

**PERBANDINGAN LAJU SEDIMENTASI DAN KARAKTERISTIK  
SEDIMEN DI MUARA SUNGA LARONA KAB. LUWU TIMUR**



**IRWAN**

**TOHA ANDILALA**

**105 81 11120 16**

**105 81 11020 16**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAM ADIYAH**

**MAKASSAR**

**2023**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**FAKULTAS TEKNIK**



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA BAKA

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

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

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PERSETUJUAN**

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

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN LAJU SEDIMENTASI DAN KARAKTERISTIK SEDIMEN PADA MUARA SUNGAI LARONA WIL. LUWU TIMUR**

Nama : **TOHA ANDRIANA  
IRWAN**

Stambuk : **1. 105 811102016  
2. 105 811112016**

Makassar, 31 AGUSTUS 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing,

Pembimbing I

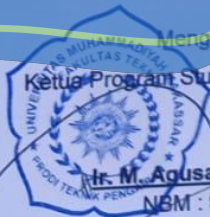
Pembimbing II

Ir. M. Agusalm, ST., MT

Ir. Nurhamzah Syafat S Kuba, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan,



Ir. M. Agusalm, ST., MT

NBM : 947 993



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221  
 Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e-mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)  
 Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama **TOHA ANDI LALA** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11020 16**, dan nama **IRWAN** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11120 16** dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor :411/05/TA-4-II/VIII/45/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Senin tanggal 31 Agustus 2023.

Makassar, 14 safar 1445 H  
 31 Agustus 2023 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Prof. Dr. H. AMBQ ... M.Ag
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAH RAMEL, ST, MT

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Ir. Nenny, ST, MT, IPM
- b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST, MT, IRM

3. Anggota :

- 1. Dr. Ir. Hamzah ... ST, MT, IPM
- 2. Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST, MT, IPM
- 3. Kasmawati, ST, MT

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. M. Agus alim, ST, MT

Ir. Muhammad Syafaat ... uba, ST, MT

Dr. Ir. Hj. Nurmawati, ST, MT, IPM  
 NBM : 795 408





## KATA PENGANTAR

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

Proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun Judul tugas akhir kami “ **analisis laju Sedimentasi dan Karakteristik Sedimen di Muara Sungai Larona kab.Luwu Timur** “. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan – kekurangan ,hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari perhitungan – perhitungan . Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

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

1. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M,Ag. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM . sebagai Dekan Fakultas Teknik



Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Ir. Agusalim, S.T.,M.T, sebagai Ketua Prodi Teknik Pengairan, Ibu kasmawati, S.T.,M.T.sebagai sekretaris prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar .
4. Bapak Ir. Agusalim, S.T.,M.T, selaku Pembimbing I dan Bapak Ir. Syafa'at S kuba S.T.,M.T.,IPM, selaku Pembimbing II,yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayah dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami dan rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis , rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara.

Aamiin. ***“Billahi Fii SabillHaq fastabiqul Khaerat”***.

Makassar ,.....2023

IRWAN / TOHA ANDI LALA

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	9
A. Latar belakang.....	9
B. Rumusan masalah.....	10
C. Tujuan penelitian.....	10
D. Batasan masalah.....	10
E. Sistematika penulisan.....	11
<b>BAB 11 TUJUAN PUSTAKA</b> .....	12
A. sungai.....	12
B. jenis saluran terbuka.....	14
C. penampang saluran.....	13

D. Parameter kecepatan hidrolis dan debit aliran .....	20
E. Sedimen dan sedimentasi.....	21
F. pengukuran sedimen dasar.....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
A. lokasi dan waktu penelitian.....	38
B. data yang diperlukan.....	38
C. metode pengambilan sampel.....	38
D. prosedur penelitian .....	40
E. teknik Analisa data.....	40
F. flowchart.....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
A. hasil penelitian.....	43
1. data sedimen dasar.....	43
B. analisis laju sedimen dasar menggunakan metode meyer-peter muller dan metode Einstein.....	45
1. analisis angkutan sedimen.....	45
2. metode meyer-peter muller.....	46
3. metode einsten.....	47
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>51</b>
A. kesimpulan.....	51

B. saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>53</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	
Gambar 1. Tampang panjang saluran dengan data granuler (mardjikoen,1987)....	15
Gambar 2. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler(mardjikoen 1987).....	16
Gambar 3. Traspor sedimen dalam aliran air sungai (Asdak, 2014).....	18
Gambar 4. Bagan mekanisme dan asal bahan sedimen (Mardjikoen, 1987).....	20
Gambar 5. Bentuk banjir lahan yang mengandung batu-batu (batu-batu besar berkonterrasi dibagian depan dan krikil ukuran kecil terdapat di bagian belakang aliran).....	21
Gambar 6. Progres gerakan sedimen dan perpindahan daerah pengendapan.....	22
Gambar 7. Peta das larona.....	38
Gambar 8. Diagram alur penelitian.....	42



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Proses sedimen dasar (Mardjikoen, 1987).....	16
Tabel 2. Klarifikasi ukuran butir sedimen (menurut AGU).....	25
Tabel 3. Hasil Analisa sarigan.....	43
Tabel 4. Hasil uji berat jenis.....	45
Table 5. data lapangan.....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

1. hasil berat jenis.....56
2. hasil anaisa sarigan.....56
3. grafik parameter angkutan sedimen ( Einstein,1950).....67



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar belakang

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau dibagian mulut sungai dan estuati. Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara yang langsung bertemu dengan laut. sedangkan estuary adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi pasang surut. (Triatmodjo,1999)

DAS larona (luas tangkapan hujan sekitar 2440 km<sup>2</sup>) terletak di kecamatan malili kabupaten luwu timur, Sulawesi selatan, Indonesia, yang berhulu ke tiga danau, yaitu danau Matano, danau mahalona, dan danau towuti.

Di sungai larona terdapat tiga pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang mensuplai kebutuhan listrik di area penambangan nikel pt vale Indonesia dan daerah di sekitarnya. PLTA tersebut adalah PLTA karebbe, PLTA batu basi dan balambano.

Muara sungai larona merupan tempat pertemuan antara air laut dan air sungai dan merupakan bagaian hilir dari sungai. Muara sungai larona berpotensi terjadi sedimentasi yang dibawah oleh sungai sehingga berpengaruh pada kehidupan organisme muara. Muara sungai larona mengalami pemadatan lumpur dan pasir secara terus menerus mengakibatkan pendangkalan alur pelayaran sehingga mengaruskan pihak yag terkait untuk melakuan kegiatan pengerukan di lokasi tersebut. Pengerukan adalah pengambila tanah dari lokasi dasar air, biasanya perairan dangkal seperti danau, sungai, muara atapun laut dangkal dan

memindahkan atau membuangnya ke lokasi lain.

## **B. Rumusan masalah**

Dari uraian latar belakang diatas, dapat dipertegas permasalahan ilmiah yang mendasari penelitian ini adalah :

1. Berapa laju sedimentasi pada muara sungai larona
2. Bagaimana karakteristik sedimen dasar di muara sungai larona

## **C. Tujuan penelitian**

Dengan mengacu pada rumusan masalah tersebut, maka Adapun tujuan penelitian yang akan di capai adalah :

1. untuk menganalisis laju sedimentasi pada muara sungai larona
2. untuk mendeskripsikan karakteristik sedimen dasar pada muara sungai larona

## **D. manfaat penelitian**

sebagai hakikat dari suatu penelitian yang sanantiasa di harapkan dapat memberikan kegunaan atau manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga di harapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. dapat mengetahui seberapa besar laju sedimen pada muara sungai larona
2. dapat mengetahui kondisi karakteristik sedimen berupa berat jenis sedimen dan ukuran butir sedimen pada muara sungai larona

## **E. Batasan masalah**

Agar tujuan penulisan ini mencapai sasaran yang di inginkan dan lebih terarah, maka di berikan Batasan-batasan masalah sebagai erikut :

1. Penelitian ini berfokus pada kondisi karakteristik sedimen berupa berat jenis sedimen, ukuran butir sedimen

2. Untuk menentukan besarnya laju sedimen menggunakan metode meyer-peter muller dan metode eisntein

#### **F. Sistematis penulisan**

Dalam penulisan penelitian ini di lakukan secara sistematika untuk memudahkan dalam menganalisis, dimna sistematis penulisan sebagai :

**BAB I PENDAHULUAN** : Bab ini berisi tentang latar belakang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian dan Batasan masalah.

**BAB II TINJAUN PUSTAKA** : yang berisi literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian ini.

**BAB III METOLOGI PENELITIAN** : yaitu menguraikan waktu dan lokasi penelitian, langka-langka atau prosedur pengambilan, pengolahan data hasil penelitian, dan flow chart penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** : merupakan bab yang menyajikan data-data hasil penelithan, analisi data, hasil analisis data, dan pembahasan.

**BAB V PENUTUP** : berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis, yang tentunya di harapkan agar penelitian ini terangkum dengan baik.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Sungai

##### 1. Defenisi sungai

Sungai merupakan daerah aliran air terbuka yang memiliki muka air bebas dan memisahkan antara daerah satu dengan daerah yang lainnya serta mempunyai fungsi untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir. Untuk menghubungkan daerah yang dipisahkan oleh sungai kita dapat menggunakan jembatan. Beberapa jembatan menggunakan pilar sebagai tumpuan beban, tetapi dengan adanya pilar ini akan mempengaruhi perubahan morfologi sungai. perubahan morfologi ini dapat mempengaruhi perubahan karakteristik aliran disekitar pilar jembatan.

Pada setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbedabeda. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti iklim, topografi, dan proses terbentuknya sungai. selain dapat mengalirkan air dari hulu ke hilir, sungai juga mempunyai peran penting dalam siklus hidrologi.

Menurut jurnal Fathona Fajri Junaidi (2014), sungai merupakan saluran terbuka yang terbentuk secara alamiah diatas permukaan bumi, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkan air dari hulu ke hilir. Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan yang bebas cenderung berubah sesuai ruang dan waktu. Sungai akan selalu memiliki alur yang lurus dan belokan (*meander*). Pada belokan sungai kita sering jumpai terjadi permasalahan yaitu gerusan sungai baik gerusan pada dasar

sungai maupun pada dinding sungai, hal ini dapat mengakibatkan keruntuhan pada dinding sungai sehingga dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur yang ada disekitar belokan sungai. salah satu data yang diperlukan dalam perencanaan tersebut adalah debit, dimana debit tersebut akan diperoleh dari pengolahan data lapangan berupa lebar penampang aliran, kedalaman dan distribusi kecepatan.

