

**Skripsi**

**REKAYASA STABILITASI TEBING SUNGAI MENGGUNAKAN EKO-  
HIDRAULIK RANTING POHON PAGAR DATAR DAN  
BAMBU (UJI MODEL)**



**OLEH :**

**MUH. IRFAN AGUNG**  
**105 81 01370 10**

**ZUL FADLI SULTAN**  
**105 81 01282 10**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2017**



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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PENGESAHAN**

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

Judul Skripsi : REKAYASA STABILITASI TEBING SUNGAI MENGGUNAKAN EKO-HIDROLIK RANTING POHON PAGAR DATAR DATAR DAN BAMBU

Nama : MUH. IRFAN AGUNG  
ZULFADLI SULTAN

Stambuk : 105 81 01370 10  
105 81 01282 10

Makassar, 08 Mei 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Riswal K., ST., MT.

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sipil

Muh. Syafaat S. Kuba, ST.  
NBM : 975 288



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## FAKULTAS TEKNIK

### GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

#### PENGESAHAN

Skripsi atas nama MUH.IRFAN AGUNG dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 01370 10 dan ZULFADLI SULTAN dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 01282 10, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 389/05/A.2-II/V/38/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik Keairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari senin tanggal 06 Mei 2017.

Panitia Ujian : Makassar, 11 Sya'ban 1438 H  
08 Mei 2017 M

#### 1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

#### 2. Penguji

a. Ketua : Prof.Dr.Ir.H.Lawalenna Samang,M.Sc.,M.Eng

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

3. Anggota : 1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, Sp., PSDA.

2. Dr. Muh Yunus Ali, ST., MT.

3. Ma'rufah, SP., MP.

Mengetahui :

Pembimbing I

Riswal K., ST., MT.

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT.

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

## KATA PENGANTAR



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

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun Judul kami adalah: “**REKAYASA STABILITASI TEBING SUNGAI MENGGUNAKAN EKO-HIDRAULIK RANTING POHON PAGAR DATAR DAN BAMBU (UJI MODEL)**”

Skripsi ini 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. Bapak Ir.Hamzah Al Imran, ST., MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Riswal K, ST., MT. selaku pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, ST., MT selaku pembimbing II, yang telah banyak

meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda, Ibunda dan Saudara-saudaraku yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a, dorongan dan pengorbanannya.
6. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2010 dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas ini.

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

Makassar,.....Maret2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii

### I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Batasan Masalah.....	6
F. Sistematika Penulisan .....	6

### II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai .....	8
1. Pengertian Sungai.....	8
2. Fungsi Sungai .....	10
a) Fungsi sungai sebagai saluran eko-drainase (drainasi seram ahli ngkungan) .....	10

b) Fungsi sungai saluran irigasi.....	10
c) Konsep eko-hidrolik dalam pengelolaan sungai.....	11
3. Bangunan Pelurusan Sungai, Sudetan, danTanggul.....	12
B. Kondisi Permasalahan Gerusan Tebing Sungai .....	14
1. Gerusan umum.....	14
2. Gerusan lokal .....	15
C. PenangananTebing Sungai dengan Metode Konvensional	
Murni .....	15
1. Pengertian Pelindung Tebing Sungai .....	15
2. Pelindung Tebing Sungai .....	16
D. Konsep Penanganan Tebing Sungai dengan Eko-Hidrolik .....	24
1. Penanganan Gerusan Tebing dengan Eko-Hidrolik .....	25
2. PermasalahanPelindung Tebing Sungai .....	30
E. Konsep Eko-Hidrolik Dalam Pengelolaan Sungai .....	34
1. Aliran dasar .....	34
2. Kecepatan air .....	35
3. Sifat-sifat aliran.....	36
4. Hitungan koefisien hambatan .....	40
5. Pengendapan (sedimentasi) .....	42
F. Penggunaan Ranting Pohon Pagar Datar dan Bambu .....	46

### **III. METODE PENELITIAN**

A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	50
B. Alat dan Bahan.....	50

C. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	51
D. Prosedur Penelitian .....	51
E. Perencanaan dan Pembuatan Model .....	52
F. Pengambilan Data .....	53
G. Flow Chart Penelitian .....	54

#### **IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	55
1. Karakteristik aliran menurut bilangan Froude .....	56
2. Pengaruh koefisien hambatan ranting pohon pagar datar Datar dan bambu .....	64
3. Volume gerusan .....	65
4. Perhitungan sedimentasi.....	67
B. Pembahasan.....	68

#### **IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Kesimpulan.....	71
B. Saran .....	72

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sungai Tello Makassar Sulawesi Selatan .....	9
2. Sungai Ciliwung.....	9
3. Perubahan klasik dari kondisi sungai alamiah ke kondisi buatan (hidraulik murni-kanan) .....	13
4. Gerusan umum.....	14
5. Gerusan local .....	15
6. Bronjong ( Kec. Muallua kab. Enrekang, 2016).....	17
7. Pelindung tebing sungai dengan metode pasangan batu (Lokasi Sungai Mata Allo, 2016).....	18
8. Pelindungan tebing sungai dengan metode perkerasan dengan beton (dokumen.tip) .....	19
9. Riprap sebagai pelindung tebing sungai (Marine constrction, 2011).....	20
10. Pelindung tebing sungai dengan metode campuran semen Tanah (Rezkiana, 2011) .....	21
11. Pelindung tebing sungai dengan metode kantong.....	22
12. Pelindung sungai dengan metode turap batu kali (Rezkiana,2011) .....	24
13. Batang pohon yang tak teratur (Agus Maryono, 1999) .....	25

