdampingan disebut batas daerah pengairan (Purnama, Hariadi, and Saputro 2015).

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Ada juga sungai yang terletak di bawah tanah, disebut sebagai (*underground river*). Misalnya sungai

bawah tanah di Gua Hang Soon Dong di Vietnam, sungai bawah tanah di Yucatan (Meksiko), sungai bawah tanah di Gua Pindul (Indonesia).

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

Sungai merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Air dalam sungai umumnya terkumpul dari presipitasi, seperti hujan, embun, mata air, limpasan bawah tanah, dan di beberapa negara tertentu juga berasal dari lelehan es/salju. Selain air, sungai juga mengalirkan sedimen dan polutan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 35 Tahun 1991 Tentang Sungai. Ada bermacam-macam jenis sungai yang ada di Indonesia sungai tersebut dapat dibedakan berdasarkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan sumber air sungai dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:
  - a) Sungai yang bersumber dari air hujan atau dari mata air. Sungai jenis ini terdapat di Indonesia. Dikarenakan Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan banyak sumber air.

- b) Sungai gletser, sungai yang sumber airnya bersumber dari lelehan gletser yang mencair dari pegunungan. Sungai jenis ini terdapat di pegunungan.
  - c) Sungai campuran, sungai yang sumber airnya dari lelehan gletser, air hujan dan dari sumber mata air yang mengalir dan mejadi satu. Contoh sungai campuran yang ada di Indonesia adalah sungai Digul dan sungai Mamberamo yang berada di Irian Jaya.
2. Alur sungai dikategorikan menjadi tiga, sebagai berikut :
- a) Bagian hulu sungai memiliki ciri khas arus deras, erosi yang besar pada bagian bawah sungai. Dengan demikian hasil erosi tidak hanya sedimen pasir, kerikil, atau batu dapat terbawa ke hilir.
  - b) Bagian tengah yang merupakan bagian perpindahan dari hulu sungai ke bagian hilir, dan memiliki kemiringan dasar sungai yang relatif lebih landai sehingga kekuatan erosinya tidak terlalu besar dan arah erosinya mengarah ke bagian dasar dan samping serta terjadinya pengendapan.
  - c) Bagian hilir yang memiliki bagian kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat, sehingga arusnya tenang, daya erosi akibat aliran kecil dengan arah ke samping dan akan banyak endapan.

Pemanfaatan terbesar sebuah sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya potensial untuk dijadikan objek wisata sungai.

## B. Debit Aliran Sungai

Debit aliran sungai merupakan volume air yang mengalir melewati penampang sungai pada luasan dan kecepatan tertentu yang saling mempengaruhi terutama curah hujan dan sifat fisik. Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelolaan sumber daya air. Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang mengalir melewati suatu penampang melintasi sungai persatuan waktu, satuan debit adalah  $m^3/detik$ . Debit sungai diperoleh setelah mengukur kecepatan air dengan alat pengukur atau pelampung untuk mengetahui data kecepatan aliran sungai (Asdak 2023).

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

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

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam 28 sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3 / dtk$ ). Dalam laporan-laporan teknis, debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf aliran. Hidrograf aliran adalah suatu perilaku debit sebagai respon adanya perubahan karakteristik biogeofisik yang berlangsung dalam suatu sungai (oleh adanya kegiatan pengelolaan sungai) dan atau adanya perubahan iklim local (Asdak 2023).

Debit dan sedimen merupakan komponen penting yang berhubungan dengan permasalahan sungai seperti erosi, sedimen, banjir, dan longsor. Oleh karena itu, pengukuran debit dan sedimen harus dilakukan dalam monitoring sungai. Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai perunit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (cross section). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran sungai.

$$Q = A \cdot V$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit Aliran (m}^3 \text{ dtk)}$$

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

$V$  = Kecepatan Aliran Sungai (m/dtk)

Luas penampang diukur dengan menggunakan meteran dan piskal (tongkat bambu atau kayu) dan kecepatan aliran diukur dengan menggunakan current meter (Ninigkuela and Said 2016).

Kecepatan aliran sungai pada suatu penampang saluran tidak sama. Kecepatan aliran sungai ditentukan oleh bentuk aliran, geometri saluran dan faktor-faktor lainnya. Kecepatan aliran sungai diperoleh dari rata-rata kecepatan aliran pada tiap bagian penampang sungai tersebut. Idealnya, kecepatan rata-rata diukur dengan mempergunakan flow probe atau current meter. Alat ini dapat mengetahui kecepatan aliran pada berbagai kedalaman penampang. Monitoring debit sungai secara kontinyu sangat diperlukan untuk melakukan evaluasi sungai dalam jangka panjang. Metode yang digunakan dalam monitoring debit adalah metode pendekatan EINSTEN dan DBOYS debit (rating curve). Rating curve merupakan persamaan garis yang menghubungkan tinggi muka air sungai (m) dan besarnya debit air, sehingga debit dapat diduga melalui tinggi muka air sungai (Ninigkuela and Said 2016).

Menurut (Ninigkuela and Said 2016), pengukuran kecepatan aliran dengan metode ini dapat menghasilkan perkiraan kecepatan aliran yang memadai. Prinsip pengukuran metode ini adalah mengukur kecepatan aliran tiap kedalaman pengukuran ( $d$ ) pada titik interval tertentu dengan current meter atau flow probe. Langkah pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Pilih lokasi pengukuran pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak banyak pusaran air. Bila sungai relatif lebar, bawah jembatan adalah tempat pengukuran cukup ideal sebagai lokasi pengukuran.
2. Bagilah penampang melintang sungai/saluran menjadi 10-20 bagian yang sama dengan interval tertentu.
3. Ukur kecepatan aliran pada kedalaman tertentu sesuai dengan kedalaman sungai pada setiap titik interval yang telah dibuat sebelumnya.
4. Hitung kecepatan aliran rata-ratanya.

### **C. Pengertian Sedimentasi**

Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang di transport oleh media air, angin, es, dan glistier di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang di angkut.

Sedimentasi adalah tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai dan masuk kedalam suatu badan air. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk. Sedimen yang masuk kedalam badan air hanya sebagian saja dari tanah yang tererosi dari tempatnya. Sebahagian lagi dari tanah yang terbawa erosi akan mengendap pada suatu tempat di lahan di bagian bawah tempat erosi pada DAS tersebut. nisbah antar jumlah sedimen yang terangkut ke dalam sungai terhadap jumlah erosi yang

terjadi di dalam sungai disebut Sediment Delivery Ratio (SDR)/ Nisbah Pelepasan Sedimen (NLS).



Gambar 1. Proses Sedimentasi (Sumber : Wulandari et al., 2020).

Sedimentasi merupakan masuknya muatan sedimen ke dalam suatu lingkungan perairan tertentu melalui media air dan diendapkan di dalam lingkungan tersebut. Menurut (Pipkin 1977) sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang dipindahkan dari berbagai sumber air darat maupun laut dan didepositkan oleh udara, angin, es, dan air. Selain itu ada juga yang dapat diendapkan dari material yang melayang dalam air (suspensi) atau dalam bentuk kimia pada suatu tempat atau presipitasi kimia. Sedimentasi berdasarkan ilmu geologi dan stratigrafi adalah proses-proses yang berperan atas terbentuknya batuan sedimen. Selanjutnya disebutkan bahwa urutan proses sedimentasi adalah meliputi proses pelapukan, perpindahan, deposisi atau sedimentasi, serta lithifikasi atau pembatuan (Krumbein dan Sloss, 1971).

Sedimentasi adalah proses pengendapan sedimen oleh media air, angin, atau es pada suatu cekungan pengendapan pada kondisi P dan T tertentu. Dalam batuan sedimen dikenal dengan istilah tekstur dan struktur. Tekstur adalah suatu kenampakan yang berhubungan erat dengan ukuran, bentuk butir, dan susunan komponen mineral-mineral penyusunnya. Studi tekstur paling bagus dilakukan pada contoh batuan yang kecil atau asahan tipis. Sedangkan struktur merupakan suatu kenampakan yang diakibatkan oleh proses pengendapan dan keadaan energi pembentuknya. Pembentukannya dapat terjadi pada waktu yang relative singkat atau sesaat setelah pengendapan. Struktur berhubungan dengan kenampakan batuan yang lebih besar, paling bagus diamati di lapangan misal pada perlapisan batuan (Nisa, Yulianto, and Sugeng 2012).

#### 1. Proses Sedimentasi

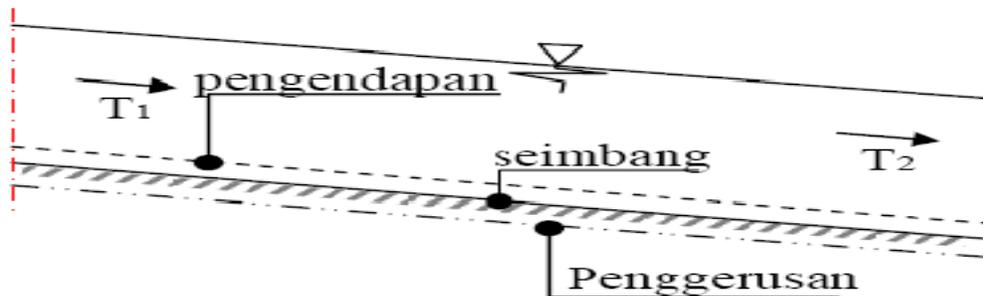
Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan (transportasi), pengendapan (deposition), dan pemadatan (compaction) dari sedimen itu sendiri. Di mana proses ini berjalan sangat kompleks, di mulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus lalu menggelinding bersama aliran, sebagian tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Purnama, Hariadi, and Saputro 2015) .

Sedimen yang sering di jumpai di dalam Sungai, baik terlarut atau tidak terlarut, adalah merupakan produk dari pelapukan batuan induk yang di pengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama perubahan iklim. Hasil pelapukan batuan induk

tersebut kita kenal sebagai partikel-partikel tanah. Pengaruh tenaga kinetis air hujan dan aliran air permukaan (untuk kasus di daerah tropis), partikel-partikel tanah tersebut dapat terkelupas dan terangkut ke tempat yang lebih rendah untuk kemudian masuk ke dalam sungai dan di kenal 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 Sungai (Asdak 2023).

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 and Christady 2009).

Kapasitas angkutan sedimen pada penampang memanjang Sungai adalah besarnya sedimen yang lewat dari penampang tersebut dalam satuan waktu tertentu. Terjadinya penggerusan, pengendapan atau mengalami angkutan seimbang perlu di ketahui kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut. Sungai di sebut dalam keadaan seimbang jika kapasitas sedimen yang masuk pada suatu penampang memanjang sungai sama dengan kapasitas sedimen yang keluar dalam satuan waktu tertentu. Pengendapan terjadi di mana kapasitas sedimen yang masuk lebih besar dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu. Sedangkan penggerusan adalah suatu keadaan di mana



Gambar 2. Angkutan sedimen pada penampang memanjang Sungai (Sumber: Pangestu & H, 2013)

Kapasitas sedimen yang masuk lebih kecil dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu (Pratama 2019). Gambar berikut ini memperlihatkan keadaan suatu penampang sungai apakah akan terjadi penggerusan, pengendapan, atau mengalami angkutan sedimen.

Bila :

$T_1 < T_2$  maka terjadi penggerusan (degradasi)

$T_1 = T_2$  terjadi pengangkutan sedimen tetapi kondisi dasar stabil

$T_1 > T_2$  maka terjadi pengendapan (agradasi)

$T$  = kapasitas pengangkutan

## 2. Siklus Sedimentasi

Sedimentasi terjadi hampir di seluruh permukaan bumi ini baik daratan maupun lautan. Dari sedimen/batuan sedimen yang di peroleh, seorang geologist dapat memperkirakan kapan, di mana, bagaimana, apa, bahan asal dari sedimen tersebut sehingga bisa di petakan daratan dan lautan pada masa lampau. Jika batu sedimen berasal dari batuan yang sudah ada sebelumnya maka dapat di ketahui

bagaimana sejarah perubahan iklim di muka Bumi dan sifat kimia air laut pada masa lampau. Kemudian ilmu yang mempelajari sedimentasi (*sedimentologi*) memiliki nilai praktis untuk eksplorasi sumber daya alam seperti minyak dan gas bumi, batu bara, uranium, dan sebagainya.