Saluran terbuka adalah saluran dimana air yang mengalir mempunyai permukaan bebas yang langsung berhubungan dengan udara luar. Bertentangan dengan pipa, dimana aliran terjadi di bawah tekanan aliran sedangkan saluran terbuka hanya disebabkan oleh kemiringan saluran dan permukaan air (Lucio Canonica, 2013).

## 2. Morfologi sungai

Morfologi sungai adalah ilmu yang mempelajari tentang geometri, jenis, sifat dan perilaku sungai dengan segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu, dengan demikian menyangkut sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang sering berkaitan. Sifat-sifat sungai sangat dipengaruhi oleh luas dan bentuk daerah aliran sungai serta kemiringan sungai. data-data mengenai morfologi sungai merupakan salah satu dari beberapa jenis data hidraulik yang diperlukan Dalam desain adalah yang berkaitan dengan hidrolika bangunan teknik sipil.

Morfologi sungai pada hakekatnya merupan bentuk luar yang masih dapat dirinci lagi morfologi dan morfometri. Sungai akan melakukan penyesuaian terhadap morfologi untuk merespon berbagai macam pengaruh dari alam maupun manusia, sehingga menyebabkan perubahan pada morfologinya.

### 3. Macam-macam sungai

1. Sungai hujan, merupakan sungai yang sumber airnya berasal dari air hujan. Contohnya sungai-sungai di pulau Jawa, Kalimantan dan Sumatra.
2. Sungai gletser, merupakan sungai yang airnya berasal dari air es yang mencair.
3. Sungai campuran, adalah sungai yang airnya berasal dari air hujan dan es yang mencair. Contohnya sungai Mamberamo dan sungai Digul di Papua.
4. Fungsi sungai
  1. Untuk irigasi
  2. Sumber air minum
  3. Sumber pembangkit listrik dan tenaga air
  4. Sumber perikanan
  5. Pariwisata, dan lain-lain.

#### **B. Jenis aliran saluran terbuka.**

Aliran saluran terbuka adalah aliran saluran yang mengalirkan air dengan permukaan bebas. Saluran terbuka dapat terjadi dalam bentuk yang bervariasi cukup besar, mulai dari aliran di atas permukaan tanah yang terjadi pada saat hujan, sampai aliran dengan kedalaman konstan dalam saluran buatan (*prismatis*). Permasalahan aliran saluran terbuka banyak terdapat dalam aliran sungai, aliran saluran irigasi, aliran saluran pembuangan dan saluran lainnya yang bentuk dan kondisi geometrinya bermacam-macam.

Menurut Lucio Canonica dalam bukunya yang berjudul memahami hidraulika tahun 2013, menyatakan bahwa Aliran saluran terbuka merupakan

aliran saluran terbuka yang berada dibawah pengaruh gravitasi bumi, dimana air mengalir dari tempat yang tinggi ketempat yang lebih rendah.seperti yang kita ketahui bahwa untuk membuat dan memelihara pengaliran partikel-partikel air dibutuhkan energi dan harus diubah dari satu bentuk kebentuk yang lain. Didalam saluran terbuka disertai oleh kehilangan tinggi tekanan akibat gesekan.

#### 1. Karakteristik aliran.

Menurut Ven Te Chow (1992). Karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia. Aliran pada saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan yang bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan (*density*) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka itu dua fluida adalah udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil dari pada kerapatan air.

Menurut jurnal sarwono 2016, sebelum melakukan uji pengaliran, maka harus diketahui sifat-sifat hidrauliknya terlebih dahulu. Untuk mengetahui karakteristik aliran, perlu diketahui analisis berdasarkan formulasi hidraulik.

Parameter yang berpengaruh terhadap karakteristik aliran adalah :

- 1) Debit aliran (Q)
- 2) Kecepatan aliran (V)
- 3) Kedalaman saluran (h)
- 4) Percepatan gravitasi (g)
- 5)

Gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari gravitasi bumi yang didistribusikan tekanan dalam air umumnya bersifat hidrostatis karna kuantitasnya tergantung dari berat jenis aliran dalam kedalaman. Karna berat jenis aliran dapat diasumsikan tetap, maka tekanan hanya tergantung dari kedalamannya; semakin dalam tekanannya maka semakin dalam. Namun pada beberapa kondisi biasa ditemukan distribusi tekanan tidak hidrostatis (Ven Te Chow 1992).

Menurut Ven Te Chow (1992) aliran digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Waktu sebagai kriteria :

- a) Aliran tunak (*steady flow* ) merupakan kondisi dimana komponen aliran dalam saluran terbuka yang memiliki kedalaman aliran tidak berubah atau biasa dikatakan konstan dalam suatu selang waktu tertentu.
- b) Aliran tak tunak (*unsteady flow* ) merupakan kondisi dimana komponen aliran dalam saluran terbuka yang memiliki kedalaman aliran berubah sesuai dengan waktu.

2. Ruang sebagai kriteria :

- a) Aliran seragam (*uniform flow* ) merupakan aliran dalam saluran terbuka yang memiliki kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran.
- b) Aliran berubah (*non- uniform flow/ varied flow* ) merupakan aliran dalam saluran terbuka yang memiliki kedalaman aliran berubah sepanjang saluran.
  - 1) Berubah tiba-tiba/Aliran berubah cepat (*rapidly varied*) aliran yang kedalaman alirannya berubah tiba-tiba pada jarak yang cukup pendek atau aliran yang terjadi jika parameter hidrolis berubah secara mendadak (saluran



transisi), loncatan hidrolis, terjunan, aliran melalui bangunan pelimpah atau pintu air.

- 2) Berubah lambat laun/Aliran berubah beraturan (*gradually varied*) aliran yang kedalaman alirannya berubah lambat laun pada jarak yang relative panjang atau aliran yang terjadi jika parameter hidrolis berubah secara
- 3) progresif dari satu tampang ke tampang yang lain.

Klasifikasi aliran pada saluran terbuka dapat dibedakan dengan bilangan *Froude* dan dipengaruhi oleh gaya tarik bumi (*gravitasi bumi*). Aliran berdasarkan bilangan *Froude* dan dipengaruhi gaya gravitasi bumi, yaitu sebagai berikut :

- a. Aliran kritis, jika bilangan *Froude* sama dengan satu ( $Fr = 1$ ) dan gangguan permukaan, misalnya akibat riak yang terjadi karena batu yang dilempar kedalam sungai tidak akan bergerak menyebar melawan arah arus.
- b. Aliran subkritis, jika bilangan *Froude* lebih kecil dari satu ( $Fr < 1$ ), untuk aliran subkritis kedalaman biasanya lebih besar dan kecepatan aliran rendah (semua riak yang timbul dapat bergerak melawan arus).
- c. Aliran superkritis, jika bilangan *Froude* lebih besar dari satu ( $Fr > 1$ ), untuk aliran superkritis kedalaman aliran relative lebih kecil dan kecepatan relative tinggi. Segala riak timbul dari suatu gangguan adalah mengikuti arah arus aliran.

Persamaan untuk menghitung nilai *Froude*, dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut :

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

Dimana :

Fr = Bilangan Froude

v = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

g = Percepatan gravitasi (m<sup>2</sup>/det),

h = Kedalaman hidrolis saluran (m)

## 2. Regime Aliran

Regime aliran (*flow regime*) adalah pola tertentu ketika suatu fluida yang mengalir diakibatkan sifat fisik fluida. Regime aliran (*flow regime*) berkaitan dengan bentuk dasar (*bedforms*) yang terjadi disaluran aluvial dengan kecepatan aliran. Suatu kombinasi dari efek viskositas dan gravitasi akan menghasilkan salah satu dari empat regime aliran sebagai berikut :

- a) Subkritis-laminer (*subtrcritical-laminer*), apabila Fr lebih kecil daripada satu dan Re berada dalam rentang laminar.
- b) Superkritis-laminer (*supercritical-laminer*), apabila Fr lebih besar dari satu dan Re berada dalam rentang laminar.
- c) Superkritis-turbulen (*supercritical-turbulen*), apabila Fr lebih besar daripada satu dan Re berada dalam rentang laminar.

Subkritis-turbulen (*subtrcritical-turbulen*), apabila Fr lebih kecil dari pada satu dan Re berada dalam rentang turbulen.

### C. Penampang saluran

Menurut jurnal Hidayah S 2015, menyatakan bahwa geometri/ penampang saluran adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertical saluran adalah suatu penampang melalui titik terbawah atau terendah dari penampang saluran.

Unsur-unsur geometri/ penampang pada sungai atau saluran terbuka biasanya berbentuk trapezium. Adalah sebagai berikut

a. Luas penampang melintang (A)

luas penampang melintang (A) adalah luas cairan yang dipotong oleh penampang melintang dan tegak lurus pada arah aliran. Adapun persamaanya, yaitu.

$$A = b \times h \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

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

b = lebar dasar saluran (m)

h = kedalamam saluran (m)

b. Lebar dasar subgai (b)

lebar dasar (b) adalah lebar permukaan air bagian bawah atau dasar saluran. Adapun persamaan dasar saluran yaitu :

$$b = n \times h \dots\dots\dots(3)$$

keterangan :

b = lebar dasar saluran (m)

h = kedalamam hidrolol saluran (m)

n = koefisien kekasaran manning dasar saluran.

c. Kedalaman saluran (h)

Kedalaman hidrolis saluran (h) adalah perbandingan luas penampang melintang dan lebar dasar saluran. Adapun persamaan kedalaman hidrolis saluran, adalah sebagai berikut:

$$h = \frac{A}{b} \dots\dots\dots(4)$$

h = kedalaman hidrolis saluran (m)

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

b = lebar dasar saluran (m)

**D. Parameter kecepatan hidrolis dan debit aliran**

1. Kecepatan aliran

Menurut Ven Te Chow (1989), sudiyono dkk (2014) debit aliran merupakan hubungan perkalian antara kecepatan aliran (Q) dengan luas penampang basah saluran (A). Adapun persamaan debit aliran adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{B \cdot Y_0} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Q = debit aliran, ( $m^3/det$ )

V = kecepatan aliran rata-rata ( $m/det$ )

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

Y0 = kedalaman aliran (m)

B = lebar saluran (m)

2. Debit aliran

Menurut Ven Te Chow (1989), sudiyono dkk (2014) debit aliran merupakan hubungan perkalian antara kecepatan aliran (Q) dengan luas penampang basah saluran (A). Adapun persamaan debit aliran adalah sebagai berikut :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Q = debit aliran, ( $m^3/det$ )

V = kecepatan aliran rata-rata ( $m/det$ )

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

### **E. Sedimen dan sedimentasi**

#### 1. Pengertian sedimen dan sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Proses erosi terdiri atas tiga bagian yaitu, pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*) (Asdak, 2014).

Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air (Anwas, 1994)



## 2. Proses sedimentasi

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.

Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

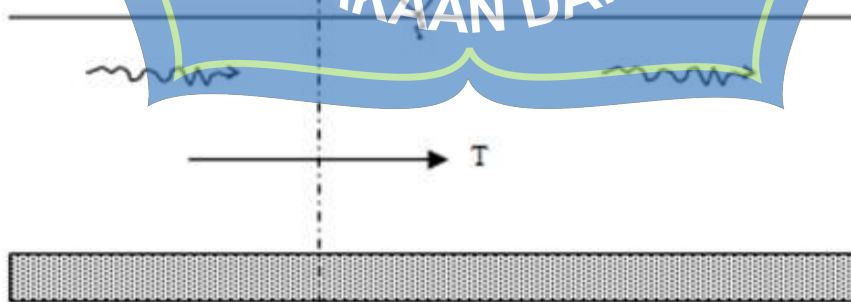
- a) Proses sedimentasi secara geologis, sedimentasi secara geologis merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal, artinya proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batas-batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan akumulasi pada permukaan kulit bumi akibat pelapukan.
- b) Proses sedimentasi yang dipercepat, Sedimentasi yang dipercepat merupakan proses terjadinya sedimentasi yang menyimpang dari proses secara geologi dan berlangsung dalam waktu yang cepat, bersifat merusak atau merugikan dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau kelestarian lingkungan hidup. Kejadian tersebut biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia dalam mengolah tanah. Cara mengolah tanah yang salah dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi yang tinggi.

### 3. Angkutan Sedimen (Transport Sedimen)

Akibat adanya aliran air, timbul gaya-gaya yang bekerja pada material sedimen. Gaya-gaya tersebut mempunyai kecenderungan untuk menggerakkan atau menyeret butiran material sedimen. Pada waktu gaya-gaya yang bekerja pada butiran sedimen mencapai suatu harga tertentu, sehingga apabila sedikit gaya ditambah akan menyebabkan butiran sedimen bergerak, maka kondisi tersebut disebut kondisi kritis. Parameter aliran pada kondisi tersebut, seperti tegangan geser ( $\tau_0$ ), kecepatan aliran ( $U$ ) juga mencapai kondisi kritik (sumber: skripsi kajian perubahan pola gerusan pada tikungan sungai akibat penambahan debit).

Menurut Mardjikoen (1987), angkutan sedimen merupakan perpindahan tempat bahan sedimen *granular (non kohesif)* oleh air yang sedang mengalir searah aliran. Banyaknya angkutan sedimen  $T$  dapat ditentukan dari perpindahan tempat suatu sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup.

Lihat Gambar 1,  $\tau$  dinyatakan dalam (berat, massa, volume) tiap satuan waktu.

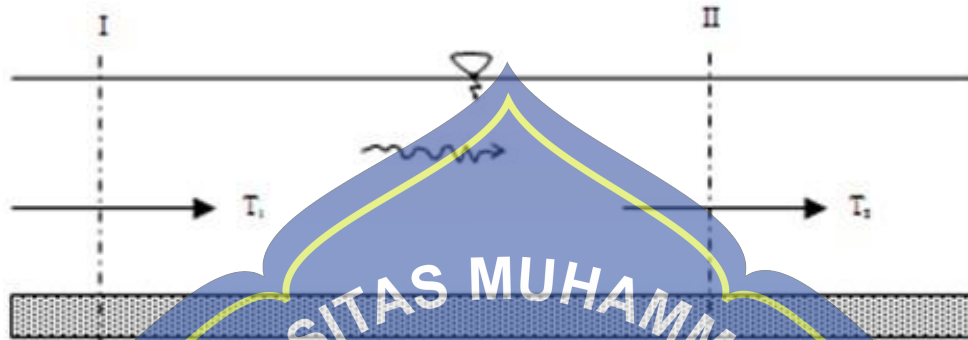


Gambar 1. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler. (Mardjikoen, 1987)

Laju sedimen yang terjadi biasa dalam kondisi seimbang (*aquilibrium*). Erosi (*erosion*), atau pengendapan (*deposition*), maka dapat ditentukan kuantitas

sedimen yang terangkut dalam proses tersebut.

Proses sedimentasi di dasar saluran dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler. (mardjikoen 1987)

Tabel 1. Proses sedimen dasar (Mardjikoen, 1987)

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

Kondisi yang dikatakan sebagai awal gerakan butiran adalah salah satu

dari peristiwa berikut :

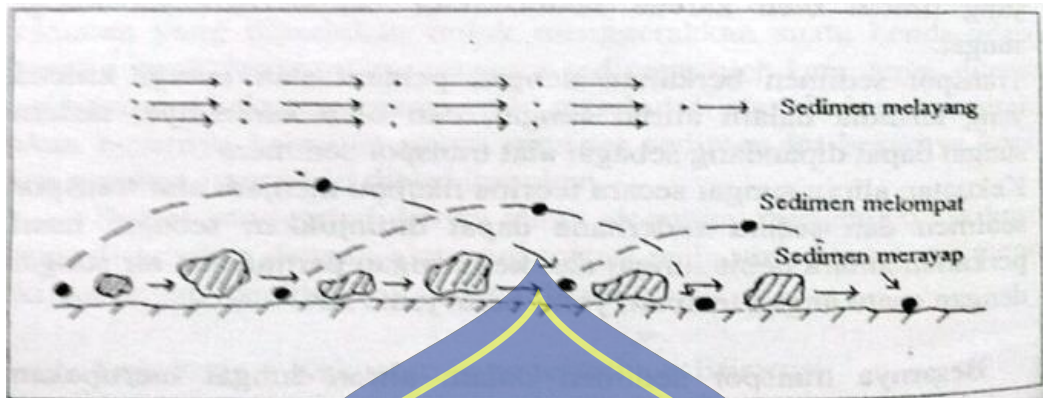
1. Satu butiran bergerak,
2. Beberapa (sedikit) butiran bergerak,
3. Butiran bersama-sama bergerak dari dasar, dan
4. Kecenderungan pengangkutan butiran yang ada sampai habis.

Tiga factor yang berkaitan dengan awal gerak butiran sedimen yaitu :

1. Kecepatan aliran dan diameter / ukuran butiran,
2. Gaya angkat yang lebih dasar dari gerak berat butiran, dan
3. Gaya geser kritis.

Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel-partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak kearah hilir.

Menurut Asdak (2014), proses transportasi sedimen adalah begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah tranpor sedimen. Kecepatan transport merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Sedang partikel yang lebih besar, antara lain, pasir cenderung bergerak dengan cara melompat. Partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai. (*bedload*) seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Transport sedimen dalam aliran air sungai (Asdak, 2014)

Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan oleh interaksi faktor-faktor sebagai berikut: ukuran sedimen yang masuk ke dalam sungai / saluran air, karakteristik saluran, debit, dan karakteristik fisik partikel sedimen. Besarnya sedimen yang masuk ke sungai dan besarnya debit ditentukan oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi, dan cara bercocok tanam di daerah tangkapan air yang merupakan asal datangnya sedimen. Sedangkan karakteristik sungai yang penting, terutama bentuk morfologi sungai, tingkat kekasaran dasar sungai, dan kemiringan sungai. Interaksi dan masing-masing faktor tersebut di atas akan menentukan jumlah dan tipe sedimen serta kecepatan transport sedimen.

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dari bahan induk yang menyusunnya, dikenal bermacam jenis sedimen seperti pasir, liat, dan lain sebagainya. Tergantung dari ukuran partikelnya, sedimen ditentukan terlarut dalam sungai atau disebut muatan sedimen (*suspended sediment*) dan merayap di dasar sungai atau dikenal sebagai sedimen dasar (*bed load*).



Menurut ukurannya, sedimen dibedakan menjadi:

1. Liat ukuran partikelnya  $< 0,0039$  mm
2. Debu ukuran partikelnya  $0,0039-0,0625$  mm
3. Pasir ukuran partikelnya  $0,0625-2,0$  mm
4. Pasir besar ukuran partikelnya  $2,0-64,0$  mm

Proses pengangkutan sedimen (*sediment transport*) dapat diuraikan meliputi tiga proses sebagai berikut:

- a) Pukulan air hujan (*rainfall detachment*) terhadap bahan sedimen yang terdapat di atas tanah sebagai hasil dari erosi percikan (*splash erosion*) dapat menggerakkan partikel-partikel tanah tersebut dan akan terangkut bersama-sama limpasan permukaan (*overland flow*).
- b) Limpas permukaan (*overland flow*) juga mengangkat bahan sedimen yang terdapat di permukaan tanah, selanjutnya dihanyutkan masuk kedalam alur-alur (*rills*), dan seterusnya masuk ke dalam selokan dan akhirnya ke sungai.
- c) Pengendapan sedimen, terjadi pada saat kecepatan aliran yang dapat mengangkat (*pick up velocity*) yang dipengaruhi oleh besarnya partikel-partikel sedimen dan kecepatan aliran.

Ada dua kelompok cara mengangkut sedimen dari batuan induknya ke tempat pengendapannya, yakni suspensi (*suspended load*) dan (*bed load transport*). Di bawah ini diterangkan secara garis besar ke duanya.