14. Gabungan Ikatan batang dan ranting pohon membujur (Agus Maryono, 1999) .....	26
15. Penutup tebing (Agus Maryono, 1999) .....	26
16. Ikatan batang ranting pohon dengan batu dan tanah Di dalamnya (Agus Maryono, 1999) .....	27
17. Pagar datar (Agus Maryono, 1999) .....	28
18. Tanaman tebing (Agus Maryono, 1999) .....	28
19. Penanaman tebing (Agus Maryono, 1999) .....	29
20. Tanaman antara batu kosong (Agus Maryono, 1999) .....	30
21. Kribpenahan (Agus Maryono, 1999) .....	30
22. Skema tebing agak curam .....	32
23. Skema tebing agak curam .....	32
24. Skema tebing relative datar .....	33
25. Skema tebing relative datar .....	33
26. Skema tebing relative curam .....	34
27. Distribusi kecepatan dan isovel suatu tampungan sungai alamiah .....	35
28. Aliran laminar dan turbulen .....	37
29. Ilustrasi interaksi pada sungai dengan bantaran bervegetasi (menurut Rouve, 1987) .....	41
30. Jenis-jenis bamboo dan penanganan tebing sungai Dengan menggunakan bambu di sungai borong bilalang Pallangga Kab.Gowa .....	48

31. Bagan Alur Penelitian Eksperimental.....	54
32. Grafik gabungan nilai bilangan Froude pada Q1, Q2, Q3 sebelum dan sesudah menggunakan eko-hidrolik ranting pohon pagar datar dan bamboo .....	64
33. Grafik gabungan volume gerusan hubungan pada debit Q1, Q2, Q3 sebelum dan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bamboo .....	66
34. Grafik gabungan sedimen melayang hubungan pada Q1, Q2, Q3 sebelum dan setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bamboo .....	68
35. Grafik hubungan antara debit dengan kecepatan sebelum dan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Faktor konversi c (mengkonversi satuan ppm menjadi mg/l).....	45
2. Data Pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon pagar data dan bambu, $Q_1 = 0,019 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .....	56
3. Data Pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, $Q_2 = 0,0256 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .....	57
4. Data Pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, $Q_3 = 0.033 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .....	58
5. Pengamatan sesudah menggunakan pagar datar dan bambu, $Q_1 = 0,019 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .....	59
6. Pengamatan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, $Q_2 = 0,026 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .....	60
7. Pengamatan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, $Q_3 = 0,033 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .....	61
8. bilangan Froude sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu. ....	62
9. perhitungan bilangan Froude sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.....	63
10. perhitungan kekasaran manning .....	65
11. Perhitungan hubungan debit dan gerusan sebelum dan sesudah perlakuan ranting pohon pagar datar dan bambu .....	66

12. Hasil perhitungan debit sedimen melayang ( $Q_s$ ) sebelum dan sesudah menggunakanr anting pohon pagar datar dan bambu.....67

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Definisi dan keterangan
Q	Debit ( $m^3/det$ )
H	Kedalaman ( $m$ )
B	lebar dasar saluran ( $m$ )
P	Penampang Basah ( $m$ )
A	Luas ( $m^2$ )
T	Suhu ( $C^0$ )
T	Waktu ( <i>detik</i> )
Re	Bilangan Reynold
Fr	Bilangan Froude
g	Gaya gravitasi ( $m/detik^2$ )
R	Jari-jari hidrolis ( $m$ )
I	Kemiringan saluran
$\bar{v}$	Kecepatan rata-rata aliran ( $m/det$ )
$\mu$	Viskositas kinematik ( $T = 29^{\circ}C \mu = 0.82 \times 10^{-6}$ )
$\mu$	Viskositas kinematik ( $T = 25^{\circ}C \mu = 0.90 \times 10^{-6}$ )
Vg	Volume gerusan ( $m^3$ )
$\lambda_p$	Hambatan karena bentuk vegetasi (-)
$A_p$	Luas tampang vegetasi tegak lurus aliran ( $m^2$ )
$a_x$	Jarak antara elemen vegetasi searah aliran ( $m$ )
$a_y$	Jarak antara elemen vegetasi tegak lurus aliran ( $m$ )

$C_w$	Koefisien hambatan dari sekelompok elemen vegetasi (m), besarnya $C_w$ untuk sekelompok vegetasi biasanya terletak pada $0,60 < C_w < 2,4$ . Untuk pendekatan dapat dipakai $C_w = 1,5$
Qs	Sedimen melayang ( <i>ton/hari</i> )
Cs	Konsentrasi sedimen ( <i>g/ml</i> )
A	Luas daerah yang tergerus ( <i>m<sup>2</sup></i> )
L	Panjang gerusan ( <i>m</i> )

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Daerah Aliran Sungai di Indonesia semakin mengalami kerusakan lingkungan dari tahun ke tahun. Kerusakan lingkungan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) meliputi kerusakan pada aspek biofisik ataupun kualitas air. Indonesia memiliki sedikitnya 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai. dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.573 km<sup>2</sup> dengan luas daerah aliran sungai mencapai 1.512.466 km<sup>2</sup> hanya 39 sungai saja yang masuk kategori prioritas dan ditangani sebagian-sebagian di hulu, tengah, dan hilir.