Gambar 3. Siklus Sedimentasi (Sumber :Arifita et al., 2022).

Sedimentasi sendiri memiliki tahapan :

1. Pelapukan (merupakan proses saat hancurnya batuan yang sudah ada karena factor fisika maupun kimia).
2. Erosi (tahap yang memobilisasi/mengikis partikel yang terbentuk saat pelapukan, kebanyakan oleh air hujan).

Pelapukan dan erosi memproduksi partikel dan bahan terlarut yang produk akhirnya dibedakan menjadi

- a. Sedimen silikiklastik terbentuk karena pelapukan fisika dan kimia, ukuran dari batu besar hingga lempung, umumnya dari bahan silika, kestabilan kimia dari dari suatu mineral mempengaruhi banyaknya partikel terbentuk.
  - b. Sedimen kimiawi terbentuk dekat sumber karena penguapan, seperti air laut yang menguap yang menyisakan garam dan gipsium
  - c. Sedimen biologis juga terbentuk dekat dengan sumber, bersumber dari bagian tubuh organisma yang tersisa Ketika mati yang kemudia terendapkan seperti cangkang hewan yang mengandung mineral tertentu organisme hidup merupakan faktor pengontrol secara tidak langsung sedangkan sisa bagian tubuhnya yang mengandung mineral merupakan faktor pengontrol langsung. Pada laut dangkal sisa tubuh organisma dapat tertransportasi dan membentuk sedimenbioklastik, sedangkan pada laut dalam didominasi oleh sisa organisme berbahan kalsit).
3. Transportasi tahap saat arus angin, air, glistier membawa partikel dari sumber ke cekungan.
  4. Deposisi/sedimentasi tahap ketika partikel selesai berpindah seperti saat angin melemah, arus air melambat, ataupun pinggir es yang mencair.

Tranportasi dan deposisi merupakan perjalanan partikel yang sudah terbentuk ke area sedimentasi. Jarak transportasi dari sedimen kimiawi maupun biologis lebih pendek dari pada jarak transportasi sedimen klastik. Pada sedimen klastik agen transportasinya adalah arus. Arus kuat bisa membawa partikel yang besar

sedangkan arus yang kecil hanya akan membawa partikel yang kecil. Arus dikelompokkan menjadi :

- a. Arus kuat kecepatan  $> 50$  cm membawa kerikil dan bahan yang melimpah dengan kuarsa.
  - b. Arus menengah kecepatan 20-50 cm/s umumnya di sungai yang membawa dan mengedepankan partikel pasir, karena densitas angin  $<$  densitas air maka kecepatan angin harus lebih besar dari pada arus air untuk membawa partikel pasir.
  - c. Arus lemah kecepatan  $< 20$  cm/s membawa lumpur yang terjadi dari partikel klastik halus, umumnya lumpur di laut terendapkan tidak jauh dari pantai karena arus di dekat pantai cukup tenang. Arus juga mempengaruhi sortasi (keseragaman butir partikel). Di samping arus air dan angin memindahkan partikel maka partikel terabrasi yang berakibat pada berkurangnya ukuran partikel dan membundarkan partikel.
5. Penimbunan (tahap ketika lapisan sedimen terakumulasi di cekungan dan semakin tua, sedimen sebelumnya akan terkompaksi dan tertimbun di kedalaman tertentu hingga proses tektonik mengangkatnya Kembali ke permukaan bumi.
  6. Diagenesa (tahap perubahan fisika dan kimia baik meliputi tekanan, suhu, dan reaksi kimia yang kemudian timbunan sedimen di cekungan menjadi batuan sedimen).

Pada proses diagenesa terjadi perubahan baik secara fisika, kimia, tekanan maupun temperature yang akan mengubah sedimen menjadi batuan sedimen. Proses diagenesa terjadi umum pada seluruh bagian sedimen baik pada materi organik maupun pada bagian antar butir sedimen. pada materi organik contohnya pematangan minyak bumi dan pada antar butir adalah litifikasi (kompaksi dan sementasi). Kompaksi akan menyebabkan mineral terlarut keluar dari butir dan mineral tersebut akan merekatkan antar butir yang di sebut proses sementasi. Batuan sedimen sendiri dapat di bedakan berdasarkan : ukuran (kasar, medium, dan halus) dan sifat biologis kimiawi.

#### **D. Angkutan Sedimen**

Angkutan sedimen adalah proses berpindah tempatnya bahan sedimen dari kesatuannya akibat terlepas dan terbawah oleh aliran permukaan yang mengalir ke tempat lain. Pada umumnya pergerakan sedimen searah dengan aliran permukaan (Yang C.T., dkk, 1996).

Pengetahuan mengenai angkutan sedimen (sedimen transport) yang terbawa oleh aliran sungai dalam kaitannya debit sungai akan mempengaruhi arti pentingnya bagi para teknisi yang terlibat langsung dalam kegiatan pengembangan dan pengelolaan dari sumber daya air, konservasi tanah dan air serta, perencanaan bangunan pengaman sungai. Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang di transport oleh media air, angin, dan gaster 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 di gurun 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 di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung melayang atau di geser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. Pengendapan material batuan yang telah di angkut oleh tenaga air atau angin tadi membuat terjadinya sedimentasi.

#### **E. Penggolongan Sedimen**

Seperti telah kita ketahui bahwa sedimen merupakan material yang terbawa oleh pengaliran air permukaan bumi akibat dari erosi, kemudian mengendap pada suatu tempat di mana arus pengaliran air sudah tak berpengaruh lagi. Dari proses kejadian erosi dapat di ketahui bahwa erosi terjadi pada daerah-daerah yang kondisi tanahnya kritis dan dengan bantuan air hujan akan mengakibatkan lapisan tanah tersebut akan menjadi lepasdan terpisah. Jadi di sini dapat di lihat bahwa besarnya curah hujan yang menyebabkan terjadinya erosi dan kemampuan tanah menahan erosi yang sangat menentukan besarnya sedimen yang terjadi.

Setiap sungai membawa sejumlah sedimen terapung (*suspended sediment*) serta menggerakkan bahan-bahan padat di sepanjang dasar sungai sebagai muatan dasar (*bed load*). Karena berat jenis bahan-bahan tanah adalah kira-kira 2,65 g/cc.

maka partikel-partikel sedimen terapung cenderung untuk mengendap ke dasar alur, tetapi arus ke atas pada aliran turbulen menghalangi pengendapan secara gravitasi tersebut. Bila air yang mengandung sedimen mencapai suatu waduk, maka kecepatan dan turbulensinya akan sangat jauh berkurang. Muatan sedimen terapung pada Sungai-sungai diukur dengan cara mengambil contoh air, menyaringnya untuk memisahkan sedimen, mengeringkannya, dan kemudian menimbang bahan-bahan yang di saring tersebut. Muatan sedimen dinyatakan dalam (*parts per million*). Sedimen yang tererasi dalam suatu lembah sungai dalam suatu kejadian hujan dapat diendapkan di alur sungai dan tinggal disana hingga hujan berikutnya mendorongnya ke hilir. Bagian-bagian tertentu dari lembah sungai mungkin lebih peka terhadap erosi dari pada bagian-bagian lainnya, sehingga muatan sedimen yang lebih besar dapat di harapkan bila curah hujan terpusat pada daerah semacam ini (Djamal and Pasmal 2023).

Angkutan sedimen dapat bergerak, bergeser, di sepanjang 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.

Menurut sumber asalnya angkutan sedimen di bedakan menjadi muatan material dasar (*bed material load*), dan muatan bilas (*wash load*). Sedangkan menurut mekanisme pengangkutannya di bedakan menjadi muatan sedimen melayang (*suspended load*), dan muatan sedimen dasar (*bed load*).

Pada sungai-sungai aluvial besarnya muatan material dasar yang terangkut dapat di bedakan menjadi muatan sedimen dasar dan muatan sedimen melayang. Disamping material dasar ada juga angkutan sedimen yang sangat halus yang di sebut dengan muatan bilas. Besarnya volume muatan bilas umumnya tidak tergantung pada kondisi hidrologis Sungai, melainkan kondisi daerah pengaliran sungai. Jumlah total ketiga tipe angkutan sedimen tersebut merupakan debit sedimen total (*sedimen discharge*).

Angkutan sedimen terjadi karena beberapa faktor di antaranya Sebagian masih tergantung dari keberadaan sedimen itu sendiri di lihat dari sistem pengangkutannya, sedimen dapat di bagi atas 3 (tiga) golongan yaitu :

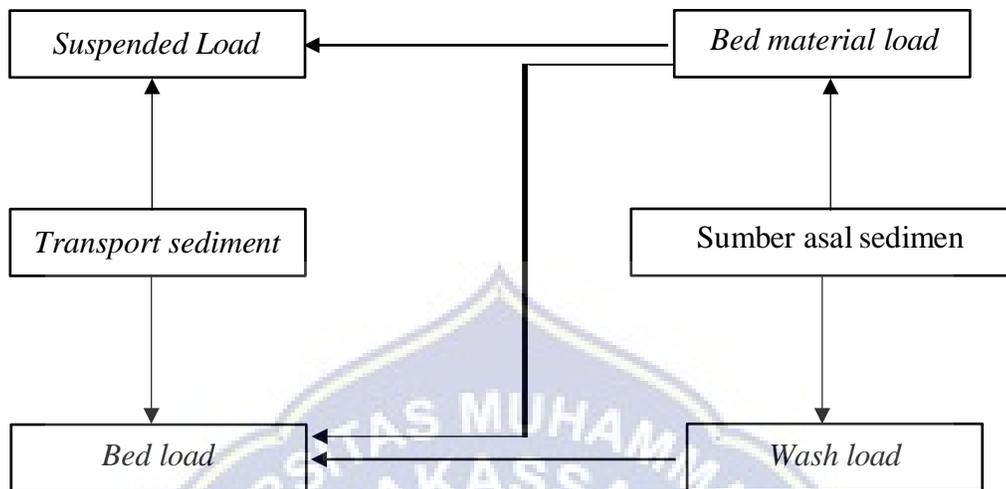
1. Angkutan melayang (*suspended load*) di mana perpindahan partikel- partikel tanahnya bergerak melayang-layang dalam air dan terbawa aliran air.
2. Angkutan dasar (*bedload*) di mana gerakan dan perpindahan partikel tanahnya selalu pada dasar saluran atau aliran dengan cara melompat (jatuh). Berguling dan menggelinding akan tetapi partikel angkutan dasar ini lambat laun kemungkinan dapat berubah diri menjadi angkutan melayang akibat percobaan-percobaan yang terjadi selama dalam pemindahannya.
3. (*Wash load*) merupakan angkutan partikel halus yang mempunyai kandungan lempung (*silk*) dan debu (*dust*), partikel ini bergerak dan terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terus bergerak dan terbawa aliran menuju ke laut, namun tidak semua partikel akan terbawa, sebahagian partikel akan

mengendap pada aliran yang lebih tenang atau pada kondisi air yang tergenang.

Dari ketiga angkutan tersebut di atas, batas yang jelas dan nyata dari ketiganya sangat sulit di bedakan keadaannya dengan cara pendekatan secara umum tinggi maksimum angkutan dasar dari dasar saluran berbeda atau terletak dua atau tiga kali lebih besar dari partikelnya. Di tinjau dari asalnya sedimen dapat di bedakan atas dua golongan yaitu :

1. Angkutan material dasar (*bed material transport*) di mana sumber asal materialnya berasal dari dasar, berarti bahwa angkutan di tentukan oleh keadaan dasar dan aliran (angkutan bed material dapat berubah angkutandasar maupun angkutan melayang, tergantung dari, ukuran dan keadaan materialnya).
2. *Wash load* , Dimana asal materialnya di produksi , di datangkan dan di angkut dari sumber- sumber luar saluran atau sungai.material *wash load* biasa terjadi adanya erosi, pada umumnya wash load sebagai angkutan melayang.