#### a. Suspensi

Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat dibawah dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam, kenyataannya hanya material halus saja

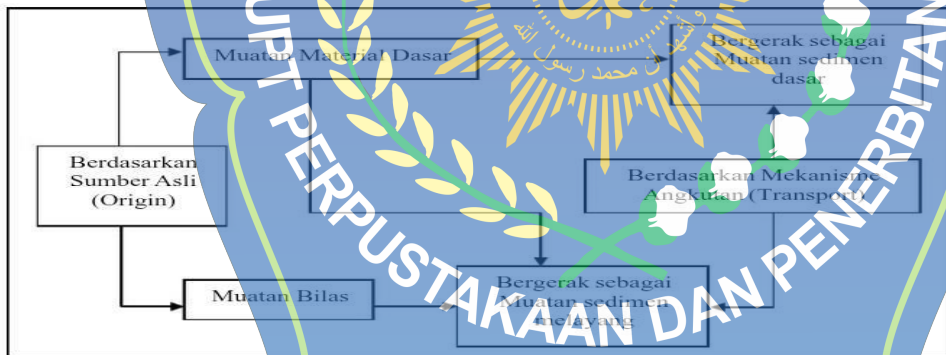
yang dapat di angkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung prosentase masa besar yang tinggi sehingga butiran tampak mengembag dalam masa besar dan umumnya disertai memilahan butir yang buruk. Ciri lain dari jenis ini adalah butir sedimen yang diangkut tidak pernah menyentuh dasar aliran.

b. Bed load transport

Berdasarkan tipe gerakan media pembawanya, sedimen dapat dibagi menjadi dua:

1. Endapan arus traksi
2. Endapan arus pekat (*density curret*) dan
3. Endapan suspensi.

Secara skematis angkutan sedimen dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Bagan mekanisme dan asal bahan sedimen (Mardjikoen, 1987)

4. Mekanisme Pergerakan Sedimen

Sungai adalah jalur aliran air diatas permukaan bumi yang selain mengalirkan air, juga mengangkut sedimen yang terkandung dalam air sungai tersebut. Gerakan butiran tanah atau butiran pasir secara individual akibat tertimpa titik-titik hujan atau terdorong aliran air dalam alur-alur kecil tersebut gerakan fluvial (*fluvial movement*). Gaya – gaya yang menyebabkan bergeraknya butiran

kerikil yang terdapat diatas permukaan dasar sungai dan gaya geser serta gaya angkat yang dihasilkan oleh kekuatan aliran air sungai.

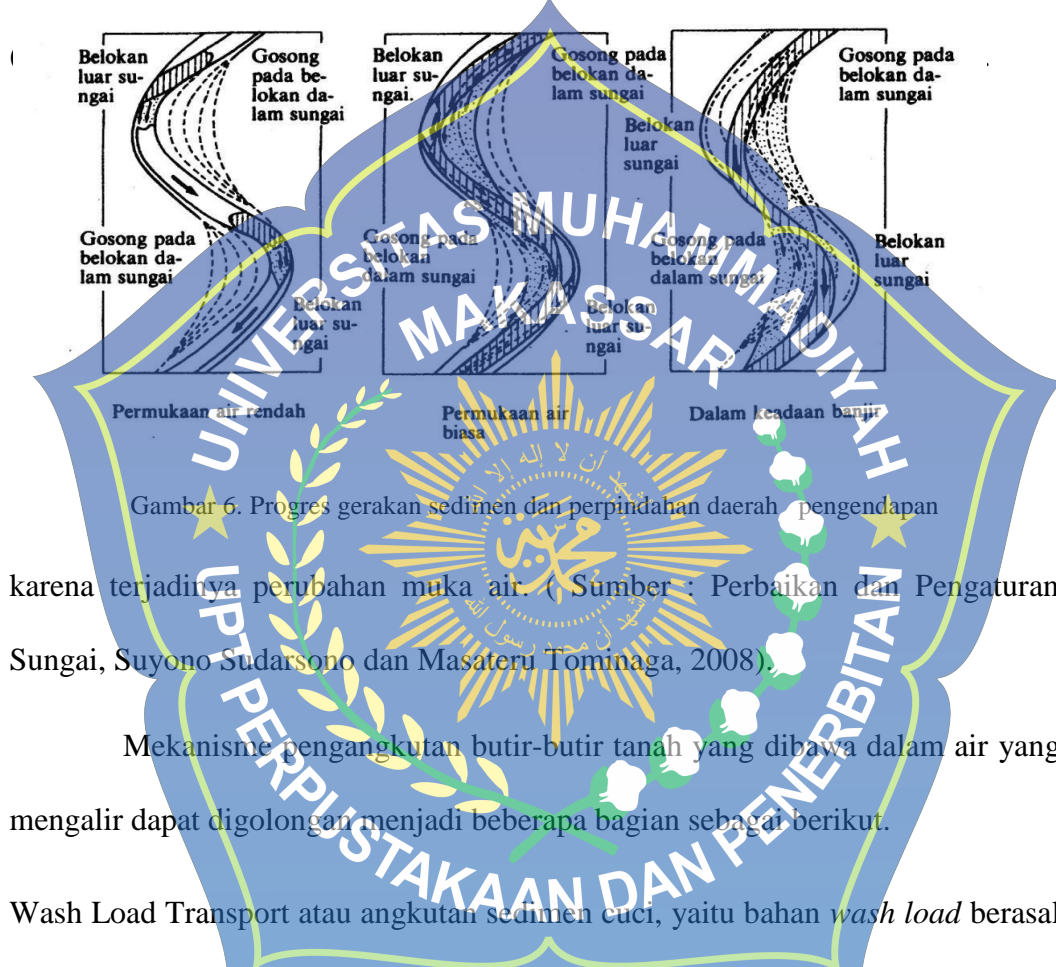
Gerakan massa sedimen adalah gerakan air bercampur masa sedimen dengan konsentrasi yang sangat tinggi, di sungai arus deras, di daerah lereng-lereng pegunungan atau gunung berapi. Gerakan sedimen ini disebut sedimen luruh yang biasanya dapat terjadi didalam alur sungai arus deras (*torrent*) yang kemiringan dari  $15^{\circ}$ .



Gambar 5. Bentuk banjir lahan yang remanding batu-batu (batu-batu besar berkonterasi di bagian depan dan krikil ukuran kecil terdapat di bagian belakang aliran). (sumber : perbaikan dan pengaturan, suyono sudarsono dan masateru Tominaga,2008)

Bahan utama sedimen luruh biasanya terdiri dari pasir atau lumpur yang bercampur kerikil dan batu-batu dari berbagai proporsi dan ukuran. Ukuran batu-batu yang terdapat pada sedimen luruh sangat bervariasi mulai dari beberapa cm sampai m. sedimen luruh yang bahannya berasal dari pelapukan batuan yang sebagian besar berupa pasir disebut pasir luruh (*sand flow*) dan yang sebagian besar berupa lumpur disebut lumpur luruh (*mud flow*). Selain itu sedimen luruh yang bahannya berasal dari hasil letusan gunung berapi disebut banjir lahar dingin atau hanya dengan sebutan banjir lahar. Kalau suplai sedimen besar dari kemampuan transport maka akan terjadi agradasi. Sedangkan kalau suplai sedimen, lebih kecil dari kemampuan transport maka akan terjadi degradasi.

Kemampuan transport sendiri dipengaruhi oleh debit, kecepatan aliran rata-rata, kemiringan (*slope*), tegangan geser dan karakteristik sedimen. Agar tidak terjadi aggradasi dan degradasi harus diciptakan kondisi seimbang dalam suatu sungai. Kondisi seimbang dalam suatu sungai akan terjadi apa bila terjadi suplai sedimen



Gambar 6. Progres gerakan sedimen dan perpindahan daerah pengendapan

karena terjadinya perubahan muka air. (Sumber : Perbaikan dan Pengaturan Sungai, Suyono Sudarsono dan Masateru Tominaga, 2008).

Mekanisme pengangkutan butir-butir tanah yang dibawa dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut.

- a) Wash Load Transport atau angkutan sedimen cuci, yaitu bahan *wash load* berasal dari pelapukan lapisan pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas beberapa debu-debu halus selama musim kering ini selanjutnya dibawa masuk ke sungai baik oleh angin maupun oleh air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan lain.
- b) Suspended Load Transport atau angkutan sedimen layang. Yaitu butirbutir tanah bergerak melayang dalam air. Gerakan butir-butir tanah ini terus menerus

dikompresir oleh gerak turbulensi aliran sehingga butirbutir tanah bergerak melayang diatas saluran. Bahan *suspended load* terjadi dari pasir halus yang bergerak akibat pengaruh turbulensi aliran, debit, dan kecepatan aliran. Semakin besar debit maka semakin besar pula angkutan *suspended load*.

- c) Saltation Load Transport atau angkutan sedimen loncat, yaitu pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan *suspended load* dan *bed load*. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus meloncat-loncat (*skip*) dan melabung (*bounce*) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran.
- d) Bed Load Transport atau angkutan sedimen dasar, yaitu merupakan angkutan butir-butir tanah yang berupa pasir kasar (*coarse and*) yang bergerak secara menggelinding (*rolling*), mendorong dan menggeser (*pushing and sliding*) terus menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (*drag force*). Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu yang ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak kearah hilir (Soewarno, 1991).

## F. karakteristik sedimen

### 1. Gradasi

Gradasi atau susunan butir adalah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu gradasi sela (*gap grade*), gradasi menerus (*continous grade*) dan gradasi seragam (*uniform grade*).

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (uniform graded) adalah gradasi agregat dengan ukuran butir yang hampir sama. Gradasi seragam ini disebut juga gradasi terbuka (open gradasi) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ ruang kosong antar agregat.
2. Gradasi rapat (dense graded) adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik (well graded).
3. Gradasi senjang (gap graded) adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari keadaan campuran dengan gradasi yang disebutkan diatas.

## 2. Ukuran Butir Sedimen

Ukuran butir sedimen merupakan salah satu karakteristik yang paling penting dan banyak digunakan dalam persamaan transport sedimen. Ukuran butiran direpresentasikan :

- a) Diameter nominal ( $d_n$ ), yaitu diameter bola yang mempunyai volume yang sama dengan volume butiran.
- b) Diameter jatuh (*Fall velocity*), yaitu diameter bola dengan berat jenis spesifik 2,65 yang mempunyai kecepatan jatuh butir standar.
- c) Diameter sedimen, yaitu diameter bola yang mempunyai berat dan kecepatan endapan butir sedimen, dalam zat cair yang sama dan pada kondisi yang sama.



- d) Diameter saringan, dimana paling sering digunakan dengan ukuran butir sedimen diukur dengan saringan standar pengukuran diameter butir sedimen, dengan cara ini dilakukan untuk butir yang mempunyai diameter lebih besar dari pada 0,0625 mm, sesuai dengan ukuran saringan terkecil.

Table 2. Klarifikasi ukuran butir sedimen (menurut AGU)

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

### 3. Bentuk Butir Sedimen

Bentuk butir sedimen merupakan salah satu sifat sedimen yang sering dianggap ikut berpengaruh terhadap proses transpor sedimen. Bentuk butir sedimen direpresentasikan oleh koefisien/parameter yang dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu :

#### a) Sphericity

Koefisien/parameter yang sering digunakan untuk mendefinisikan bentuk butir sedimen berdasarkan volumenya adalah *sphericity*.