Data Global Forest Watch dan Forest Watch Indonesia mengungkapkan bahwa sepanjang tahun 2009 hingga 2013 Indonesia kehilangan hutan seluas 5,8 juta hektar hutan, luas wilayah hutan Indonesia pada tahun 1950 diperkirakan 193 juta hektar. Tahun 2014 luas hutan Indonesia berkurang lebih dari setengahnya menjadi 91 juta hektar.

Kerusakan akibat erosi tebing sungai menyebabkan alur sungai semakin lebar. Degradasi tak terkendali hutan tropis Indonesia benar-benar tragis, data FAO mengisyaratkan kerusakan hutan sudah mencapai 1,3 juta hektar per tahun. Sementara Bank Dunia mencatat kerusakan sekitar 0,9 juta hektar per tahun. Akan tetapi, dari luas hutan Indonesia 142 juta hektar dalam kurung waktu pembangunan jangka panjang



pertama, tinggal 96 juta hektar, itu pun sebagian besar sudah bopeng-bopeng (Kompas, 14 Mei 2000).

Penanganan gerusan tebing sungai yang selama ini digunakan dalam teknik perlindungan tebing adalah rekayasa hidraulik murni atau konvensional diantaranya perkuatan tebing dengan menggunakan pasangan batu, bronjong kawat silinder, beton dan lain sebagainya. Ditinjau dari sisi ekologi maupun hidraulik, kondisi sungai yang telah tereksplorasi sangat tidak menguntungkan.

Sungai dengan dinding pasangan batu, beton, bronjong dan lain sebagainya memiliki retensi banjir dan erosi yang sangat rendah dan juga memiliki keragaman hayati yang amat sangat rendah, diantaranya sifat aliran menjadi berubah, disebabkan permukaan tebing menjadi halus, kemudian akan berdampak terhadap ekosistem sungai yang menyebabkan kesulitan lain bagi biota sungai untuk bermigrasi atau bergerak secara horizontal, bahkan dapat menghilangkan kemungkinan bagi segala jenis flora dan fauna pada bantaran sungai untuk masuk dan keluar sungai sesuai dengan pola hidupnya, serta perubahan drastis morfologi sungai, penurunan tahanan air, meningkatkan kemungkinan kejadian banjir, kerusakan struktur dasar sungai, menurunnya daya dinamis sungai, dan meningkatkan temperatur air.

Sungai-sungai di Indonesia 30 tahun terakhir ini mengalami peningkatan pembangunan fisik yang relatif cepat. Pembangunan fisik tersebut misalnya pembuatan sudetan-sudetan, pelurusan-pelurusan,

pembuatan tanggul sisi, pembetonan/ pengerasan tebing baik pada sungai besar maupun kecil. Salah satu contoh konkrit peningkatan pembangun fisik sungai adalah pembangunan Sungai Bengawan Solo.

Di bagian hulu, dari Wonogiri sampai Karanganyar, telah diadakan pembangunan tanggul, pelurusan, sudetan, dan pembersihan retensi dengan penghilangan tumbuh-tumbuhan di pinggir kanan-kiri sungai maupun dengan perkerasan dinding sungai. Usaha ini dimaksudkan untuk menyelamatkan kota Solo (Surakarta) dari banjir dengan cara mengalirkan secepat-cepatnya air yang melewati kota tersebut.

Pada tanggal 9 Februari 2016, terjadi hujan lebat yang mengguyur wilayah barat Bojonegoro menyebabkan tebing sungai Bengawan Solo tergerus mengakibatkan longsor di kecamatan Padangan dan kecamatan Malo. Panjang gerusan dan longsor mulai dari 10 meter- 20 meter dengan lebar 3 meter.

Aktivitas ini dilanjutkan terus maka dapat dipastikan pada tahun 2050 nanti sungai-sungai di Indonesia seperti Bengawan Solo, dan sungai-sugai lainnya akan selalu mendatangkan longsor dan banjir bandang setiap tahun, maka dari itu harus ada rekayasa baru yang merevisi cara pembangunan sungai (Kompas, 28 Januari 2001, oleh Agus Maryono Pelurusan, Sudetan, dan Pembuatan Tanggul Sungai Justru Menyebabkan Banjir Besar dalam buku: (Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan Menanggulangi Banjir dan Kerusakan

Lingkungan Wilayah Sungai Agus Maryono dan BBC berita bojonegoro.com. 2016).

Berdasarkan permasalahan diatas, kami memilih alternatif penanggulangan erosi tebing sungai dengan Bioengineering yaitu penanaman tumbuhan di sekitar tebing sungai relatif murah dan ramah lingkungan. Maka kami memilih konsep ramah lingkungan dengan judul ***“REKAYASA STABILISASI TEBING SUNGAI MENGGUNAKAN EKO-HIDROLIK RANTING POHON PAGAR DATAR DAN BAMBU” (UJI MODEL).***

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

- 1) Berapa besar koefisien hambatan terhadap karakteristik aliran dengan menggunakan ranting pohon dan bambu?
- 2) Bagaimana pengaruh volume gerusan dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu?
- 3) Bagaimana pengaruh kecepatan aliran dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu terhadap volume gerusan?