Secara skematis sedimen dapat di gambarkan sebagai berikut ;



Gambar 4. Skema Penggolongan Sedimen (Sumber :Pratama, 2019).

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa di antara beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya angkutan sedimen adalah tergantung pula keberadaan sediment tersebut, yang termasuk di dalamnya angkutan dasar, angkutan melayang, angkutan material dasar, dan wash load, di mana semuanya masih sangat ditentukan oleh besar atau kecilnya tingkatan kehadiran erosi. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya angkutan sediment berdasarkan dari teori adalah terjadinya gerusan, pengangkutan, dan pengendapan.

#### 1. Muatan sedimen melayang (*suspended load*)

Indikator terjadinya sedimentasi dapat dilihat dari besarnya kadar lumpur dalam air yang terangkut oleh aliran air sungai, atau banyaknya endapan sedimen pada badan-badan air dan atau waduk. Makin besar kadar sedimen yang terbawa oleh aliran berarti makin tidak sehat kondisi DAS. Besarnya kadar muatan

sedimen dalam aliran air di nyatakan dalam besaran laju sedimentasi (dalam satuan ton atau m<sup>3</sup> atau mm per tahun).

Kadar muatan sedimen dalam aliran air pengambilan contoh air pada berbagai tinggi muka air (TMA) banjir saat musim penghujan. Qs dalam ton/hari dapat di jadikan dalam ton/ha/thn dengan membagi nilai Qs dengan luas DAS. Selanjutnya nilai Qs dalam ton/ha/th di konversikan menjadi Qs dalam mm/tahun dengan mengalikannya dengan berat jenis (BJ) tanah menghasilkan nilai tebal endapan sedimen (Seta, 1995).

Debit sedimen melayang dapat di hitung sebagai hasil perkalian antara konsentrasi sedimen dan debit air ,dengan persamaan sebagai berikut :

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

Di mana:

$Q_{si}$  = Debit muatan melayang (ton/hari)

$Q_w$  = Debit air (m<sup>3</sup>/det)

$C_s$  = Konsentrasi sedimen (mg/l)

$k$  = Faktor konversi (0,0864)

Berdasarkan persamaan di atas maka dapat di jelaskan melalui penjabaran berikut:

1) Konsentrasi sedimen beban melayang ( $C_s$ )

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

Dimana :

$C_s$  = konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

$V$  = volume sampel sedimen (mm)

$b$  = berat cawan berisi endapan sedimen (gr)

$a$  = berat cawan kosong (gr)

## 2) Debit air ( $Q_w$ )

Metode yang umum di terapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai:

$$Q_w = A \times V$$

$A$  = luas penampang vertikal ( $m^2$ )

$V$  = kecepatan aliran

## 2. Muatan sedimen dasar (*bed load*)

Sedimen bergerak di dasar saluran dengan cara menggelinding (rolling), menggeser, (sliding), dan meloncat (jumping) atau dengan kata lain partikel – partikel kasar yng bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan ,adanya muatan dasar di tunjuk oleh Gerakan -gerakan partikel -partikel dasar sungai ,akan tetapi tidak akan lepas dari dasar sungai,pengukuran sedimen dasar (bed load) secara langsung sangat sulit di lakukan,pengukuran sedimen dasar (bed load) biasanya di lakukan dengan pengambilan sampel dengan alat penangkap sedimen.Bila pengukuran sedimen dasar (bed load) tidak di lakukan , besarnya sedimen tersebut dapat di perkirakan dengan menggunakan table Borland dan Maddock (1951) dalam puslitbang PU tahun 1989, yang tergantung pada

konsentrasi dan gradasi butiran sedimen layang (suspended load) berupa clay, silt dan pasir (Rachmayanti, Musa, and Mallombasi 2022).

Berdasarkan keterangan di atas maka muatan sedimen dasar dapat di hitung menggunakan metode Einstein dan DBoys berikut :

#### 1. Metode Einstein

$$\Phi = f(\Psi) \quad (1)$$

Dimana:

$\Phi$  = intensitas muatan sedimen dasar

$F(\Psi)$  = intensitas aliran

$$\Phi = \frac{Q_b}{Y_s} \left( \frac{P}{P_s - P} \cdot \frac{1}{gD^3} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Dimana:

$Q_b$  = Volume Angkutan ( $m^3/dt/m$ )

$$F(T) = \frac{P_s \cdot D}{P \cdot SR_b}$$

$R'$  adalah jari-jari hidrolis yang menampung muatan sedimen dasar.

$$R' = R \left( \frac{n'}{n} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

Dari pendekatan Einstein:

$$\Psi = \frac{P_s - P}{P} \cdot \frac{D_{35}^3}{R \left( \frac{-}{n} \right)^{2S}} \quad (4)$$

Laju muatan sedimen dasar per unit lebar dasar sungai dihitung dengan rumus:

$$\Phi = \frac{Q_b}{y_s} \left( \frac{P}{P_s - P} \cdot \frac{1}{g D_{35}} \right)^z \quad (5)$$

Laju muatan sedimen seluruh lebar dasar sungai adalah:

$$Q_b = q_b \cdot W \quad (6)$$

## 2. Persamaan DBoys

DuBoys (1979) mengasumsikan bahwa partikel sedimen bergerak berlapis lapis di sepanjang lapisan. Lapisan ini bergerak karena gaya traksi yang bekerja di sepanjang dasar. Ketebalan setiap lapisan adalah  $\epsilon$ . Dalam kondisi keseimbangan gaya trafik harus diimbangi oleh gaya tahanan total di antara lapisan-lapisan ini yaitu :

$$a) T_0 = \gamma \cdot d \cdot I \quad (7)$$

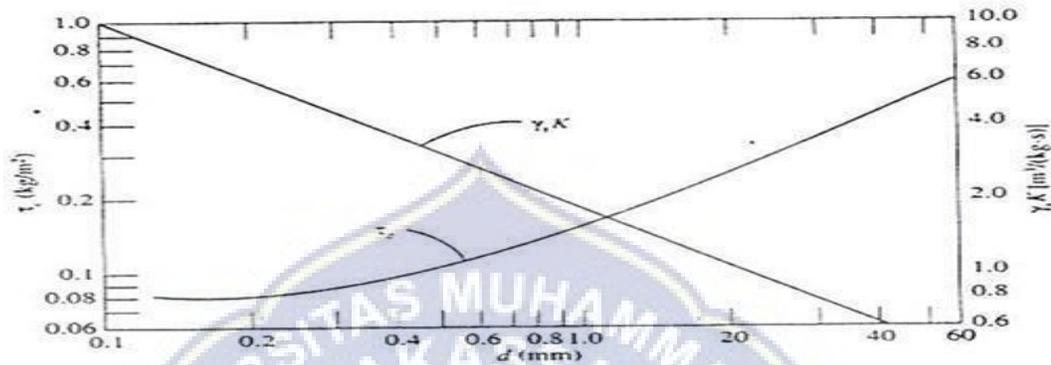
Dimana :

$\gamma$  = Berat jenis air

$d$  = Kedalaman saluran

$I$  = Kemiringan

Kekuatan traksi kritis di dasar ( $\tau_c$ ) dapat di hitung dengan diagram yang diberikan oleh Shield.



Gambar 5. Parameter sedimen dan gaya traksi kritis untuk persamaan bed-load *DuBoys* (Satuan metrik).

b.) Muatan sedimen dasar (Bed Load) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$q_b = \frac{0,173}{D_{50}^{0,75}} T_0 \times (T_0 - T_c) \quad (8)$$

Dimana :

$D^{50}$  = diameter partikel sedimen yang 50% lolos saringan.

c.) Muatan sedimen dasar (Bed Load) persatuan lebar, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$q_m = \frac{\sqrt{q_b}}{B} C_m \quad (9)$$

Dimana :

$q_m$  = muatan sedimen dasar (Bed Load) per satuan lebar

$B$  = lebar saluran

$C_m$  = konsentrasi berat kering sedimen

### 3. Perhitungan total sedimen (*Total load*)

Sedimen total dapat di hitung sebagai penjumlahan antara debit sedimen melayang dengan debit sedimen dasar yang di rumuskan sebagai berikut:

$$S = Q_s + Q_b$$

Dimana:

$Q_s$  = sedimen melayang ( $m^3$ /tahun)

$Q_b$  = sedimen dasar ( $m^3$ /tahun)



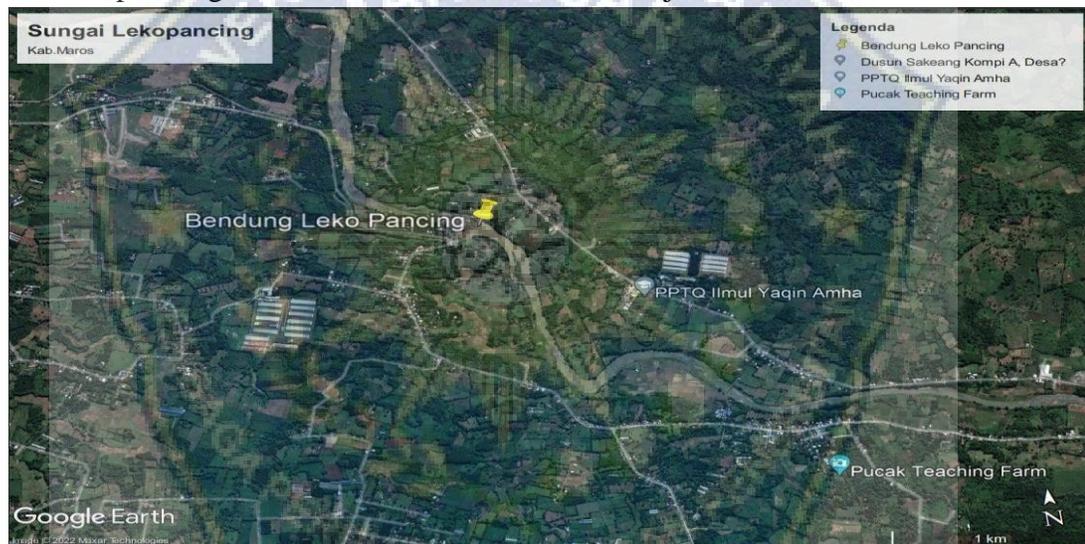
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

##### 1. Lokasi penelitian

Dari segi geografis, lokasi penelitian terletak di wilayah Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara spesifik, lokasi tersebut mencakup Sungai Lekopancing terbentang dari kecamatan tompobulu, tanralili dan moncongloe  $\pm 24$  km arah Selatan kota maros yang dapat ditempuh melalui kendaraan roda 2 atau roda empat dengan memerlukan waktu  $\pm 37$  menit jalur darat



Gambar 6. Lokasi penelitian (Sumber: google Earth).

##### 2. Waktu penelitian

Penelitian di laksanakan selama tiga bulan , bulan pertama adalah pengurusan administrasi dan kajian teoritik, bulan kedua pengambilan data , dan bulan ketiga analisis data dan hasil

## **B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data**

### **1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan studi lapangan sungai Maros secara langsung dengan pemilihan lokasi yang cukup representatif, sehingga terpenuhi maksud dan tujuan studi kasus lapangan dan dapat mengamati fenomena dan kondisi alam apa adanya. Pada penelitian lapangan kondisi riil/nyata yang betul-betul akan di tampilkan.

### **2. Sumber Data**

Pada penelitian ini data yang digunakan ialah data primer yakni data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari lokasi penelitian yaitu sungai Lekopancing, data primer berupa data aliran, data kecepatan aliran, data kedalaman sungai, data lebar sungai, data sedimen melayang sungai, serta data sedimen dasar sungai.

## **C. Alat**

Adapun alat yang digunakan pada pengambilan sampel penelitian adalah sebagai berikut :

1. Current meter/flow whact
2. Botol air tembus pandang (1500 ml)
3. Grab sampler
4. Alat ukur waktu (timer)
5. Metera n
6. Kalkulator dan alat tulis

7. Tali
8. Kantong plastik
9. Tabel sampel penelitian
10. Kamera

#### **D. Metode Pengambilan Data**

Hal penting dalam setiap penelitian adalah pengambilan data. Pada dasarnya data yang di ambil adalah data yang digunakan sebagai parameter dalam analisis. Pencatatan data dilakukan dalam penelitian ini yakni pada setiap titik patok pengamatan yaitu kedalaman sungai, lebar sungai, kecepatan aliran, debit air, sedimen melayang dan sedimen dasar.