- Untuk bentuk butir sedimen berbentuk bola, nilai sphericity sama dengan satu.
- Untuk bentuk yang lain, nilai sphericity kurang dari pada satu.

b) Roundness

Koefisien/parameter yang biasa digunakan untuk mendefinisikan bentuk sedimen berdasarkan proyeksi luasan butir sedimen adalah *roundness*.

- Koefisien roundness digunakan untuk menunjukkan keruncingan ujung-ujung butir sedimen.

c) Shape factor

Untuk nilai shape factor didasarkan pada nilai-nilai sumbu triaxial yang saling tegak lurus, yaitu sumbu panjang a, sumbu menengah b, sumbu pendek c.

$$\text{Shape factor} = \frac{c}{\sqrt{a \cdot b}} \quad (7)$$

- Untuk butiran berbentuk bola, nilai shape factor ini akan sama dengan satu sedangkan untuk butiran dengan bentuk selain bola, nilai shape factor lebih kecil dari satu.
- Shape factor mempengaruhi besar kecilnya hambatan aliran  $C_D$ .

#### 4. Volume 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 butir berat partikel sedimen terhadap berat volume air (ponce, 1989). Berat jenis sedimen pada umumnya diperkirakan sekitar 2,65, kecuali untuk material yang berat seperti magnetit (berat jenis 5,18).

#### 5. Kecepatan Jatuh

Kecepatan jatuh (*fall velocity*) partikel merupakan kecepatan akhir sedimen untuk mengendap pada air diam. Menurut ponce (1989), kecepatan jatuh merupakan fungsi ukuran, bentuk, berat jenis partikel, volume partikel dan

kekentalan air disekitarnya. Untuk partikel dengan bentuk yang tidak bulat (*spherical*), kecepatan jatuhnya dapat dinyatakan dengan :

$$W = \left[ \frac{4}{3} \times \frac{gd_s}{C_D} \times \frac{Y_s - Y}{Y} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

$w$  = kecepatan jatuh (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$d_s$  = diameter partikel (mm)

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

$y_s$  = berat volume partikel (g/cm<sup>3</sup>)

$y$  = berat volume air (1,0 g/cm<sup>3</sup>)

*Drag coefficient* merupakan fungsi angka Reynold dari partikel  $R$ , yang ditentukan dengan :

$$R = \left[ \frac{W \cdot d_s}{\nu} \right] \dots\dots\dots(9)$$

$\nu$  adalah kekentalan kinematik cairan. Untuk angka Reynold partikel lebih kecil dari 0,1, maka  $C_D = 24/R$ . Dengan mensubstitusi nilai  $C_D$  ini ke dalam persamaan 3,2, maka mengarah pada hukum Stoke (Stokes' law):

$$w = \left[ \frac{gd^2}{18\nu} \right] \left( \frac{y_s - y}{y} \right) \dots\dots\dots(10)$$

Untuk angka Reynold partikel lebih besar dari 0,1,  $C_D$  masih merupakan fungsi angka Reynold, tetapi hubungannya tidak dapat digambarkan dalam bentuk analitis. Oleh karena itu kecepatan jatuh bervariasi terhadap suhu dan kekentalan, dua partikel dengan ukuran, bentuk dan berat jenis yang sama jatuh

pada dua cairan dengan kekentalan yang berbeda atau pada cairan yang sama dengan suhu yang berbeda, maka akan memiliki kecepatan jatuh yang berbeda.

#### F. Pengukuran sedimen dasar (bed load)

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

##### 1. Pengukuran langsung

Dilakukan dengan cara mengambil sampel di sungai secara langsung (dilokasi pos duga air) dengan menggunakan alat ukur muatan sedimen dasar yang terbagi atas:

- a. Tipe basket
  - b. Tipe perbedaan tekanan
  - c. Tipe PAN
  - d. Tipe pit atau slot
- ##### 2. Pengukuran tidak langsung

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

##### 3. Perkiraan dengan menggunakan rumus empiris

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

##### 1. Metode Einstein

Einstein merupakan ahli pertama yang mencoba menurunkan persamaan

angkutan sedimen dasar (bed load) dengan metode persamaan teoritik, yaitu dengan teori statistik. Persamaan ini di turunkan secara dua tahap. Tahap pertama tahun 1942 dimana eistein belum memperhitungkan konfigurasi dasar sungai pada persamaanya. Pada tahap ke dua yaitu tahun 1950 Eistein memodifikasi persamaan sebelumnya dengan memperhitungkan konfigurasi dasar sungai. Metode pendekatan eistein didasarkan pada dua konsep dasar. Konsep dasar pertama bahwa konsep kondisi kritis untuk terjadinya angkutan sedimen ditiadakan karena kondisi kritis pada awal pergerakan sedimen sangat sulit untuk didefinisikan. Konsep dasar kedua adalah angkutan sedimen dasar lebih dipengaruhi oleh fluktuasi aliran yang terjadi akibat nilai rata-rata gaya aliran yang bekerja pada partikel sedimen. Dengan demikian bergerak atau berhentinya suatu partikel sedimen lebih tepat di nyatakan dengan konsep probabilitas yang menghubungkan gaya angkat hidrodinamik sesaat dengan berat partikel dalam air. Persamaan muatan sedimen dengan pendekatan eistein berdasarkan fungsi dari pada :

Einstein Non Dimensional  $\Phi - \Psi$  Function.

$$F(\Phi, \Psi) = 0 \dots \dots \dots (11)$$

$$\Psi = \Delta d^{3.5} \mu R I$$

Dimana :

$\Psi$  = Parameter intensita aliran

$$\Delta = \rho_s - \rho_w \rho_w \text{ (apparent relative density)}$$

$\mu$  = Ripple factor

R = Radius hidrolok

I = Kemiringan energi

d35 = Diameter butiran

$$\phi = \frac{Tb}{\rho s \Delta^2 (gd35)^2} \dots \dots \dots (12)$$

## 2 Metode meyer-peter dan muller

Metode Meyer-Peter dan Muller Persamaan ini termasuk dalam persamaan yang diperoleh dengan pendekatan empiris. Persamaan ini dianggap lebih unggul dibandingkan dengan persamaan-persamaan yang lainnya karena range data yang digunakan sangat besar (Kironoto, 1997)

$$\frac{q^2}{d^3} = n + b \frac{Tb^2}{d^3} \dots \dots \dots (13)$$

Dengan :

q = debit tiap satuan tiap lebar satuan waktu yang menentukan bedload

$$Tb = \left( \frac{kg.f}{m.det} \right) \dots \dots \dots (14)$$

Tb = berat bedload di udara tiap satuan lebar tiap satuan waktu

$$\left( \frac{kg.f}{m.det} \right)$$

d = diameter butiran yang representatif (mm)

I = kemiringan garis energi

n,b = koefisien

persamaan di atas diturunkan dengan berdasarkan data material sedimen seragam dengan rapat massa  $\rho s = 2680 \text{ kg/m}^3$ . Kemudian persamaan tersebut dikembangkan untuk material sedimen tidak seragam. Dalam Kironoto, 1997 Meyer-Peter dan Muller menyatakan bahwa gesekan atau kehilangan energi yang terjadi pada dasar sungai (ripple atau dunes) disebabkan oleh bentuk



gelombang (shape roughness) dan ukuran butiran (grain roughness). Nilai koefisien kekasaran ( $k_s'$ ) karena dianggap yang terakhir lebih menentukan nilai transportasi sedimen dasar (bedload) maka ditempatkan dalam rumus angkutan sedimen dasar total ( $T_b$ ) dengan rumus Strickler :

$$\bar{U} = K_s \cdot R^{\frac{3}{2}} I^{\frac{1}{2}}$$

$K_s$  = Koefisien kekasaran

$R$  = Radius hidrolok

$I$  = Kemiringan atau slope

Diperoleh kemiringan garis energi akibat gesekan butiran ( $I'$ ) sebagai fungsi  $I$  total :

$$I' = \left(\frac{k_s}{k_{t's}}\right)^2 \times I \dots\dots\dots(15)$$

Yang kemudian diperbaiki berdasarkan percobaan menjadi :

$$I' = \left(\frac{k_s}{k_{t's}}\right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots(16)$$

Sehingga :

$$\mu = \frac{I}{I'} = \left(\frac{k_s}{k_{t's}}\right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots(17)$$

Bisa disebut ripple factor

Dengan :

$K_s$  = Koefisien kekasaran strickler

$K's$  = Kekasaran akibat butiran

Dengan demikian rumus Meyer Peter dan Muller yang sesuai untuk angkutan sedimen dasar dengan material sedimen tidak seragam adalah :

$$\gamma_w \frac{Q_s}{Q} \left( \frac{k_s}{k'_{s'}} \right)^{\frac{3}{2}} h I = 0,047((\gamma_s - \gamma_w) d_m + 0,25 \left( \frac{\gamma_w}{g} \right)^{\frac{1}{2}} (Tb)^{\frac{2}{3}}) \dots\dots\dots(18)$$

Dengan :

$\gamma_w$  = Berat jenis air

$\frac{Q_s}{Q} = \frac{R}{h}$  = faktor koreksi berhubung dengan tampang saluran  $\frac{Q_s}{Q} = 1$

untuk  $B = \infty$

$\left( \frac{k_s}{k'_{s'}} \right)^{\frac{3}{2}}$  = Riple factor

$d_m$  = Diameter median

$\gamma_s$  = Berat jenis sedimen

$Tb$  = Berat sedimen (padat) dalam air tiap satuan panjang tiap satuan Waktu

Volume sedimen padat =  $Tb \gamma_w - \gamma_s$  ( $m^3/m$ .det) Catatan :

a. Dalam satuan m k s  $\gamma_w = \rho_w g = 1000 \cdot 9,8 = 9800 \text{ N/m}^3$

b. Dalam keadaan kritik  $Tb = 0$  maka rumus MPM menjadi :  $\tau_0$

$$\frac{\gamma_w h I}{(\gamma_w - \gamma_s) d_m} = 0,047 \quad B = \infty ; \mu = 1$$