## **C. Tujuan Penelitian**

Dengan adanya masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui berapa besar koefisien hambatan terhadap karakteristik aliran sungai dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu?
- 2) Untuk mengetahui pengaruh volume gerusan dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu pada perkuatan tebing sungai.
- 3) Untuk mengetahui berapa besar pengaruh kecepatan aliran dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu?

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai sarana untuk mengembangkan pengetahuan atau wawasan yang di peroleh di bangku perkuliahan dengan penerapan di lapangan.
- 2) Memberikan informasi tentang perkuatan tebing sungai menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu..
- 3) Dapat dijadikan sebagai salah satu bahan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan perkuatan tebing sungai dan eko-hidrolika sungai.
- 4) Kita dapat mengetahui cara penanggulangan kerusakan pada tebing sungai.
- 5) Sebagai perwujudan pengembangan diri dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh masyarakat.

## **E . Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan efektif dan mencapai sasaran yang ingin di capai maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.
- 2) Menggunakan air tawar.
- 3) Menggunakan sedimen sungai Jeneberang.
- 4) Uji model di laboratoriu.
- 5) Uji pengaruh perkuatan tebing sungai menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu terhadap pengurangan erosi tebing sungai.
- 6) Uji seberapa besar beban endapan yang terjadi dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu sebagai perkuatan tebing sungai..

## **F. Sistematika Penulisan**

Untuk mendapatkan gambaran umum isi tulisan, penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

**BAB I PENDAHULUAN** : Merupakan pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** : Menguraikan tentang daerah aliran sungai, pengertian sungai, debit air sungai, tipe sungai, karakteristik aliran sungai, stabilitas tebing sungai, permasalahan sungai, macam-macam

erosi, penanganan erosi tebing sungai dengan metode bioengineering, dan penelitian terdahulu.

**BAB III METODE PENELITIAN:** Menguraikan tentang tahap penelitian diantara lain, bahan penelitian, sumber data, variabel sudut yang dibutuhkan, model pelaksanaan, metode penelitian, pengolahan data, dan analisa data.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN:** Menguraikan tentang pembahasan terhadap tahap penelitian yang dilaksanakan yaitu: bahan penelitian, sumber data, data-data yang di peroleh, model pelaksanaan, metode penelitian, pengolahan data, dan analisa data.

**BAB V PENUTUP:** Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian ini, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi kerekayasaan dan penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

##### **1. Pengertian sungai**

Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itu air dari darat mengalir kelaut. Di dalam Bahasa Indonesia , kita hanya mengenal kata “ sungai “ sedangkan di Bahasa Inggris dikenal kata “ stream” dan “ river”. Kata “ stream “digunakan untuk menyebut sungai kecil, sedangkan “river”untuk menyebutkan sungai besar.( Febriany Yenny : 2011)

Sungai juga diartikan sebagai bagian permukaan bumi yang letaknya lebih rendah dari tanah disekitarnya dan menjadi tempat mengalirnya air tawar menuju ke laut, danau, rawa atau ke sungai lain. (Syarifuddin dkk : 2000).

Sungai adalah tempat-tempat dan wadah- wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan, Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991. (Mulyanto: 2007).

Menurut Gunawan Graha ( 2015) mengatakan bahwa sungai adalah aliran air tawar yang bergerak melalui saluran alami yang kedua pinggirnya dibatasi oleh tanggul sungai dan bermuara kelaut,danau, atau sungai lain( sungai induk). Sehingga dapat disimpulkan bahwa sungai adalah bagian dari daratan yang menjadi tempat tempat aliran air yang berasal dari mata air atau curah hujan. Dan adapun contoh- sungai terdapat pada gambar 1 dan gambar 2 dibawah ini:



Gambar1.Sungai Tallo Makassar Sulawesi Selatan.





Gambar 2. Sungai Ciliwung (article.wn.com dankidnesia.com)

## **2. Fungsi sungai**

### **a. Fungsi Sungai Sebagai Saluran Eko-Drainase ( Drainase Ramah Lingkungan)**

Sungai dalam suatu sistem sungai (river basin) merupakan komponen eko-drainase utama pada basin yang bersangkutan. Bentuk dan ukuran alur sungai alamiah, dalam kaitannya dengan eko-drainase, merupakan bentuk yang sesuai dengan kondisi geologi, geografi, ekologi, dan hidrologi daerah tersebut. Konsep alamiah eko-drainase adalah bagaimana membuang air kelebihan selambat-lambatnya ke sungai. Sehingga sungai- sungai alamiah mempunyai bentuk yang tidak teratur, bermeander dengan berbagai terjunan alamiah, belokan, dan lain-lain. Bentuk-bentuk ini pada hakekatnya berfungsi untuk menahan air supaya

tidak dengan cepat mengalir ke hilir serta menahan sedimen. Di samping itu juga dalam rangka memecah/menurunkan energi air tersebut.

#### **b. Fungsi Sungai Sebagai Saluran Irigasi**

Dalam perencanaan bangunan irigasi teknis, sungai yang ada dapat dipakai sebagai saluran irigasi teknis. Jika dari segi teknis memungkinkan. Kehilangan air di saluran dengan menggunakan sungai kecil lebih kecil dari pada menggunakan menggunakan saluran tanah buatan, karena pada umumnya peoritas sungai relative rendah mengingat adanya kandungan lumpur dan sedimen gradasi kecil yang relative tinggi. Dalam kaitannya dengan ekologi sungai, perlu di pertimbangkan besarnya debit suplai air di sungai. Sejauh mungkin tdk menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan flora dan fauna sungai yang bersangkutan. Jika pada pengambilan air dengan menggunakan bendung harus di perhatikan jumlah debit air minimum yang harus tersedia di sungai bagian hilir bendung agar kehidupan ekologi sungai masih dapat berlangsung, demikian pula pada pengguna sungai untuk saluran irigasi harus di pertimbangkan besarnya debit tambahan maksimum yang masih dapat di tolelir, baik pada hidraulik maupun bagi ekologi sungai tersebut.