#### **E. Prosedur Penelitian**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mempersiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.
2. Setelah alat telah disiapkan kemudian melakukan pengukuran lebar sungai di setiap patok secara melintang dengan menggunakan meteran.
3. Setelah diketahui lebar sungai dengan menggunakan alat ukur meteran kemudian dilakukan pengukuran kedalaman menggunakan meteran/back ukur di setiap titik yang telah ditandai dengan tali.
4. Setelah dilakukan pengukuran lebar sungai dan pengukuran kedalaman kemudian dilakukan pengukuran kecepatan aliran di setiap titik yang telah di

tandai sebelumnya dengan metode pengukuran pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h menggunakan current meter di sungai Lekopancing

5. Pengambilan sampel sedimen dasar dengan menggunakan alat grab sampler/ pengambilan sedimen dasar pada sungai Lekopancing.
6. Pengambilan sampel sedimen melayang menggunakan botol air mineral (1500 ml)
7. Setelah itu sampel kemudian di uji analisa saringan dan berat jenis di laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Makassar
8. Setiap rangkaian pengambilan data di sungai lekopancing/lapangan dan laboratorium dilengkapi dengan dokumentasi.

#### **F. Metode Analisis Data**

1. Perhitungan angkutan sedimen melayang (Qsm)

Analisi sedimen diperlukan untuk mengetahui besarnya angka produksi sedimen. Dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh bagian penampang melintang sungai, debit sedimen melayang dapat dihitung sebagai hasil perkalian antara konsentrasi sedimen dan debit aliran yang di rumuskan dengan  $Q_{sm} = 0.0864 \times C_s \times Q_w$

2. Perhitungan angkutan sedimen dasar

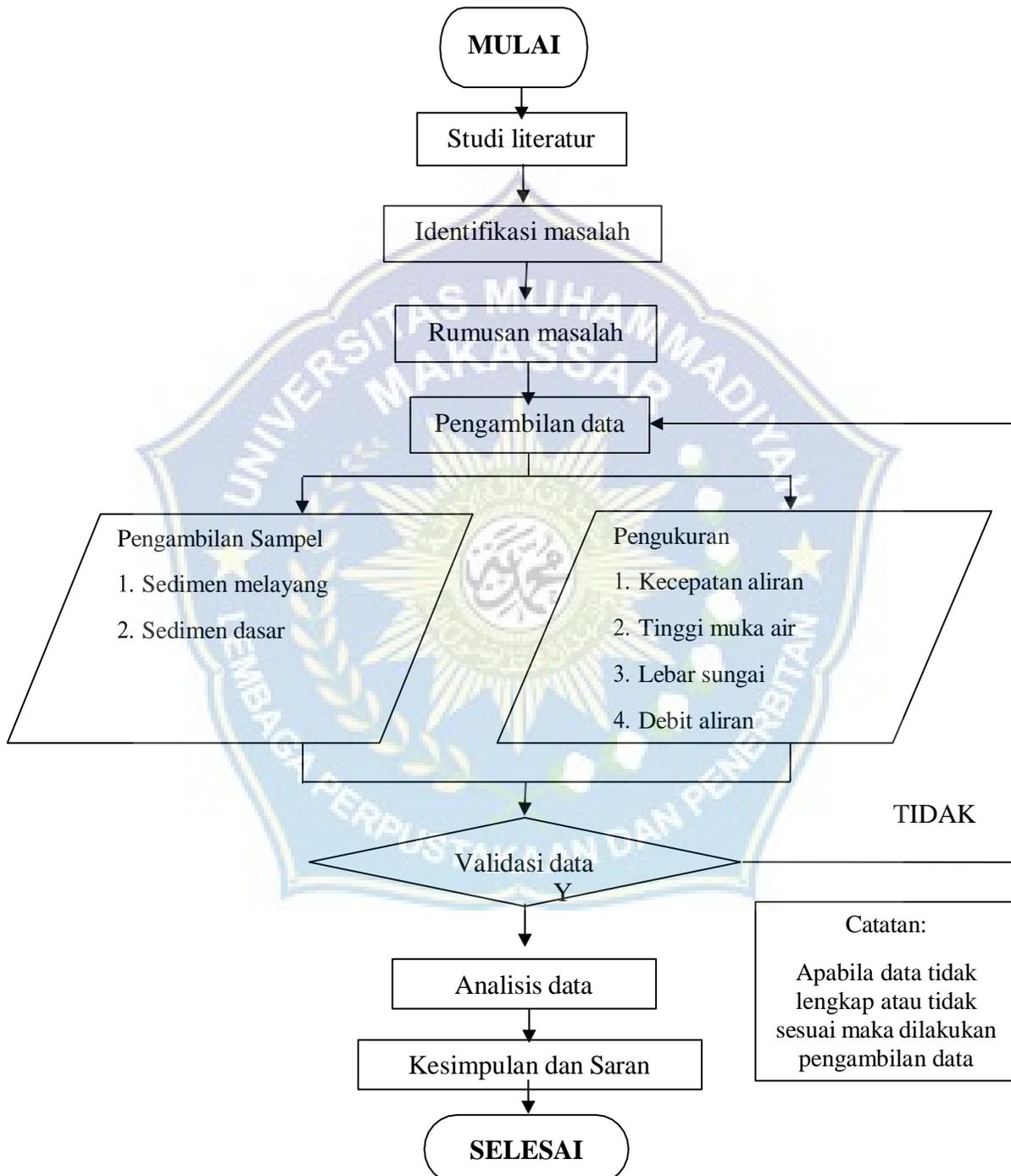
Perhitungan angkutan sedimen dasar Debit sedimen dasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $Q_B = B \times q_b$

### 3. Perhitungan volume total sedimen

Total sedimen dapat dihitung sebagai hasil penjumlahan antara muatan angkutan sedimen melayang dan muatan angkutan sedimen dasar yang di rumuskan  $Q_s \text{ total} = Q_{sm} + Q_b$



**G. Bagan Alir (flow chart)**



Gambar 7. Bagan alur pengerjaan/penelitian.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Data Penelitian

##### 1. Data Kedalaman Sungai

Pengukuran kedalaman dilakukan dengan cara membagi 3 titik patok pengamatan dimana patok 1 ke 2 berjarak 100 m, patok 2 ke 3 berjarak 100 m, dan disetiap titik patok pengamatan di bagi menjadi 12 pias dengan jarak perpias dibagi dengan lebar sungai titik pengamatan seperti halnya di patok 1 diketahui lebar sungai ( $B$ ) = 73 m.

##### 2. Data Kecepatan Aliran

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.

Tabel 1. Data kecepatan aliran patok 1

Kedalaman (m)	Kecepatan (m/det)			A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /det)
	0.2H	0.8H	Rata <sup>2</sup>		
0,80	0,08	0,09	0,085	0,80	0,068
0,89	0,09	0,10	0,095	0,89	0,085
0,94	0,10	0,11	0,105	0,94	0,099
1,10	0,10	0,11	0,105	1,10	0,116
1,15	0,11	0,12	0,115	1,15	0,132
1,05	0,11	0,12	0,115	1,05	0,121
1,10	0,11	0,12	0,115	1.10	0,127
1,10	0,10	0,11	0,105	1.00	0,105
0,90	0,10	0,11	0,105	0,90	0,095
0,85	0,10	0,11	0,105	0,85	0,089



Gambar 8. Sketsa Penampang Sungai Patok I

Berdasarkan gambar di atas yang dapat dilihat dari pengambilan data pada patok I bahwa kedalaman pada:  $A_1 = 0,8$ .  $A_2 = 0,89$ .  $A_3 = 0,94$ .  $A_4 = 1,1$ .  $A_5 = 1,15$ .  $A_6 = 1,05$ .  $A_7 = 1,1$ .  $A_8 = 1$ .  $A_9 = 0,9$ .  $A_{10} = 0,85$ .  $A_{11} = 0,75$  dimana lebar keseluruhan sungai yaitu 73m dan lebar penampangn sungai  $A = 10.53 \text{ m}^2$

Tabel 2 Data kecepatan aliran patok II

Kedalaman (m)	Kecepatan (m/det)			A ( $\text{m}^2$ )	Q ( $\text{m}^3/\text{det}$ )
	0.2H	0.8H	Rata <sup>2</sup>		
0,70	0,08	0,07	0,075	0,70	0,053
0,78	0,09	0,08	0,085	0,78	0,066
0,85	0,10	0,08	0,090	0,85	0,077
0,95	0,10	0,09	0,095	0,95	0,090
1,10	0,11	0,09	0,100	1,10	0,110
1,20	0,11	0,10	0,105	1,20	0,126
1,15	0,11	0,09	0,100	1,15	0,115
1,05	0,10	0,08	0,090	1,05	0,095
0,90	0,10	0,09	0,095	0,90	0,086
0,85	0,10	0,08	0,090	0,85	0,077



Gambar 9. Sketsa Penampang Sungai Patok II.

Berdasarkan gambar di atas yang dapat di lihat dari pengambilan data pada patok I I bahwa kedalaman pada:  $A_1 = 0,70$ .  $A_2 = 0,78$ .  $A_3 = 0,85$ .  $A_4 = 0,95$ .  $A_5 = 1,10$ .  $A_6 = 1,20$ .  $A_7 = 1,15$ .  $A_8 = 1,05$ .  $A_9 = 0,90$ .  $A_{10} = 0,85$ .  $A_{11} = 0,80$ . dimana lebar keseluruhan n sungai yaitu 68 m dan lebar penampangn sungai  $A = 10,33 \text{ m}^2$

Tabel 3. D ata Kecepatan Aliran Patok III

Kedalaman (m)	Kecepatan (m/det)			A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /det)
	0.2H	0.8H	Rata <sup>2</sup>		
0,85	0,09	0,08	0,085	0,85	0,072
0,90	0,10	0,09	0,095	0,90	0,086
1,00	0,12	0,10	0,110	1,00	0,110
1,15	0,14	0,12	0,130	1,15	0,147
1,20	0,14	0,11	0,125	1,20	0,150
1,40	0,13	0,11	0,120	1,40	0,170
1,25	0,13	0,10	0,115	1,25	0,145
1,10	0,13	0,09	0,110	1,10	0,119
1,00	0,12	0,08	0,100	1,00	0,100
0,80	0,11	0,09	0,100	0,80	0,081



Gambar 10. Sketsa Penampang Sungai Patok III.