$$\frac{\tau_0}{(\gamma_w - \gamma_s) g d_m} = 0,047 \dots\dots\dots(19)$$

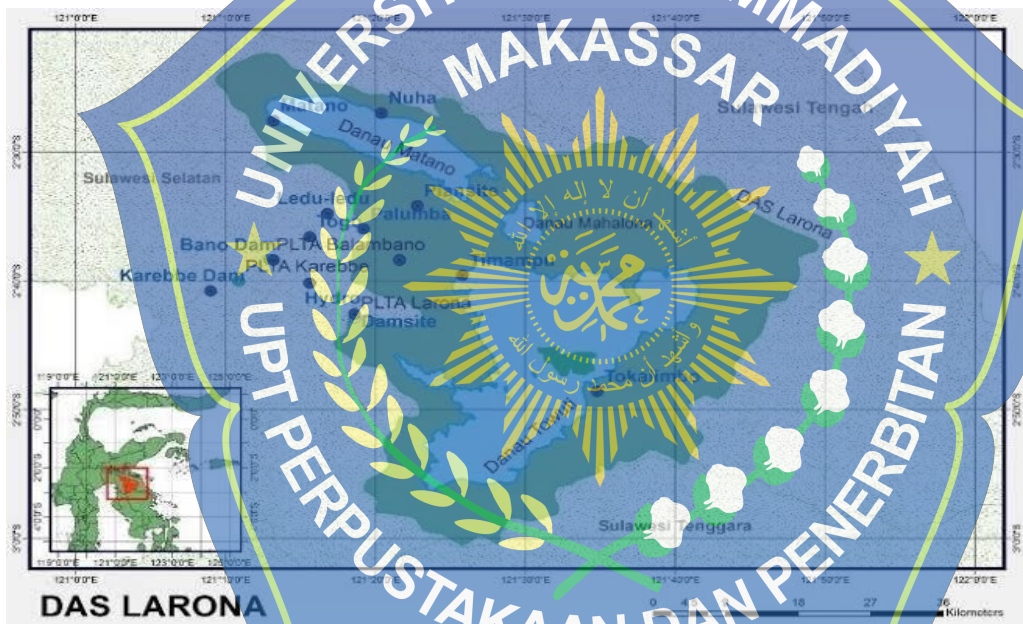


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu kurang lebih selama 6 bulan, terdiri dari survai kegiatan, pengumpulan data primer dan sekunder, analisi data, dan seminar hasil. Lokasi penelitian lapangan dilakukan pada Kawasan muara sungai larona kabupaten luwu timur.



Gambar 7. Peta das larona

#### B. Data yang di perlukan

##### 1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari lokasi penelitian. Data primer berupa data dari sedimen yang bersumber dari muara sungai larona dan data sdebit singai itu sendiri. Adapun data yang di maksud adalah sebagai berikut:

a. Data sedimen

Data sedimen merupakan data yang nantinya akan menjadi sampel pada pengujian laboratorium untuk pemeriksaan karakteristik sedimen. Dimana sampel sedimen di ambil langsung pada muara sungai larona. Adapun pemeriksaa karakteristik meliputi kosentrasi sedimen, berat jenis sedimen, dan diameter sedimen.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang berhubungan dengan penelitian yang kita lakukan. Pengumpulan atau pengambilan data sekunder dapat diperoleh berdasarkan acuan dan literatur yang berhubungan dengan materi, karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan penelitian atau dengan mendatangi instansi terkait untuk mengambil data-data yang diperlukan. Adapun data-data yang diperlukan meliputi data debit aliran, berat jenis tanah, diameter butiran, Peta DAS, Dan peta lokasi penelitian.

**C. Metode pengambilan sample**

Metode pengambilan sampel yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel secara langsung pada muara Sungai larona. Yang meliputi :

- Pengambilan Sampel Sedimen

Metode yang dilakukan pada pengambilan sampel sedimen yaitu dengan cara turun langsung ke muara sungai larona dan mengambil sedimen yang mengendap pada dasar muara sungai. Sedimen yang diambil di lokasi adalah sedimen asli yang mengendap pada muara Sungai.

#### D. Prosedur penelitian

Adapun prosedur penelitian dilakukan antara lain :

- a. Pengambilan sample dilapangan, tepatnya di Sungai larona.
- b. Setelah itu sample tanah yang telah diambil dikeringkan. Untuk percobaan analisa saringan maupun berat jenis
- c. Analisa saringan dimaksudkan untuk menentukan jenis material sedimen berdasarkan butiran.
- d. Dari pengujian ini didapatkan jumlah dan distribusi ukuran sedimen dengan menggunakan saringan yang sesuai dengan standar ASTM D 422.
- e. Pengujian berat jenis sedimen dilakukan berdasarkan SNI 1964: 2008. Standar ini menetapkan prosedur uji untuk menentukan berat jenis tanah lolos saringan yang diameter 0,425 mm (No.40).
- f. Setelah mendapatkan sampale yang lolos saringan No. 40, sampale yang telah dilarutkan tersebut di masukkan kedalam wadah (pan) , setelah itu di oven selama 24 jam.
- g. Setelah sampale dioven selama 24 jam, sample siap untk diambil datanya. Selanjutnya, untuk penentuan berat jenis.
- h. Pada data yang telah di peroleh dari laboratorium, maka perhitungan sedimen dasar sudah dapat diolah, sedangkan untuk perhitungan sedimen melayang dapat dihitung pula dengan menggunakan data kadar lumpur

## E. Analisa data

Setelah semua data telah diperoleh, selanjutnya dilakukan Analisa data sebagai berikut :

### 1. Menghitung luas penampang sungai (A)

Luas penampang sungai (A) merupakan penjumlahan seluruh bagian penampang sungai yang diperoleh dari hasil perkalian antara internal jarak horizontal dan kedalaman air. Luas penampang sungai dihitung berdasarkan dimensi sungai yang digunakan.

### 2. Kedalaman sungai (h)

Kedalaman sungai (h) adalah perbandingan luas penampang melintang dan lebar dasar sungai. Kedalam sungai diukur dengan menggunakan rambu ukur dan piska (tongkat bamboo atau kayu)

### 3. Kecepatan aliran (v)

Kecepatan aliran di ukur dengan menggunakan flow wacth atau bola pimpong.

### 4. Pengukuran sedimen dasar (bed load)

Untuk perhitungan sedimen dasar (*bed load*) dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode dimana antara lain metode meyer peter muller dan metode einstein



## F. Flowchart



Gambar 8. Diagram alur penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisa hasil perhitungan

##### 1. Kedalaman hidrolis

Hasil pengukuran kedalaman hidrolis dilokasi penelitian dengan jarak tinjau

2m muka air

Tabel 3. Tinggi muka air

No.	Jarak tinjau	Kedalaman	Lebar dasar	Kemiringan
1	0.00	0.00		0.00
2	2.00	0.65		0.325
3	2.00	0.69		0.020
4	2.00	0.74		0.025
5	2.00	0.87		0.065
6	2.00	0.96		0.045
7	2.00	1.14		0.090
8	2.00	1.19		0.025
9	2.00	1.22		0.015
10	2.00	1.27		0.025
11	2.00	1.31		0.020
12	2.00	1.35		0.020
13	2.00	1.34	47.26	0.005
14	2.00	1.29		0.025
15	2.00	1.23		0.030
16	2.00	1.21		0.010
17	2.00	1.14		0.035
18	2.00	1.10		0.020
19	2.00	1.03		0.035
20	2.00	0.94		0.045
21	2.00	0.92		0.010
22	2.00	0.91		0.005
23	2.00	0.88		0.015
24	2.00	0.83		0.025
25	1.26	0.00		0.650
		0.97	47.26	0.063

## 2. Luas penampang

Dengan menggunakan tabel 3. Tingga muka air diatas, luas penampang basah dapat dihitung sebagai berikut, Adapun persamaanya yaitu:

$$A = bm + mh^2$$

Diketahui :

$$Bm = 47,26$$

$$m = 0,063$$

$$h = 0,97$$

dengan menggunakan luas penampang sebagai berikut

$$\begin{aligned} A &= bh + mh^2 \\ &= 47,26 \times 0,97 + 0,063 \times 0,97^2 \\ &= 45,83 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, luas penampang sebesar  $45,83 \text{ m}^2$

Untuk perhitungan selanjutnya diselesaikan dengan cara yang sama dan hasilnya dirangkum dalam tabel 4.



Tabel 4. Hasil perhitungan luas penampang

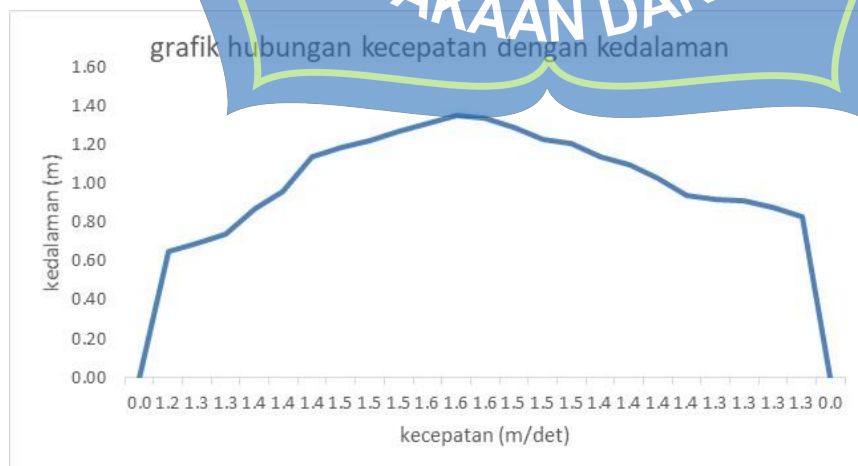
No.	Jarak tinjau	Kedalaman	Lebar dasar	Kemiringan	Luas Penampang
1	0.00	0.00		0.00	0.00
2	2.00	0.65		0.325	30.86
3	2.00	0.69		0.020	32.62
4	2.00	0.74		0.025	34.99
5	2.00	0.87		0.065	41.17
6	2.00	0.96		0.045	45.41
7	2.00	1.14		0.090	53.99
8	2.00	1.19		0.025	56.27
9	2.00	1.22		0.015	57.68
10	2.00	1.27		0.025	60.06
11	2.00	1.31		0.020	61.94
12	2.00	1.35		0.020	63.84
13	2.00	1.34	47.26	0.005	63.34
14	2.00	1.29		0.025	61.01
15	2.00	1.23		0.030	58.18
16	2.00	1.21		0.010	57.20
17	2.00	1.14		0.035	53.92
18	2.00	1.10		0.020	52.01
19	2.00	1.03		0.035	48.71
20	2.00	0.94		0.045	44.46
21	2.00	0.92		0.010	43.49
22	2.00	0.91		0.005	43.01
23	2.00	0.88		0.015	41.60
24	2.00	0.83		0.025	39.24
25	1.26	0.00		0.650	0.00
		0.97	47.26	0.063	45.83

### 3. Kecepatan aliran

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan cara menggunakan current meter. Hasil pengukuran kecepatan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran kecepatan