#### **c. Konsep Eko-Hidraulik Dalam Pengelolaan Sungai**

Pengelolaan sungai adalah usaha manusia guna memanfaatkan sungai sebesar- besarnya untuk kepentingan manusia dan lingkungan secara integral dan berkesinambungan , tanpa menyebabkan rezim dan kondisi ekologi sungai yang bersangkutan. Di samping itu pengelolaan

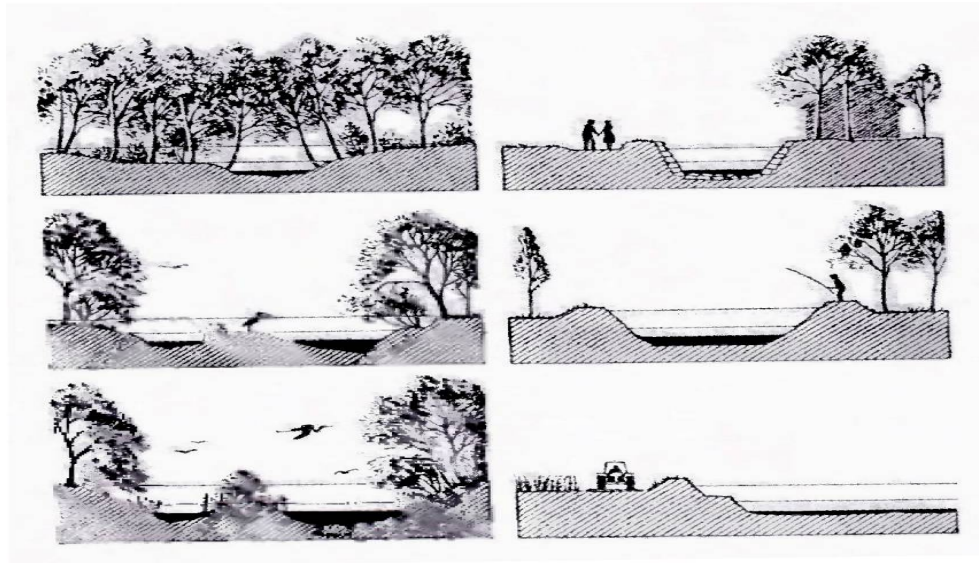
sungai harus di kerjakan secara integral baik sungai besar, menengah, maupun kecil. Pengelolaan sungai besar saja tidak akan biasa menyelesaikan masalah. Bahkan sangat penting untuk memprioritaskan sungai-sungai kecil.

Karna jika pengelolaan sungai kecil berhasil berarti masalah sungai besar dapat selesai dengan sendirinya. Pengelolaan sungai dengan konsep eko-hidrolika ini, bukan saja bertujuan untuk melestarikan komponen ekologi di lingkungan sungaai namun juga untuk memanfaatkan komponen ekologi sungai dalam rekayasa hidrolika. Komponen ekologi dan hidrolika suatu sungai atau wilayah keairan mempunyai keterkaitan yang saling berpengaruh positif. Misalnya dalam menanggulangi banjir, maka komponen ekologi sepanjang alur sungai dapat di manfaatkan sebagai komponen retensi hidrolika yang menahan aliran air, sehingga terjadi peredaman banjir sepanjang alur sungai. Sebaliknya dengan banyaknya genangan retensi lokal di sepanjang sungai akan meningkatkan kualitas ekologi sungai tersebut. Prinsip pengelolaan sungai adalah bagaimana mempertahankan kondisi sungai semaksimal mungkin masih seperti pada kondisi semula atau kondisi alamiahnya (*back to nature concept*). Jika terpaksa harus diadakan pembangunan pada sungai, misalnya untuk di buat bendung irigasi, sudetan, pelusuran, pembuatan tanggul, maka harus di adakan kajian secara integral perubahan yang ada baik fisik maupun ekologi akibat adanya konstruksi bangunan tersebut . Jika berefek negative, baik hidrolika maupun ekologi, maka harus di cari

solusi dan kompensasinya sehingga dampak negatif tersebut dapat di hilangkan sama sekali. Dalam konsep eko-hidrolik tidak ada satu faktorpun dalam wilayah sungai yang di anggap tidak penting. (Maryono: 2001).