Berdasarkan gambar di atas yang dapat di lihat dari pengambilan data pada patok III bahwa kedalaman pada:  $A_1 = 0,85$ .  $A_2 = 0,90$ .  $A_3 = 1,00$ .  $A_4 = 1,15$ .  $A_5 = 1,20$ .  $A_6 = 1,40$ .  $A_7 = 1,25$ .  $A_8 = 1,10$ .  $A_9 = 1,00$ .  $A_{10} = 0,80$ .  $A_{11} = 0,75$  dimana lebar keseluruhan sungai yaitu 70 m. dan lebar penampang sungai  $A = 11.4 \text{ m}^2$

### 3. Data Berat Jenis Sedimen

Untuk mendapatkan berat jenis sedimen dasar yang belum di ketahui maka terlebih dahulu di lakukan pengambilan sampel sedimen pada sungai Maros, setelah uji laboratorium dengan cara sampel yang telah di ambil lalu di keringkan menggunakan oven lalu selanjutnya di lakukan penimbangan sampel yang telah di tentukan yaitu sebanyak 1000 gram, 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:

Tabel 4: Data berat jenis sedimen percobaan 1

Nomor percobaan	I
berat piknometer, $W_1$ (gram)	134
berat piknometer, $W_1$ (gram)+air, $W_2$ (gram)	315
berat piknometer, $W_1$ (gram)+air, $W_2$ (gram), $W_3$ (gram)	351
Berat tanah kering, $W_s$ (gram)	50
Temperature, $^{\circ}$ C	30
Faktor koreksi, $\alpha$	0.9957
Berat jenis, Gs	4.105
Berat jenis rata-rata, Gs	2.684

Sumber: Hasil Uji laboratorium Teknik Sipil Unismuh

Tabel 5: Data berat jenis sedimen percobaan 2

Nomor percobaan	II
berat piknometer, $W_1$ (gram)	134
berat piknometer, $W_1$ (gram)+air, $W_2$ (gram)	316.1
berat piknometer, $W_1$ (gram)+air, $W_2$ (gram), $W_3$ (gram)	352.7
Berat tanah kering, $W_s$ (gram)	50
Temperature, $^{\circ}$ C	30
Faktor koreksi, $\alpha$	0.9957
Berat jenis, Gs	4.120
Berat jenis rata-rata, Gs	2.693

Sumber: Hasil Uji laboratorium Teknik Sipil Unismuh

Tabel 6: Data berat jenis sedimen percobaan 3

Nomor percobaan	III
berat piknometer, $W_1$ (gram)	134
berat piknometer, $W_1$ (gram)+air, $W_2$ (gram)	316.1
berat piknometer, $W_1$ (gram)+air, $W_2$ (gram), $W_3$ (gram)	352.5
Berat tanah kering, $W_s$ (gram)	50
Temperature, $^{\circ}$ C	30
Faktor koreksi, $\alpha$	0.9957
Berat jenis, Gs	4.094
Berat jenis rata-rata, Gs	2.679

Sumber: Hasil Uji laboratorium Teknik Sipil Unismuh

#### 4. Data konsentrasi

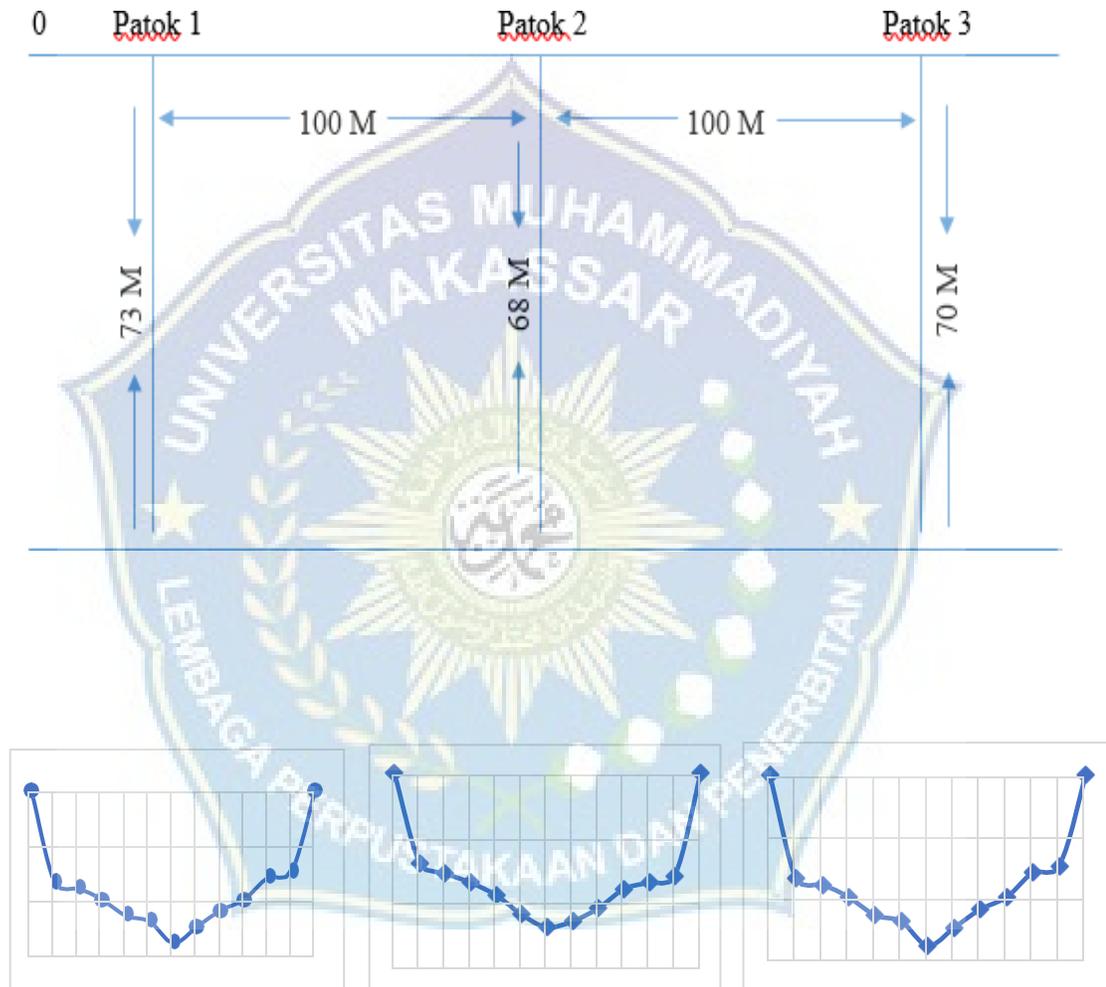
Untuk mendapatkan konsentrasi sedimen melayang yang belum di ketahui maka akan melakukan pengambilan sampel sedimen pada sungai lekopancing, Setelah sampel sedimen melayang siap, akan di lakukan pengendapan di selama 1 kali 24 jam dan selanjutnya di lakukan pengurasan air setelah itu di lakukan uji laboratorium. Adapun tabel konsentrasi sedimen melayang pada di lihat pada halaman berikut:

Tabel 7: tabel sedimen melayang

Patok	Segmen	Berat tinbox (W <sub>1</sub> )	Berat tinbox+sedimen sebelum di oven (W <sub>2</sub> )	Berat tinbox+sedimen setelah di oven (W <sub>3</sub> )	Berat sedimen melayang (W <sub>3</sub> -W <sub>1</sub> )
1	1	12,39	43,68	14,14	1,75
	2	13,33	49,85	15,61	2,28
	3	13,06	66,66	15,04	1,98
<b>Rata-rata berat sedimen</b>					<b>2,003</b>
2	1	12,20	61,60	12,91	0,71
	2	12,87	57,18	14,60	1,73
	3	13,17	28,13	13,93	0,76
<b>Rata-rata berat sedimen</b>					<b>1,066</b>
3	1	13,08	30,89	14,26	1,18
	2	13,00	50,93	13,93	0,93
	3	12,41	64,29	13,23	0,82
<b>Rata-rata berat sedimen</b>					<b>0,976</b>

Sumber: Hasil Uji laboratorium Teknik Sipil Unismuh

Berdasarkan tabel hasil uji laboratorium di atas, maka pada sampel sedimen melayang di dapatkan rata-rata pada tiap patok, dimana patok 1 = 2,003, patok 2 = 1,006 dan untuk patok 3 di dapatkan rata-rata 0,976.



Gambar 11. Sketsa titik pengambilan sampel sedimen melayang

Berdasarkan gambar 11 di atas dapat di lihat untuk titik pengambilan sampel sedimen dasar berada pada 3 titik yaitu: kiri, tengah, dan kanan.

## B. Analisis Sedimen

### 1. Analisis Sedimen Melayang

Analisa angkutan sedimen digunakan untuk mengetahui jumlah sedimen melayang per tahun dan jumlah sedimen dasar. Sebelum menghitung sedimen melayang, adapun data yang digunakan yaitu debit air (QW) dan konsentrasi sedimen (CS) Dimana debit air (QW) untuk pengukuran patok I pada pengamatan data di lapangan yaitu luas penampang (A) : 10.53m<sup>2</sup> dengan kecepatan aliran (V) : 0.112 m/dtk sehingga dapat di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_w &= A \times V \\ &= 10.53 \text{ m}^2 \times 0,112 \text{ m/dtk} \\ &= 1,190 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Pada perhitungan dibawah ini menunjukkan hasil dari sedimen melayang (Qsm) dengan menggunakan rumus dari hasil perkalian antara debit air (Qw) dan konsentrasi sedimen (Cs) dan nilai konversi dari 60x60x24 satuan dari kg/sek ke ton/hari. Untuk perhitungan dapat dilihat pada contoh dibawah ini menggunakan data pada patok I :

Diketahui:

$$W:1,75 \text{ gram} = 1750\text{mg}$$

$$V:0,112 \text{ m/dtk} = 1120 \text{ liter}$$

$$C_s = \frac{W}{V}$$

$$= \frac{1750\text{mg}}{1120\text{ltr}}$$

$$= 1,56 \text{ mg/ltr}$$

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

$$= 0,0864 \times 1,190 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 1,56 \text{ mg/ltr}$$

$$= 0,160 \text{ ton/hari}$$

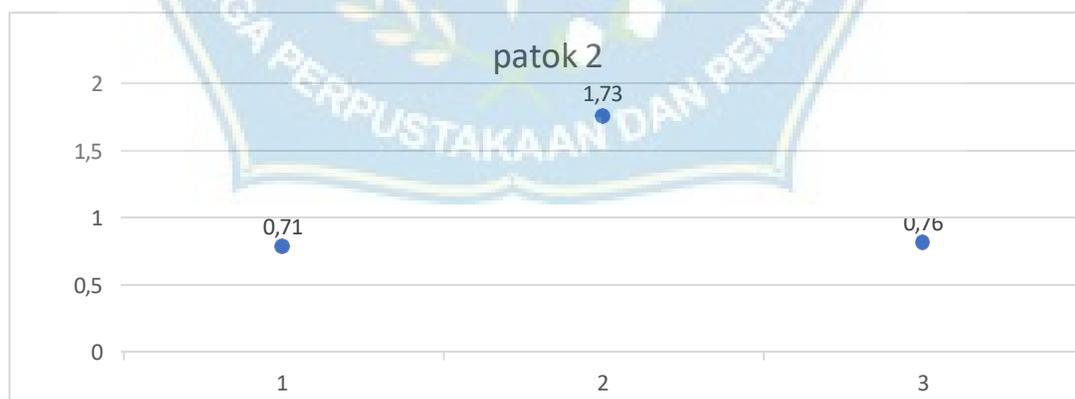
$$Q_{sm} = 0,160 \times 365$$

$$= 58,4 \text{ ton/tahun}$$



Gambar 12. Grafik sedimen melayang patok 1

Berdasarkan gambar 12 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis sedimen melayang pada patok 1 dimana bagian kiri = 1,75 bagian tengah =2,28 dan bagian kanan =1,98



Gambar 13. Grafik sedimen melayang patok 2

Berdasarkan gambar 13 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis sedimen melayang pada patok 1 dimana bagian kiri = 0,71 bagian tengah =1,73 dan bagian kanan =0,76



Gambar 14. Grafik sedimen melayang patok 3

Berdasarkan gambar 15 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis sedimen melayang pada patok 1 dimana bagian kiri = 1,18 bagian tengah =0,93 dan bagian kanan =0,82

Untuk hasil perhitungan sampel sedimen melayang selanjutnya dapat di lihat pada tabel halaman berikutnya ;

Patok	Titik	B (m)	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m/det)	Bj	Cs (mg/ltr)	Qw (ton/dtk)	Qsm (ton/hari)	Qsm (ton/tahun)
1	Kiri	73	10,53	0,943	0,112	2.684	1,56	1,190	0,160	58,4
	Tengah	73	10,53	0,943	0,112	2.684	2,03	1,19	0,208	75,92
	Kanan	73	10,53	0,943	0,112	2.684	1,76	1,19	0,180	65,7
2	Kiri	68	10,33	0,91	0,101	2.693	0,70	1,04	0,063	22,99
	Tengah	68	10,33	0,91	0,101	2.693	1,71	1,04	0,15	54,75
	Kanan	68	10,33	0,91	0,101	2.693	0,75	1,04	0,067	24,45
3	Kiri	70	11,40	1,00	0,116	2.679	1,01	1,32	0,115	41,97
	Tengah	70	11,40	1,00	0,116	2.679	0,80	1,32	0,091	33,21
	Kanan	70	11,40	1,00	0,116	2.679	0,70	1,32	0,07	25,55
<b>RATA-RATA: Sedimen Melayang</b>									<b>0,129</b>	<b>44,77</b>

Tabel 8: Hasil analisis sedimen melayang

Tabel hasil analisis sedimen melayang dari hasil perhitungan menggunakan metode (Asdak, Chay, 2004) menghasilkan hasil perhitungan seperti pada tabel di atas dan menghasilkan perhitungan rata-rata yaitu 44,77(m<sup>3</sup>/tahun).