No	Kedalaman	Percepatan gravitasi	Kecepatan aliran Current meter
1	0.00	0.00	0.0
2	0.65	9.81	1.2
3	0.69	9.81	1.3
4	0.74	9.81	1.5
5	0.87	9.81	1.4
6	0.96	9.81	1.4
7	1.14	9.81	1.4
8	1.19	9.81	1.5
9	1.22	9.81	1.5
10	1.27	9.81	1.5
11	1.31	9.81	1.6
12	1.35	9.81	1.6
13	1.34	9.81	1.6
14	1.29	9.81	1.5
15	1.23	9.81	1.5
16	1.21	9.81	1.5
17	1.14	9.81	1.4
18	1.10	9.81	1.4
19	1.03	9.81	1.4
20	0.94	9.81	1.4
21	0.92	9.81	1.3
22	0.91	9.81	1.3
23	0.88	9.81	1.3
24	0.83	9.81	1.3
25	0.00	0.00	0.0
	<b>0.97</b>	<b>9.81</b>	<b>1.30</b>



Gambar 9. Grafik hubungan kecepatan dengan kedalaman

#### 4. Debit aliran

Debit aliran merupakan perkalian antara kecepatan aliran dengan luas penampang basah saluran, Adapun persamaan debit aliran sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A$$

$$= 1,30 \times 45,83$$

$$= 59,76 \text{ (m}^3/\text{det)}$$

Perhitungan selanjutnya diselesaikan dengan cara yang sama dan hasilnya dirangkum dalam tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan debit

No	Luas Penampang	Kecepatan aliran Current meter	Debit
1	0.00	0.0	0.00
2	30.86	1.2	37.03
3	32.62	1.3	42.40
4	34.99	1.3	45.48
5	41.17	1.4	57.63
6	45.41	1.4	63.58
7	53.99	1.4	75.59
8	56.27	1.5	84.41
9	57.68	1.5	86.52
10	60.06	1.5	90.09
11	61.94	1.6	99.11
12	63.84	1.6	102.14
13	63.34	1.6	101.34
14	61.01	1.5	91.51
15	58.18	1.5	87.26
16	57.20	1.5	85.80
17	53.92	1.4	75.49
18	52.01	1.4	72.81
19	48.71	1.4	68.20
20	44.46	1.4	62.25
21	43.49	1.3	56.53
22	43.01	1.3	55.91
23	41.60	1.3	54.08
24	39.24	1.3	51.02
25	0.00	0.0	0.00
	45.83	<b>1.30</b>	59.76



5. Data sedimen dasar

Menghitung Data sedimen dasar pada penelitian ini di peroleh data primer, dimana data ini diambil langsung dari lapangan dan data yang diambil adalah kecepatan aliran sungai dan sample sedimen dasar, dari sample yang sudah diambil, diuji di laboratorium. Adapun uji laboratorium :

a. Analisis ukuran butiran

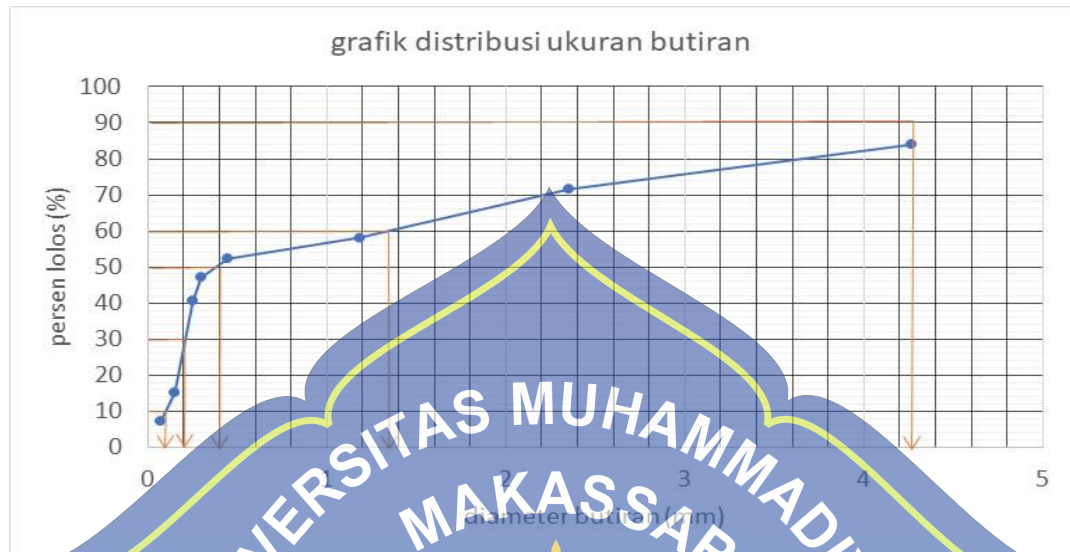
% berat tertahan pada sarigan menggunakan persamaan :

$$\% \text{ tertahan} = \frac{w_1}{w} \times 100\%$$

Tabel 7. Analisis butiran sarigan

No sarigan	diameter (gram)	berat tertahan ( gram)	berat kumulatif (gram)	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.27	320	320	16	84
8	2.35	250	570	12.5	71.5
16	1.18	266	836	13.3	58.2
40	0.45	120	956	6	52.2
50	0.3	98	1054	4.9	47.3
60	0.25	132	1186	6.6	40.7
100	0.15	514	1700	25.7	15
200	0.075	155	1855	7.75	7.25
PAN		145	2000	7.25	0
jumlah		2000		100	

Untuk ukuran butiran dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 10. Grafik distribusi ukuran butiran

Dari grafik diatas didapatkan nilai ukuran diameter sebagai berikut :

$$D_{10} = 0,025 \text{ mm}$$

$$D_{30} = 0,2 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,4 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 1,38 \text{ mm}$$

$$D_{90} = 4,25 \text{ mm}$$

b. Berat jenis

Berat jenis sedimen didefenisikan secara umum sebagai perbandingan antara volume berat tanah dan volume berat air pada temperatur 4 °c (muntohar,2009).

$$G_s = \frac{(w_2 - w_1)}{(w_4 - w_1).t_1 - (w_3 - w_2).t_2}$$

Tabel 8. hasil uji berat jenis

Nomor percobaan	A1	A2
Berat labu, W1 (gram)	133	133
Berat labu + air + W2 (gram)	336	336
berat labu + air + tanah, W3 (gram)	419	416
Berat tanah kering, ws (gram)	240	238
Temperatur, C	29	29
Faktor kohesi, $\alpha$	0,995	0,995
Berat jenis, Gs	2,643	2,643
Berat jenis rata-rata, Gs	2,724	

**B. Analisis angkutan laju sedimen dasar metode meyer peter muller dan metode eisten**

1. Analisi angkutan sedimen

Analisis angkutan sedimen dengan menggunakan dua metode yaitu metode moyer-peter muller dan metode eisten. Dari kedua hasil metode tersebut hasil perhitungannya dibandingkan

Tabel 9. Data lapangan

Data		Satuan
Kecepatan, v	1,30	m
kedalaman rata-rata, h	0,97	m
lebar dasar, L	47,26	m <sup>3</sup>
luas, A	45,83	m
jari-jari hidrilik, R	0,866	m
kemirigan, I	0,063	
debit, Q	59,76	m <sup>3</sup> /s
berat jenis sedimen	2,724	kg/m <sup>3</sup>
berat jenis air	1	kg/m <sup>3</sup>
d10	0,025	mm
d30	0,2	mm
d50	0,4	m
d60	1,38	mm
d90	4,25	mm

## 2. Metode meyer-peter muller

### a. Mencari riffen faktor

$$\mu = \left( \frac{ks}{k'_{ts}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\begin{aligned} K_s &= \frac{2,04}{R^{\frac{2}{3}} \times 0,0015^{1/2}} \\ &= \frac{2,04}{0,866^{\frac{2}{3}} \times 0,0015^{1/2}} \\ &= 57,97 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$K'_s = \frac{53,76}{d^{90^{1/6}}}$$

$$= \frac{26}{0,00425^{1/6}}$$

$$= 64,60$$

$$\mu = \left( \frac{ks}{k'_{ts}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \frac{57,97}{64,60}$$

$$= 0,9$$

### b. Menghitung nilai angkutan sedimen dasar

$$\frac{Q_s}{Q} = \frac{R}{h}$$

$$\gamma_s \frac{Q_s}{Q} \left( \frac{ks}{k'_{ts}} \right)^{\frac{3}{2}} h I = 0,047((\gamma_s - \gamma_w) dm + 0,25 \left( \frac{\gamma_w}{g} \right)^{\frac{1}{2}} (Tb)^{\frac{2}{3}}$$

$$2,721 \times \frac{0,866}{0,75} (0,9)^{\frac{3}{2}} \times 0,97 \times 0,063 = 0,047(2,721 - 1) \times 0,0004 + 0,25 \times$$

$$\left( \frac{1}{9,81} \right)^{\frac{1}{2}} \times (Tb)^{\frac{2}{3}}$$

$$0,00301787646 = 0,0000323548 + 0,0798188571 \times (Tb)^{\frac{2}{3}}$$

$$T_b = 0,00302893543 \text{ m}^3/\text{m.det}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume sedimen padat} &= \frac{T_b}{(y_s - y_w)} \\ &= \frac{0,00302893543}{(2,271 - 1)} \end{aligned}$$

$$= 0,00238311206 \text{ t/dt}$$

$$\text{Total } T_b = T_b \times 47,26$$

$$= 0,00238311206 \times 47,26$$

$$= 0,1104 \text{ ton/s}$$

Jadi :

$$\text{Untuk satu hari} = 24 \times 60 \times 60 \times 0,01787$$

$$= 950,4 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Untuk satu tahun} = 1543,988 \times 365$$

$$= 342144 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Untuk 15 tahun} = 75153 \times (15 \text{ tahun})$$

$$= 5132160 \text{ ton}$$

### 3. Metode einsten

Mencari nilai K

$$V = 5,75 (U^*) \log \frac{12R}{K}$$

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

$$= \sqrt{9,81 \times 0,866 \times 0,063}$$

$$= 0,35$$

$$V = 5,75 (U^*) \log \frac{12R}{K}$$

$$2,04 = 5,75 (0,35) \log \frac{12 \times 0,866}{K}$$

$$2,04 = 2,01 \frac{1,02}{K}$$

$$\frac{2,05}{K} = 2,04 \quad k = 4,18$$

Berdasarkan grafik eisnten maka

$$\mu = \left( \frac{C}{d_{90}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Dimna :