### **3. Bangunan Pelurusan Sungai, Sudetan Dan Tanggul**

Sungai-sungai di Indonesia 30 tahun terakhir ini mengalami peningkatan pembangunan fisik yang relatife cepat. Pembangunan fisik tersebut misalnya pembuatan sudetan- sudetan, pelurusan- pelurusan, pembuatan tanggul sisi, pementonan tebing baik pada sungai besar maupun kecil. Hal ini menyebabkan terjadinya percepatan aliran air menuju hilir dan sungai di bagian hilir akan menanggung volume aliran air yang lebih besar dalam waktu yang lebih cepat dan singkat dibanding sebelumnya (atau bisa disebut banjir). Di samping itu, aktivitas ini akanmengakibatkan kerusakan habitat flora dan fauna sungai yang pada gilirannya akan menurunkan kualitas ekosistem sungai. Gambar 3 menyajikan ilustrasi pola perubahan klasik yang telah dilakukan oleh para Insinyur Teknik Sipil Hidro dan masyarakat mulai abad 16 sampai dengan abad 20. Penyelesaian masalah banjir dengan mengadakan pelurusan, sudetan, dan pembuatan tanggul merupakan solusi yang selalu dilakukan baik di negara maju (seperti Eropa, Jepang, Amerika, dan Kanada) juga negara berkembang seperti Indonesia. Berdasarkan data-data hasil peninjauan ulang (evaluasi) terhadap pembangunansungai-sungai di Eropa, Rhine, Elbe, Danube, Main dan lain- lain. (Maryono: 1999).



Gambar 3. Perubahan klasik dari kondisi sungai alamiah (ekologis- kiri) ke kondisi buatan (hidraulikmurni- kanan).(AgusMaryono.,1999).

Ditinjau dari kemampuan sungai dalam menahan aliran air maka pelurusan, sudetan, dan pembuatan tanggul guna membatasi limpasan air sungai di daerah bantaran pada hakekatnya merupakan aktivitas yang secara langsung menurunkan bahkan menghilangkan retensi sungai. Komponen Retensi sungai yang sifatnya abiotik (fisik) adalah berupa material penyusun dasar sungai, meander sungai, pulau atau delta di sungai, serta formasi bentuk dasar sungai (Maryono, 1988,1999). Sedang komponen retensi yang bersifat biotik adalah vegetasi di sepanjang bantaran sungai, vegetasi di tebing kanan kiri sungai, dan vegetasi di dasar sungai.

## **B. Kondisi Permasalahan Gerusan Tebing Sungai**

### **1. Gerusan umum**

Gerusan umum adalah hasil proses erosif air yang mengalir, menggali dan membawa material dari dasar dan tepi saluran, gerusan ini terjadi tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidak adanya bangunan sungai. Gerusan ini suatu proses alami yang terjadi pada saluran terbuka yang di sebabkan energy dari aliran air pada saluran atau sungai tersebut. Seperti gamabar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Gerusan umum (jalilah.blog.blogspot.co)

## 2. Gerusan lokal

Gesuran lokal ( local scouring ) terjadi akibat adanya turbulensi air yang di sebabkan oleh tergangunya aliran, baik besar maupun arahnya, sehingga menyebabkan hanyutnya material-material dasar atau tebing sungai saluran, gerusan lokal ini pada umumnya terjadi akibat adanya bangunan air, misalnya tiang, pilar atau, abutment jembatan. Seperti gambar di bawa ini:



Gambar 5. Gerusan lokal (jalilah.blog.blogspot.co

### C. Penanganan tebing sungai dengan metode konvensional murni

#### 1. Pengertian pelindung tebing sungai

Pelindung tebing sungai adalah bangunan untuk melindungi tebing sungai secara langsung terhadap kerusakan akibat serangan arus, pelindung tebing (revetment) merupakan struktur perkuatan yang ditempatkan di tebing sungai untuk menyerap energy air yang masuk guna melindungi suatu tebing sungai atau permukaan tebing tanggul terhadap erosi dan limpasan gelombang (over topping) ke darat dan secara khusus berperan meningkatkan stabilitas alur sungai atau tubuh tanggul yang dilindungi.

Tebing sungai merupakan yang penting pada kestabilan alur pada sungai karena membatasi aliran sungai. Menurut asal mulanya tebing sungai ini dapat dibagi menjadi dua, yaitu : tebing sungai asli dan tebing sungai buatan berupa timbunan (tanggul) ataupun galian. Sungai didaerah hulu pada umumnya mengalir diantara pegunungan berupa lembah maupun palung, maka tebing sungai ini masih merupakan tebing alam. Sedangkan didaerah rendah, sungai-sungai sering meluap menyebabkan kerusakan pada dinding sungai.

## 2. Pelindungan tebing sungai

Pelindungan tebing sungai secara langsung (revetment). Revetment yang berfungsi sebagai perkuatan lereng adalah bangunan yang ditempatkan pada permukaan suatu lereng guna melindungi suatu tebing sungai terhadap serangan arus yang dapat mengakibatkan terjadinya gerusan pada tebing sungai.

## 3. Kawat bronjong

Kawat bronjong merupakan pelindung tebing sungai tipe secara langsung, dan keuntungan menggunakan kawat beronjong adalah :

- a) Relatif murah jika batu pengisi tersedia.
- b) Bersifat fleksibel, khususnya ketika dikombinasikan dengan tanaman hidup.
- c) Sangat efektif untuk melindungi tebing yang tidak stabil dengan segera.

Sedangkan kekurangannya adalah :



- a) Memerlukan pekerjaan tukang yang intensif.
- b) Diperlukan keahlian untuk pemasangan yang tepat.
- c) Diperlukan biaya yang mahal untuk membetulkannya jika pemasangannya tidak tepat.
- d) Tidak baik bagi ekologi sungai dan keindahan.
- e) Dapat memperburuk erosi pada hilir jika pemasangannya tidak tepat.