## 2. Analisis Sedimen Dasar dengan menggunakan metode Einstein

Untuk perhitungan sedimen dasar dengan menggunakan metode Einstein dapat di lihat pada contoh di bawah ini dengan data yang sudah di ketahui sebagai berikut :

$$g = 9.81 \text{ m/dtk}$$

$$R = 0,943 \text{ m}$$

$$I = 0,871 \%$$

$$D_{35} = 2,58 \text{ mm}$$

$$V = 0,112 \text{ m/dtk}$$

$$P_s = 1,495 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 1,000 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{90} = 0,314 \text{ mm}$$

Dari data di atas maka dapat di olah dengan menggunakan perhitungan seperti di bawah ini untuk mencari nilai n (koefisien kekasaran aktual)

$$n = \frac{R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}}{V}$$

$$n = \frac{0,943^{\frac{2}{3}} \times 0,871^{\frac{1}{2}}}{0,112}$$

$$n = \frac{0,471 \times 0,435}{0,112}$$

$$n = \frac{0,204}{0,112}$$

$$n = 1,82$$

koefisien kekasaran dasar alur sungai  $n'$  dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$n' = \frac{D90^{\frac{1}{6}}}{26}$$

$$n' = \frac{0,314^{\frac{1}{6}}}{26}$$

$$n' = 0,17$$

$$\begin{aligned} \Psi &= \frac{P_s - P}{P} \times \frac{D35}{R\left(\frac{V}{n'}\right) \times i} \\ &= \frac{1,495 - 1}{1} \times \frac{2,58}{0,943 \left(\frac{0,17}{1,82}\right)^2 \times 0,871} \\ &= \frac{0,495}{1} \times \frac{2,58}{0,16} \\ &= 0,495 \times 16,125 \\ &= 7,98 \\ \Phi &= \left(\frac{4}{\Psi} - 0,188\right)^{\frac{3}{2}} \\ &= \left(\frac{4}{7,98} - 0,188\right)^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,175 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas antara  $\Psi$  dan  $\Phi$  secara grafis untuk nilai  $\Psi = 7,98$  maka akan di peroleh nilai intensitas sedimen muatan dasar  $\Phi = 0,175$  dengan demikian debit muatan sedimen dasar per unit lebar dapat diketahui melalui perhitungan di bawah ini :

$$\Phi = \frac{qb}{P_s} \left( \frac{P}{P_s - P} \times \frac{1}{g \times D^{35^3}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$0,175 = \frac{qb}{1,495} \left( \frac{1}{1,495 - 1} \times \frac{1}{9,81 (2,58)^3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$0,175 = \frac{qb}{1,495} \left( \frac{1}{0,495} \times \frac{1}{9,81 \times 17,17} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$0,175 = \frac{qb}{1,495} \left( \frac{1}{83,37} \right)$$

$$qb = \frac{0,175}{124,63}$$

$$qb = 1,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dtk}$$

maka dapat diketahui laju muatan sedimen seluruh dasar sungai dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Q_b \text{ perdetik} &= qb \times B \\ &= 1,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dtk} \times 73 \\ &= 0,0102 \text{ ton/dtk} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui sedimen dasar selama perhari adalah :

$$\begin{aligned} Q_b \text{ per hari} &= 24 \times 3600 \times (0,0102 \times 10^{-3}) \\ &= 0,88 \text{ ton/perhari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui sedimen dasar selama setahun adalah :

$$\begin{aligned} Q_b \text{ per tahun} &= 0,88 \times 365 \\ &= 321,2 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan sampel sedimen dasar selanjutnya dapat di lihat pada tabel halaman berikut :

Patok	B (m)	A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /dt)	H (m)	V (m/dt)	I (%)	n`	Ψ	Φ	Qb (kg/dt)	Qb (ton/hri)	Qb (ton/tahun)
1	73	10,53	3,287	0,97	0,112	0,871	0,17	7,98	0,175	0,010	0,88	321,2
2	68	10,33	2,621	0,95	0,101	0,856	0,17	6,86	0,135	0,009	0,76	277,4
3	70	11,40	3,195	1,06	0,116	0,976	0,17	7,24	0,155	0,011	0,95	346,75
Rata-rata sedimen dasar menggunakan metode Einstein :												<b>315,11</b>

Tabel 9 : hasil perhitungan sedimen dasar metode Einstein

Berdasarkan table di atas dari hasil analisis dapat di lihat pada metode Einstein di dapatkan volume sedimen yaitu : pada patok 1 =321,2 ton/tahun. Patok 2 =277,4 ton/tahun. Patok 3 =346,75 ton/tahun. Maka rata-rata sedimen pertahun yang di hasilkan adalah =**315,11** ton/tahun.

### 3. Analisis sedimen dasar dengan menggunakan metode Duboys

Untuk perhitungan sedimen dasar dengan menggunakan metode Duboys dapat di lihat pada contoh di bawah ini dengan data yang sudah di ketahui sebagai berikut :

$$I = 0,8712$$

$$y = 1,00$$

$$d = 0,79 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,573 \text{ mm} = 0,573 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$T_c = 0,149 \text{ kg/m}^2$$

$$B = 73 \text{ m.}$$

Dari data di atas maka dapat di olah dengan menggunakan perhitungan seperti di bawah ini untuk mencari nilai  $T_0$ :

$$T_0 = y \cdot d \cdot I$$

$$= 1,00 \times 0,79 \times 0,871$$

$$= 0,68 \text{ kg/m}^2$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai  $T_0 = 2,22 \text{ kg/m}^2$  dengan demikian debit muatan sedimen dasar per unit lebar dapat diketahui melalui perhitungan di bawah ini :

$$q_b = \frac{0,173}{D_{50}^{0,75}} T_0 \times (T_0 - T_c)$$

$$= \frac{0,173}{0,573^{0,75}} \times 0,68 \times (0,68 - 0,149)$$

$$= \frac{0,173}{0,573 \times 10^{-3}} \times 0,68 \times 0,53$$

$$= \frac{0,173}{0,658} \times 0,0361$$

$$= 0,262 \times 0,0361$$

$$= 0,0094 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

maka dapat diketahui laju muatan sedimen seluruh dasar sungai dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Q_b \text{ perdettik} &= q_b \times B \\ &= 0,0094 \times 73 \\ &= 0,682 \text{ ton/dtk} \end{aligned}$$

untuk mengetahui sedimen dasar selama perhari adalah :

$$\begin{aligned} Q_b \text{ perhari} &= \frac{0,682}{1000} \times 3600 \times 24 \\ &= 0,000682 \times 3600 \times 24 \\ &= 58,92 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

untuk mengetahui sedimen pertahun adalah :

$$\begin{aligned} Q_b \text{ pertahun} &= 58,92 \times 365 \\ &= 21.505,8 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan sampel sedimen sadar selanjutnya dapat di lihat pada tabel halaman berikutnya :

Tabel 10: hasil analisis sedimen dasar metode Duboys

Patok	B (m)	A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /dt)	H (m)	V (m/dt)	I (%)	T <sub>0</sub> (kg/m)	T <sub>c</sub> (kg/m)	Qb (ton/dt)	Qb (ton/hari)	Qb (ton/tahun)
<b>1</b>	73	10,53	3,287	0,97	0,112	0,871	0,68	0,149	0,682	58,92	21.505,8
<b>2</b>	68	10,33	2,621	0,95	0,101	0,856	0,57	0,149	0,573	49,50	18.067,5
<b>3</b>	70	11,40	3,195	1,06	0,116	0,976	0,63	0,149	0,634	54,77	19.993,8
Rata-rata sedimen dasar menggunakan metode Duboys :											<b>19.855,7</b>

Berdasarkan tabel di atas dari hasil analisis dapat di lihat pada metode duboys di dapatkan volume sedimen yaitu: pada Patok 1= 21.505,8m<sup>3</sup>/tahun. Patok 2 = 18.067,5 m<sup>3</sup>/tahun. Patok 3 = 19.993,8 m<sup>3</sup>/tahun, maka rata-rata sedimen pertahun yang di hasilkan adalah 19.855,7 m<sup>3</sup>/tahun.

#### 4. Menghitung total volume sedimen

Untuk menghitung nilai dari total sedimen, maka jumlah rata – rata sedimen melayang ditambah dengan jumlah rata – rata sedimen dasar dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

- a. Untuk total volume sedimen menggunakan sedimen dasar metode Einstein

$$\begin{aligned} Q_s \text{ total} &= Q_{sm} + Q_{sd} \text{ metode Einstein} \\ &= 44,77 + 315,11 \\ &= 359,88 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

- b. Untuk total volume sedimen menggunakan sedimen dasar metode DuBoys

$$\begin{aligned} Q_s \text{ total} &= Q_{sm} + Q_{sd} \text{ metode Duboys} \\ &= 44,77 + 19.855,7 \\ &= 19.900,47 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

### C. Pembahasan

Sedimen dalam skala besar akan mengakibatkan terjadinya pendakalan sungai, naiknya permukaan air sungai, tingginya intensitas curah hujan, maka semakin tinggi debit sedimen sungai lekopancing sehingga berpotensi menimbulkan banjir setiap tahunnya pada sungai Lekopancing Besarnya sedimentasi yang terjadi di sungai lekopancing sangat dipengaruhi

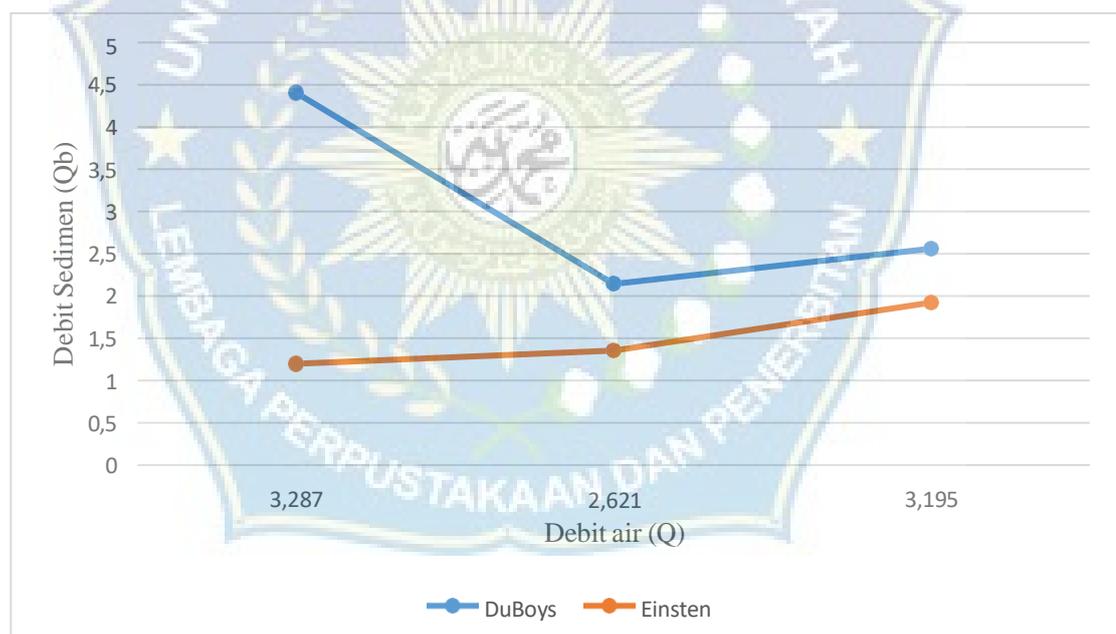
oleh faktor-faktor erosi yaitu iklim, faktor tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng

1. Faktor iklim adalah faktor terpenting yang menyebabkan terdispersinya agregat tanah, alian permukaan dan hujan. Penyebaran hujan di muka bumi tidaklah merata, ada bagian yang mendapat curah hujan yang banyak dan ada pula yang sedikit. Begitu hujan jatuh ke bumi, air yang terkumpul bergerak kearah tempat yang lebih rendah, dalam gerakannya itulah air selain melarutkan sesuatu juga mengikis tanah. Curah hujan merupakan faktor yang mempengaruhi air larian (run off) dan erosi tanah. Pada saat berlangsungnya hujan, tenaga kinetis hujan yang jatuh dan menggempur/memukul tanah, partikel-partikel tanah akan terlepas dan terangkut oleh aliran air menuju ke tempat lebih rendah dan/atau ke sungai dan/atau diteruskan ke laut. Tenaga kinetis hujan ditentukan salah satunya oleh diameter air hujan. Makin besar diameter air hujan maka makin besar pula kekuatan gempuran/pukulan hujan yang dapat melepaskan partikel-partikel tanah. Menurut Asdak (2002), selain intensitas dan lama waktu hujan, informasi tentang kecepatan jatuhnya hujan juga penting dalam proses erosi dan sedimentasi.
2. Faktor panjang dan kelerengan lereng yang merupakan faktor alam dan faktor pengelolaan tanaman dan konservasi lahan yang merupakan faktor manusianya. Tingginya sedimen pada sungai lekopancing, dipengaruhi oleh kerusakan DAS dengan pemanfaatan lahan menjadi pertanian, dan pemukiman serta tambang pasir. Perubahan alih fungsi lahan terutama dari

perkebunan dan sawah menjadi tegalan dan pemukiman akan mempengaruhi fungsi lahan sebagai penyangga air hujan, aliran permukaan, erosi dan sedimen sebelum masuk kesungai. Besarnya sedimentasi juga sangat dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk dimana kondisi tersebut akanberakibat terjadinya perubahan tata guna lahan yaitu penambahan areal pemukiman serta pembukaan lahan untuk pemenuhan kebutuhan – kebutuhan lainnya.

#### D. Grafik Hubungan Sedimen (Qb)

##### 1. Pengaruh Hubungan Debit Air (Q) Terhadap Debit Sedimen (Qb)

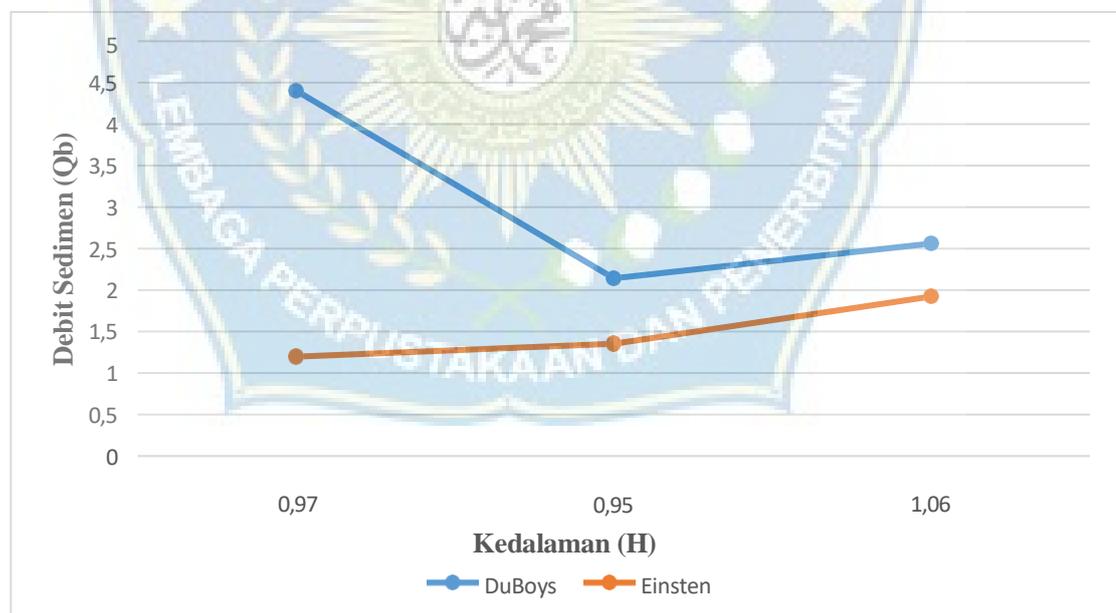


Gambar 12. Grafik hubungan (Qb) dengan (Q).

Berdasarkan gambar 12 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Duboys apabila pada hubungan debit air (Q) pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi pada patok 1= 21.505,8 ton/tahun. Pada patok

2= 18.067,5 ton/tahun. Pada patok 3= 19.993,8 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa Debit Air sangat berpengaruh dalam proses angkutan volume sedimen dimana semakin besar volume debit air yang melalui sungai maka semakin besar pula volume angkutan sedimen apabila di analisis dengan menggunakan metode duboys. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen yaitu: pada patok 1=321,2ton/tahun. Patok 2=277,4 ton/tahun. patok 3=346,7 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa pada analisis menggunakan metode Eintein debit air juga sangat berpengaruh terhadap proses angkutan sedimen dimana semakin besar volume debit air maka semakin besar volume sedimen yang terbawa air.

## 2. Pengaruh Hubungan Kedalaman (H) Terhadap Debit Sedimen (Qb)

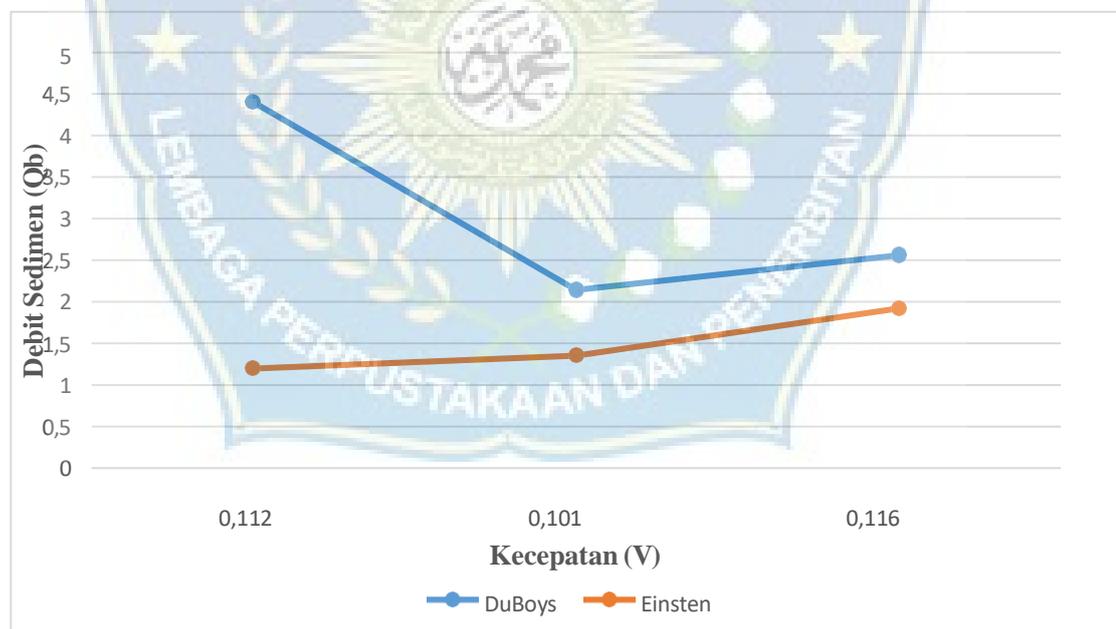


Gambar 13. Grafik hubungan (Qb) dengan (H).

Berdasarkan gambar 13 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Duboys apabila pada hubungan kedalaman (H) sungai

pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi pada patok 1= 21.505,8ton/tahun. Pada patok 2=18.067,5 ton/tahun. Pada patok 3= 19.993,8 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa kedalaman sungai sangat berpengaruh pada volume angkutan sedimen apabila di analisis dengan menggunakan metode duboys. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen tertinggi yaitu : pada patok 1=321,2 ton/tahun. Patok 2=277,4 ton/tahun. patok 3=346,75 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa pada analisis menggunakan metode Eintein kedalaman sungai juga sangat berpengaruh terhadap proses angkutan volume sedimen dimana semakin dalam dasar sungai dari elevasi muka air maka semakin besar volume sedimen yang terangkut.

### 3. Pengaruh Hubungan Kecepatan (V) Terhadap Debit Sedimen (Qb)

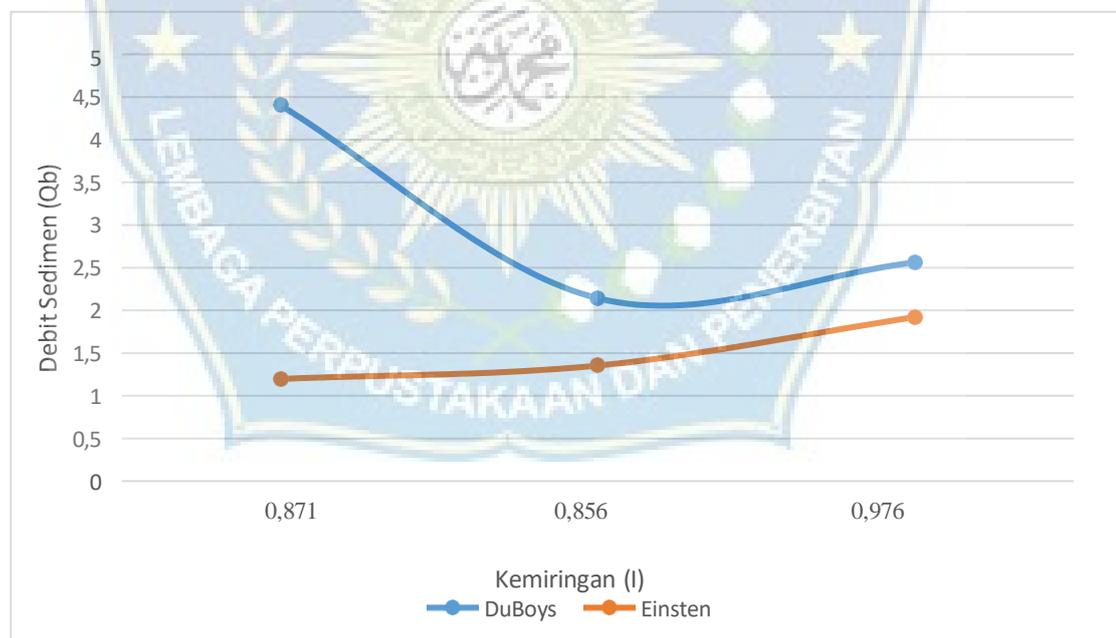


Gambar 14. Grafik hubungan (Qb) dengan (V).

Berdasarkan gambar 14 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Duboys apabila pada hubungan kecepatan (V) aliran

pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi pada patok 1= 21.505,8 ton/tahun. Pada patok 2= 18.067,5 ton/tahun. Pada patok 3= 19.993,8 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa kecepatan aliran sangat berpengaruh dalam proses angkutan sedimen apabila di analisis dengan menggunakan metode duboys. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen tertinggi yaitu: pada patok 1=321,2 ton/tahun. Patok 2=277,4 ton/tahun. patok 3=346,7 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa pada analisis menggunakan metode Eintein kecepatan aliran juga sangat berpengaruh terhadap proses angkutan sedimen dimana semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar volume sedimen yang terangkut.

#### 4. Pengaruh Hubungan Kemiringan (I) Terhadap Debit Sedimen (Qb)



Gambar 15. Grafik hubungan (Qb) dengan (I).

Berdasarkan gambar 15 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Duboys apabila pada hubungan kemiringan saluran (I) pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi tertinggi pada patok 1= 21.505,8 ton/tahun. Pada patok 2= 18.067,5 ton/tahun. Pada patok 3= 19.993,8 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa kemiringan saluran sangat berpengaruh dalam proses angkutan volume sedimen namun semakin kecil persentase kemiringan saluran maka semakin besar pula volume air yang melewati sungai. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen yaitu: pada patok 1=321,2 ton/tahun. Patok 2=277,4 ton/tahun. patok 3=346 ton/tahun. Dapat di simpulkan bahwa pada analisis menggunakan metode Eintein dimana jika persentase kemiringan kecil maka volume air semakin besar yang melewati sungai yang dimana secara otomatis volume angkutan sedimen juga besar.