$$C = 18 \log \frac{12.R}{K}$$

$$= 18 \log \frac{12 \times 0,866}{4,18}$$

$$= 7,15 \text{ m}_2^1/\text{dt}$$

$$Cd_{90} = 18 \log \frac{12.R}{d_{90}}$$

$$= 18 \log \frac{12 \times 0,866}{0,00425}$$

$$= 60,98 \text{ m}_2^1/\text{dt}$$

$$\mu = \left( \frac{C}{d_{90}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \left( \frac{7,15}{60,98} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0,04$$

$$\Delta = \left( \frac{ps-pw}{pw} \right)$$

$$= \left( \frac{2,724-1}{1} \right)$$

$$= 1,724$$

$$\emptyset = \frac{\Delta d_{35}}{\mu RI}$$

$$= \frac{1,724 \times 0,0002}{0,04 \times 0,866 \times 0,0015}$$





$$= 6,63$$

Berdasarkan grafik Einstein untuk  $\phi = 6,63$  maka  $\Psi = 4,2$

$$\phi = \frac{T_b}{\frac{1}{\rho s \Delta^2} (g \cdot d_{30})^{\frac{3}{2}}} = 4,2$$

$$T_b = \Psi \rho s \Delta^{\frac{1}{2}} (g \cdot d_{30})^{\frac{3}{2}}$$

$$= 4,2 \times 2,724 \times (1,724)^{\frac{1}{2}} (9,81 \times 0,0002)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0,0013 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

$$\text{Volume sedimen padat} = \frac{0,0013}{(y_s - y_w)}$$

$$= \frac{0,0013}{(2,724 - 1)}$$

$$= 0,00075 \text{ ton} / \text{dt}$$

$$\text{Total } T_b = 0,00075 \times 47,26$$

$$= 0,035 \text{ ton/s}$$

$$\text{Dalam satu tahun} = 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 0,035$$

$$= 1088640 \text{ ton/tahun}$$

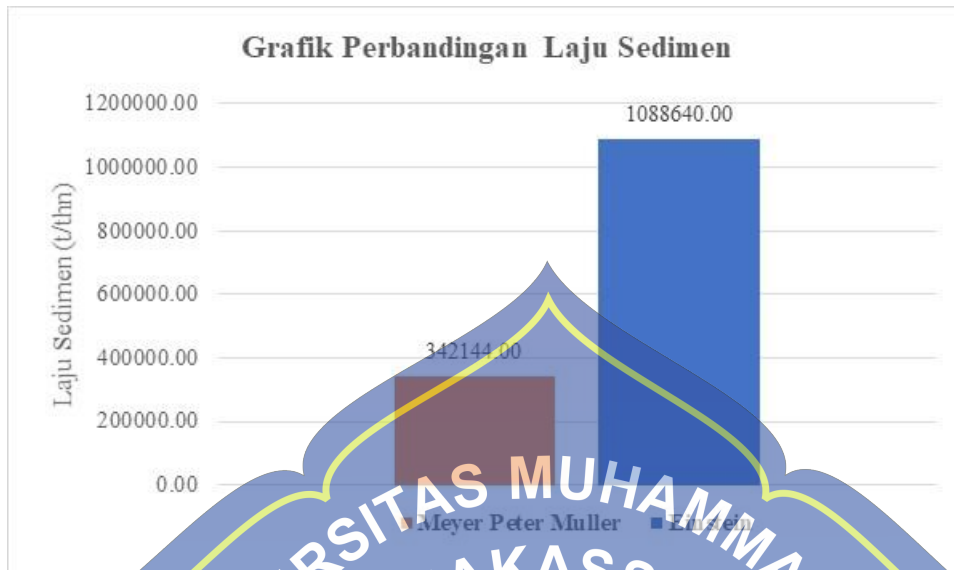
$$\text{Untuk 15 tahun} = 1766026 \times 15$$

$$= 16329600 \text{ ton}$$

Table 10. angkutan sedimen

Angkutan Sedimen (ton/tahun)	
Meyer-peter muller	342144.00
Einsten	1088640.00

gambar 11. Grafik Perbandingan laju sedimen metode meyer-peter muller dan metode einstein



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil Analisa data laju sedimen dasar dan dari grafik perbandingan laju sedimen. Maka laju sedimentasi menggunakan metode eisntein lebih besar dibandingkan metode meyer-peter muller.
2. Karakteristik sedimen di muara sungai Iarona kab. Luwu timur yaitu pasir sedang (medium sand) dengan diameter butiran 0,025 – 0,5mm

#### B. Saran

1. Perlu dilakukan penyuluhan kepada masyarakat terutama yang berdomisili di daerah sekitaran sungai agar masyarakat sadar betapa pentingnya melastarikan alam dan lingkungan, sehingga tidak melakukan tindakan-tindakan yang dapat menimbulkan dampak negative terhadap lingkungan.
2. Untuk menghitung laju sedimentasi dapat menggunakan metode Ideboys untuk menjadikan perbandingan
3. Untuk menghitung laju sedimentasi sebaiknya menghitung sedimen melayang dan sedimen dasar agar dapat dijadikan perbandingan

## DAFTAR PUSTAKA

- Boangmanalu Arta Olihen, Indrawan Ivan. 2012. “Kajian Laju Angkutan Sedimen Pada Sungai Wampu”. Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Diansari Rahma, 2013. “Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (*Suspended Load*) Pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin” Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Gayo M. Yusuf (et al). 1985. “Perbaikan dan Pengaturan Sungai “. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Hambali Roby, Yayuk Apriyanti. 2016. “ Studi Kakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat”. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
- Hakim, Riskiyanti Siti. 2015 “ Studi Laju Sedimentasi Waduk Bili-Bili Pasca Pengembangan Bangunan Penahan Sedimen”. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Irwan Musa Muhammad, 2012 “ Analisis Sedimentasi Pada Sungai Pattiro Kabupaten Bone Sulawesi Selatan ”. Skripsi Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Ismail, Ramli Muhammad, 2011 “Analisis Laju Sedimentasi Sungai Gopa Kabupaten Sinjai”. Skripsi Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Mokonio Oliviana, 2013. “ Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Saluwangko Di Desa Tounalet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa”. Skripsi

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.

Pangestu Hendra, Haki Helmi, 2013. “Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin” Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Prasetyo Dani, Dermawan Very, Primantyo Andre H, 2015. “ Kajian Penanganan Sedimentasi Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang ”. Jurnal Mahasiswa Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.

Purnawan, Syahrul, Setiawan, Ihsan, Marwantim, 2012. “Studi Sebaran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir Di Perairan Kuala Gigieng Kabupaten aceh besar, provinsi aceh”. jurnal Depik vol 1 Nomor 1, hal 3136.



Hasil uji berat jenis

Nomor percobaan	A1	A2
Berat labu, W1 (gram)	133	133
Berat labu + air + W2 (gram)	336	336
berat labu + air + tanah, W3 (gram)	419	416
Berat tanah kering, ws (gram)	240	238
Temperatur, C	29	29
Faktor kohesi, $\alpha$	0,995	0,995
Berat jenis, Gs	2,643	2,643
Berat jenis rata-rata, Gs	2,724	

Hasil Analisa sarigan

No sarigan	diameter (gram)	berat tertahan ( gram)	berat kumulatif (gram)	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.27	320	320	16	84
8	2.35	250	570	12.5	71.5
16	1.18	266	836	13.3	58.2
40	0.45	120	956	6	52.2
50	0.3	98	1054	4.9	47.3
60	0.25	132	1186	6.6	40.7
100	0.15	514	1700	25.7	15
200	0.075	155	1855	7.75	7.25
PAN		145	2000	7.25	0
jumlah		2000		100	



## Grafik Einstein untuk Hitungan Angkutan Sedimen Dasar





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,  
 Menegaskan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Toha Andi Lahirwan  
 Nim : 105811102016/105811112016  
 Program Studi : Teknik Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Bobot
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	20 %	25 %
3	Bab 3	10 %	10 %
4	Bab 4	7 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang dilakukan oleh UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar menggunakan Aplikasi Turnitin.

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

Makassar, 28 Agustus 2023

Mengetahui

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan

Nursihan Hurrus  
 NBM. 964

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Makassar 90222  
 Telepon (0411)866972,881593, fax (0411)865588  
 Website: www.library.unismuh.ac.id  
 E-mail: perpustakaan@unismuh.ac.id



Toha Andi Lala/Irwan 105811102016/105811112016 BAB I

ORIGINALITY REPORT

<b>10%</b> SIMILARITY INDEX	<b>10%</b> INTERNET SOURCES	<b>6%</b> PUBLICATIONS	<b>10%</b> STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

- |          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <a href="http://www.univ-tridianti.ac.id">www.univ-tridianti.ac.id</a><br>Internet Source | <b>6%</b> |
| <b>2</b> | <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a><br>Internet Source             | <b>4%</b> |

Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On

Exclude matches  2%



ORIGINALITY REPORT

**25%**  
SIMILARITY INDEX

**25%**  
INTERNET SOURCES

**0%**  
PUBLICATIONS

**2%**  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Rank	Source	Percentage
1	repository.umy.ac.id Internet Source	6%
2	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	4%
3	www.scribd.com Internet Source	4%
4	eprints.unlp.ac.id Internet Source	3%
5	akbarsatyanugraha.blogspot.com Internet Source	3%
6	ojs.unsika-bjm.ac.id Internet Source	2%
7	www.wikiwand.com Internet Source	2%
8	repository.unniry.ac.id Internet Source	2%





ORIGINALITY REPORT

**10%**  
SIMILARITY INDEX

**10%**  
INTERNET SOURCES

**6%**  
PUBLICATIONS

**3%**  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

**1** core.ac.uk Internet Source **3%**

**2** idr.uin-antasari.ac.id Internet Source **3%**

**3** Keyin Kurniawan. "ANALISIS TARIKAN PASAR MODERN MASUK TOMORROW". Journal Mahasiswa Teknik Sipil, 2022. Publication **2%**

**4** www.slideshare.net Internet Source **2%**

Exclude quotes On Exclude matches **2%**  
Exclude bibliography On



Toha Andi Lala/Irwan 105811102016/105811112016 BAB IV

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

docplayer.info  
Internet Source

7%

Exclude quotes  
Exclude bibliography

Exclude matches < 2%





Toha Andi Lala/Irwan 105811102016/105811112016 BAB V

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[www.idxchannel.com](http://www.idxchannel.com)

Internet Source

5%

Exclude quotes

Exclude Bibliography