Gambar 6. Bronjong (Kec. Malua Kab. Enrekang)

#### 4. Pasangan Batu

Pasangan batu merupakan pelindung tebing sungai tipe secara langsung, dan keuntungan menggunakan pasangan batu adalah :

- a) Relatif murah, khususnya dikombinasikan dengan struktur perlindungan yang lain seperti dinding turap.
- b) Bersifat fleksibel dan tahan terhadap erosi.
- c) Mengijinkan terjadinya perkolasi.

Kekurangan adalah :

- a) Batu yang digunakan harus tahan terhadap gaya erosi air yang tinggi,
- b) Tidak disarankan pada sungai dengan kemiringan lebih dari 2v:1H

- c) Memerlukan pekerjaan tukang yang intensif dalam pemasangan batu.



*Gambar 7. Pelindung tebing sungai dengan metode pasangan batu (lokasi sungai Mata Allo, 2016)*

#### 5. Perkerasan dengan beton

Perkerasan dengan meton merupakan pelindung tebing sungai tipe armorment (rigid revetment).

Keuntungan menggunakan perkerasan dengan beton :

- a) Perawatan yang rendah.
- b) Memberikan stabilitas permanen.
- c) Mencegah erosi dan pengerusan dengan segera.

Sedangkan kekurangannya adalah :

- a) Mahal dibandingkan tipe dinding lain.
- b) Memerlukan peralatan berat.

- c) Tidak baik bagi ekologi sungai.
- d) Dapat mengakibatkan masalah erosi pada hilir jika dipasang dengan tidak tepat.
- e) Area terbatas untuk pemasangan.
- f) Harus direncanakan oleh ahlinya agar sesuai dengan kondisi yang ada.



*Gambar 8. Pelindung tebing sungai dengan metode perkerasan dengan beton.*

## 6. Riprap

Riprap merupakan pelindung tebing sungai tipe langsung (fleksibel revetment). Keuntungan menggunakan riprap adalah :

- a) Relatif murah, khususnya dikombinasikan dengan struktur perlindungan yang lain seperti dinding turap.
- b) Bersifat fleksibel dan tahan terhadap erosi.
- c) Mengijinkan terjadinya perkolasi.

Sedangkan kekurangannya :

- a) Batu yang digunakan harus tahan terhadap gaya erosi air yang tinggi.
- b) Tidak disarankan pada sungai dengan kemiringan lebih dari 2v;1H.
- c) Memerlukan pekerjaan tukang yang intensif dalam pemasangan batu.
- d) Banjir dapat dengan mudah menghanyutkan batu riprap.



*Gambar 9. Riprap sebagai pelindung tebing sungai (marine construction 2011)*

## 7. Campuran Semen Tanah

Campuran semen tanah merupakan pelindung tebing sungai tipe armoring (rigid revetment). Keuntungan menggunakan campuran semen tanah :

- a) Relatif murah.
- b) Menggunakan material asli.
- c) Pengerjaan mudah.

Sedangkan kekurangannya :

- a) Tidak permeable.
- b) Kekuatan rendah.
- c) Rentang terhadap perubahan suhu.
- d) Karena tebing sebelah selimut menjadi lembab dan tidak dapat dikeringkan keruntuhan dapat terjadi.
- e) Karena selimut tanah semen relatif kaku, akibat pengaruh lalu lintas kendaraan kecil, pejalan kaki, lalu lintas barang, selimut tanah semen dapat bertahan tanpa mengalami keretakan.



*Gambar 10. Pelindung tebing sungai dengan metode campuran semen tanah (rezkiana, 2011).*

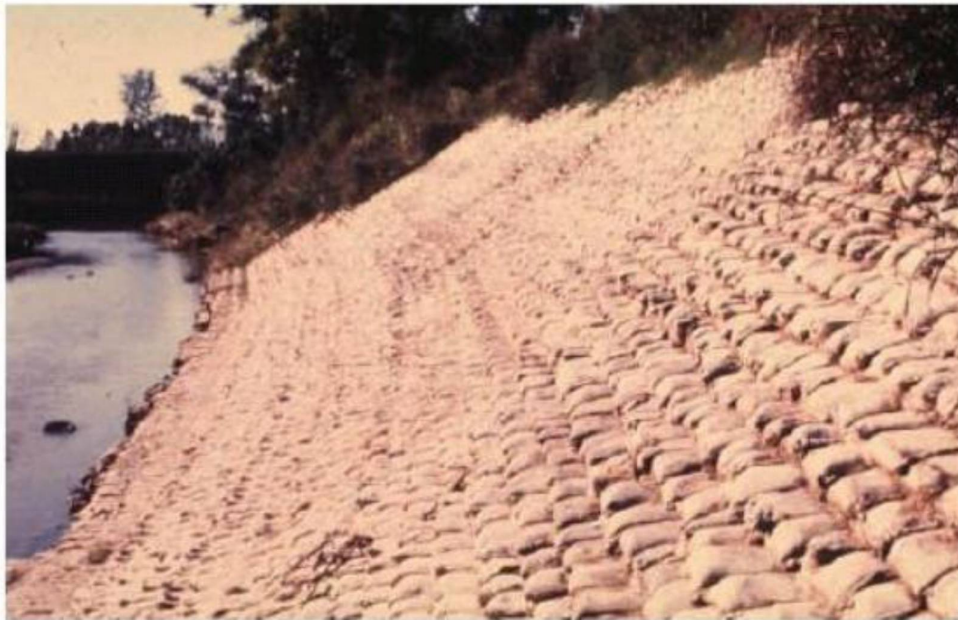
## 8. Kantong

Pelindung tebing sungai dengan menggunakan kantong merupakan tipe (armoring, rigid revetment). Keuntungan menggunakan kantong :

- a) Mudah dikerjakan,
- b) Kantong berisi campuran semen pasir dapat memberikan perlindungan dalam jangka waktu yang lama jika campuran telah diatur dengan baik, meskipun semua jenis kantong mudah rusak dan akhirnya memburuk.