## BAB V PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasn pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan sedimentasi melayang didapatkan 44,77 ton/tahun
2. Besaran angkutan sedimen total menggunakan metode Einstein 315,11 ton/tahun sedangkan metode Duboys 19.855 ton/tahun
3. Besar angkutan sedimen total yang terjadi di Sungai lekopancing dengan menggunakan metode Einstein 359,88 sebesar ton/tahun dan menggunakan metode Duboys sebesar 19.900,47 ton/tahun. Maka dari hasil tersebut dapat di simpulkan bahwa besar angkutan sedimen total menggunakan metode Einstein lebih kecil dari pada angkutan sedimen total menggunakan metode Duboys.

### B. Saran

Dari pengamatan di dalam penelitian ini penulis memberikan saran – saran yaitu:

1. Penelitian tentang laju sedimentasi ini perlu dikembangkan lagi dengan menambahkan jumlah variasi debit
2. Untuk penelitian selanjutnya titik pengambilan data (pias) harus lebih rapat dan lebih banyak agar data yang diperoleh lebih jelas dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifta, Regita Heddy, Suhartini, and Suparno Putera Makkadafi. 2022. "Studi Deskriptif Pemeriksaan Efektivitas Sampel Feses Metode Langsung Dan Sedimentasi Telur STH (Soil Transmitted Helmint)." *Borneo Journal of Science and Mathematics Education BJSME: Borneo Journal of Science and Mathematics Education* 2(3): 2022.
- Asdak. 2023. 1 UGM Press *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.
- Djamal, Aksan, and Dasyri Pasmara. 2023. "MODEL HIDROLIKA UNTUK SIMULASI PROFIL MUKA AIR BANJIR Teknik Sipil , Politeknik Negeri Ujung Pandang , Jl . Perintis Kemerdekaan Km 10 , PENDAHULUAN Secara Umum Alur Jaringan Drainase Di Kota Makasar Mengikuti Ketinggian ( Kontur ) Dan Mengikuti Poia Jari." *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* 9(3): 726–37.
- Hardiyatmo, and Hary Christady. 2009. "Metode Hitungan Lendutan Pelat Dengan Menggunakan Modulus Reaksi Tanah Dasar Ekuivalen Untuk Struktur Pelat Fleksibel." : 274–82.
- Ninigkuela, and Edi Said. 2016. "Analisis Karakteristik Morfometri Dan Hidrologi Sebagai Ciri Karakteristik Bioefisik DAS Wai Samal, Kecamatan Seram Utara Timur Kobi Kabupaten Maluku Tengah." *Agribisnis Perikanan* 7(01): 1–12.
- Nisa, Khoirun, Tony Yulianto, and Widada Sugeng. 2012. "Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Menentukan Zona Intrusi Air Laut Di Kecamatan Genuk Semarang." *Berkala Fisika* 15(1): 7–14.
- Pangestu, H, and Haki. H. 2013. "Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*: 118–33.
- Pipkin, A.C. 1977. "Steady Non-Viscometric Flows of Viscoelastic Liquids." *Annual Review of Fluid Mechanics* 1(1): 12–27.
- Pratama, Muhammad Iqbal. 2019. "Analisis Transpor Sedimen Serta Pengaruh Aktivitas Penambangan Pada Sungai Sombe, Kota Palu, Sulawesi Tengah." *Jurnal Teknik Pengairan* 10(2): 84–96.
- Purnama, Aditya Eka, Hariadi, and Siddhi Saputro. 2015. "Pengaruh Arus Pasang Surut Dan Debit Sungai Terhadap Distribusi Sedimen Teruspensi Di Perairan Muara Sungai Ciberes, Cirebon." 4(1): 74–84. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>.
- Rachmayanti, Harfiah, Ratna Musa, and Ali Mallombasi. 2022. "Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Dengan Menggunakan Software HEC HMS (Studi Kasus DAS Saddang)." *Jurnal KONSTRUKSI* 01(01): 1–9.

Wulandari, Marita, Muhammad Ma'arij Harfadli, and Rahmania Rahmania. 2020. "Penentuan Kondisi Kualitas Perairan Muara Sungai Somber, Balikpapan, Kalimantan Timur Dengan Metode Indeks Pencemaran (Pollution Index)." *SPECTA Journal of Technology* 4(2): 23–34.

Adrianto, Bayu, dkk, (2017), Analisa Laju Sedimentasi di Muara Sungai Karangsong Kabupaten Indramayu, Jurnal, Jurusan Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Asdak, C. (2007). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Asdak, C. (2014). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Cetakan Ke). Yogyakarta: Gajah Mada Press

Asdak, C. (2002). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Cetakan kedua, Yogyakarta: Penerbit UGM Press

Asdak, Chay, 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Edisi III, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Bramantiyo Marjuki (2015). Pendangkalan Danau Tempe Sulawesi Selatan (1981-2015) Dan Upaya Konservasi Sumber Daya Air.

C. D. Soemarto. Ir. B.I.E. DIPL.H. 1995. Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2. Jakarta: Erlangga.

E. S. Hisyam dan F. Shodiq. "Kajian Erosi Dan Sedimentasi Pada Daerah Aliran Sungai Deniang Kabupaten Bangka," *FROPIL* vol. 7 no. 1, hlm. 2, Oktober (2019), ISSN 2338-2791. Tersedia: <https://doi.org/10.33019/fropil.v7i1.1399>

Guluda, D.R. (1996). Penggunaan Model AGNPS untuk Memprediksi Aliran Permukaan, Sedimen, dan Hara N, P dan COD di Daerah Tangkapan Citere, sub DAS Citarik, Pangalengan (tesis Magister). Fakultas Pascasarjana, IPB-Bogor.

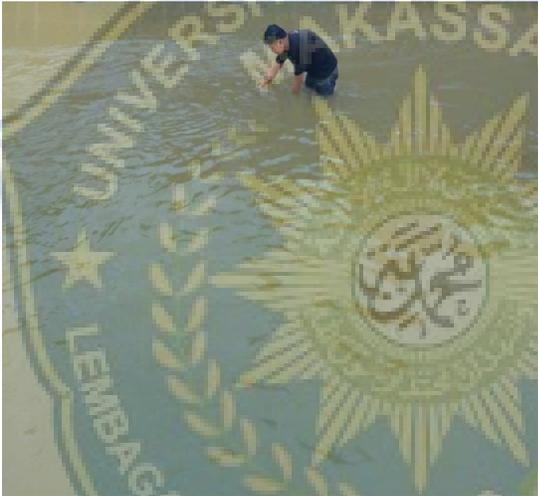
G. Mahmud, S. Darsono, dan T. Triadi. "Analisis Sedimentasi Dan Prediksi Distribusi Sedimen Di Waduk Tilog Kabupaten Kupang," *Rang Teknik Jurnal*, vol. 3 no. 2, (2020), ISSN 2599-2081. Tersedia: <https://doi.org/10.31869/rtj.v3i2.1788>

- Krumbein, W. C., & Sloss, L. L. (1971). *Stratigraphy and sedimentation*. San Fransisco: W.H. Freeman.
- Manan, 1977. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. ydrology. New Delhi: Tata McGraw Hill Publication. Co.
- Pipkin BW. 1977. *Laboratory Exercise in Oceanography*. San Fransisco : W.H. Freeman and Company.
- Rahayu. Dkk. (2009). *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Bandung : Pusat Mitigasi Bencana (PMB-ITB)
- Sinukaban N. (2007). *Peranan Konservasi Tanah dan Air dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.* Dalam Fahmudin Agus et al (2007) (Penyunting). *Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia 2004-2007
- Sabri, F., (2017), *Kajian Erosi dan Sedimentasi Akibat Perubahan Tataguna Lahan Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus DAS Betung Sub DAS Pebari-Jelitik Kabupaten Bangka)*, *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universita Bangka Belitung.
- Soewarno. (1991). *Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova
- Sulfita Andryani, A.M. (2015). *Pengukuran Laju Sedimentasi Pada Saluran Irigasi D.I Sanrego Kecamatan Kahu Kabupaten Bone*
- Tahir Lopa Rita, M.F. (2015). *Studi Angkutan Sedimen Pada Inlet Dan Outlet Danau Unhas*



# **DOKUMENTASI**

NO	DOKUMENTASI	URAIAN KEGIATAN
1.		<p>Pengukuran lebar Sungai lekopancing</p>
2.		<p>Pengukuran kedalaman Sungai lekopancing</p>
3.		<p>Pengukuran kecepatan aliran Sungai lekopancing</p>

<p>4.</p>		<p>Pengambilan sampel sedimen dasar</p>
<p>5.</p>		<p>Pengambilan sampel sedimen melayang</p>
<p>6.</p>		<p>Analisa saringan sedimen dasar</p>

8.		sampel yang sudah di saring
9.		Sampel berat jenis
10.		Sampel berat jenis

11.



Sampel sedimen melayang



Lampiran 2. Alat Yang Digunakan

No	Alat dan bahan	Nama alat dan bahan
		<p>Curent meter</p>
		<p>Tali</p>
		<p>Meter</p>



Ayakan



Kantong plastik



Oven



Timbangan



Cawan



Piknometer



Pompa vakum





**BAB I Muhammad iqbal/abd  
aziz  
/10581111417/105811108117  
by Tahap Tutup**

---

**Submission date:** 28-Aug-2024 11:31AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2439542629

**File name:** BAB\_I\_BUTON.docx (24.02K)

**Word count:** 666

**Character count:** 422

# BAB I Muhammad iqbal/abd aziz

/10581111417/105811108117

## ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

**1** [journal.unismuh.ac.id](http://journal.unismuh.ac.id)  
Internet Source

8%

Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off





**BAB II Muhammad iqbal/abd  
aziz  
/10581111417/105811108117  
by Tahap Tutup**

---

**Submission date:** 28-Aug-2024 11:32AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2439543078

**File name:** BAB\_II\_BUTON.docx (616.5K)

**Word count:** 4219

**Character count:** 25597

BAB II Muhammad iqbal/abd aziz  
/10581111417/105811108117

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



edoc.site

Internet Source

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

2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off



**BAB III Muhammad iqbal/abd  
aziz  
/10581111417/105811108117  
by Tahap Tutup**

---

**Submission date:** 28-Aug-2024 11:33AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2439543434

**File name:** BAB\_III\_BUTON.docx (373.52K)

**Word count:** 586

**Character count:** 3552

BAB III Muhammad iqbal/abd aziz  
/10581111417/105811108117

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Internet Source

2%

2

Yuli Astutik, Soebijantoro Soebijantoro.  
"Dampak Kunjungan Wisatawan Terhadap  
Pelestarian Museum Trinil Tahun 2010-2013",  
AGASTYA: JURNAL SEJARAH DAN  
PEMBELAJARANNYA, 2015

Publication

2%

3

[123dok.com](http://123dok.com)

Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off



**BAB IV Muhammad iqbal/abd  
aziz  
/10581111417/105811108117  
by Tahap Tutup**

---

**Submission date:** 28-Aug-2024 11:34AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2439543808

**File name:** BAB\_IV\_BUTON.docx (176.9K)

**Word count:** 3137

**Character count:** 16493

# BAB IV Muhammad iqbal/abd aziz /10581111417/105811108117

## ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off





BAB V Muhammad iqbal/abd  
aziz  
/10581111417/105811108117  
*by Tahap Tutup*

---

**Submission date:** 28-Aug-2024 11:35AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2439544156

**File name:** BAB\_V\_BUTON.docx (22.81K)

**Word count:** 242

**Character count:** 1531

BAB V Muhammad iqbal/abd aziz  
/10581111417/105811108117

---

ORIGINALITY REPORT

---

**4%**

SIMILARITY INDEX

**4%**

INTERNET SOURCES

**0%**

PUBLICATIONS

**0%**

STUDENT PAPERS

---

PRIMARY SOURCES

---

**1**

[jurnal.unigal.ac.id](http://jurnal.unigal.ac.id)

Internet Source

**4%**

---

Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off