Sedangkan kekurangannya :

- a) Tidak baik bagi ekologi sungai.
- b) Tidak untuk jangka waktu yang panjang.



*Gambar 11. Pelindung tebing sungai dengan metode kantong (rezkiana 2011)*

## 9. Turap batu kali

Turap batu kali merupakan pelindung tipe armoring (Rigid Revetment). Keuntungan menggunakan turap batu kali adalah :

- a) Perawatan yang rendah.
- b) Memberikan stabilitas permanen jika diperlukan.
- c) Mencegah erosi dan penggerusan dengan segera.
- d) Dapat digunakann pada sungai dengan area pemasangan yang sempit atau jika digunakan struktur lain akan memakan tempat yang lebih luas.

Sedangkan kekurangannya :

- a) Mahal.
- b) Memerlukan peralatan berat.
- c) Sebaiknya jika digunakan pada sungai dengan area dimana bongkahan batu akan menyulitkan pemancangan turap mencapai kedalaman yang dibutuhkan.
- d) sebaiknya jangan digunakan jika strukturnya terlalu tinggi sehingga dapat menyebabkan kelengkungan yang membahayakan.
- e) Dapat mengakibatkan masalah erosi pada hilir jika dipasang dengan tidak tepat.
- f) Harus ditinjau stabilitasnya oleh ahli struktur.
- g) Dapat mentransfer erosi ke hilir jika tidak ditrasiskan dengan baik.
- h) Kurang baik bagi segi lingkungan dan keindahan.



*Gambar 12. Pelindung sungai dengan metode turap batu kali  
(Rezkiiana,2011)*

#### **D. Konsep Penanganan Tebing Sungai dengan Metode Eko-Hidrolik**

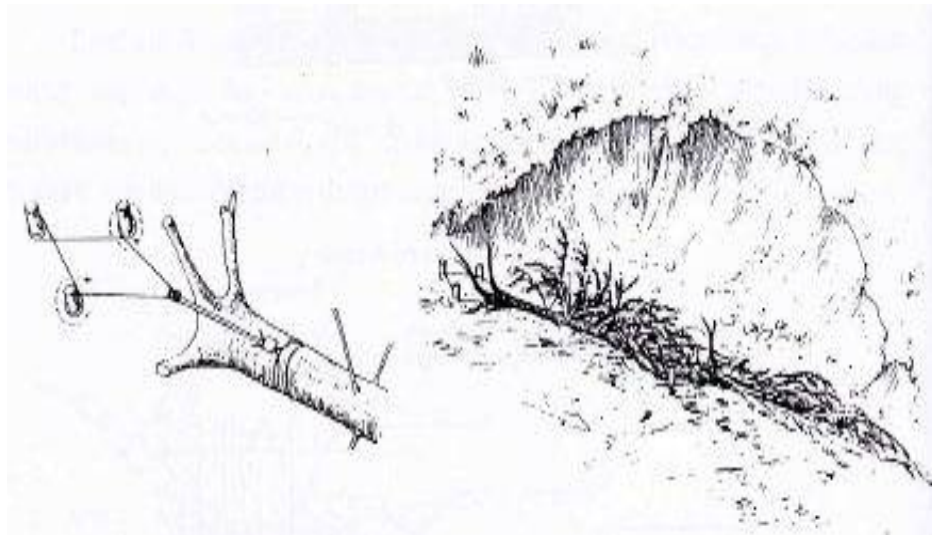
Konsep eko-hidrolik merupakan konsep pembangunan sungai integratif yang berwawasan lingkungan. Dalam konsep ini, Sungai didefinisikan sebagai suatu sistem keairan terbuka yang padanya terjadi interaksi antara faktor biotik dan abiotik yaitu flora dan fauna disatu sisi dan hidraulika air dan sedimen disisi yang lain, serta seluruh aktivitas manusia yang berhubungan langsung atau tidak langsung dengan sungai. Aktivitas yang dilakukan dengan konsep ini antara lain adalah restorasi sungai (*river restoration*), repitalisasi sungai (*river revitalisation*) atau renaturalisasi sungai (*river renaturalisation*). Maksud dari pembangunan sungai integratif dengan wawasan lingkungan tersebut adalah pembangunan sungai dengan memperhatikan faktor biotik (seluruh makhluk hidup-ekologi) dan abiotik (seluruh komponen fisik-hidrolik) yang ada di wilayah sungai.



## 1. Penanganan Gerusan Tebing dengan Eko-Hidrolik

### a) Batang pohon yang tak teratur

pohon tumbang baru dan belum di potong dahan dan rantingnya dapat dipasang pada bagian longsor bagian bawah (akar) diletakkan di hulu membujur di sepanjang tebing yang longsor. Pada longsor yang panjang dapat digunakan sejumlah batang pohon yang dipasang memanjang.

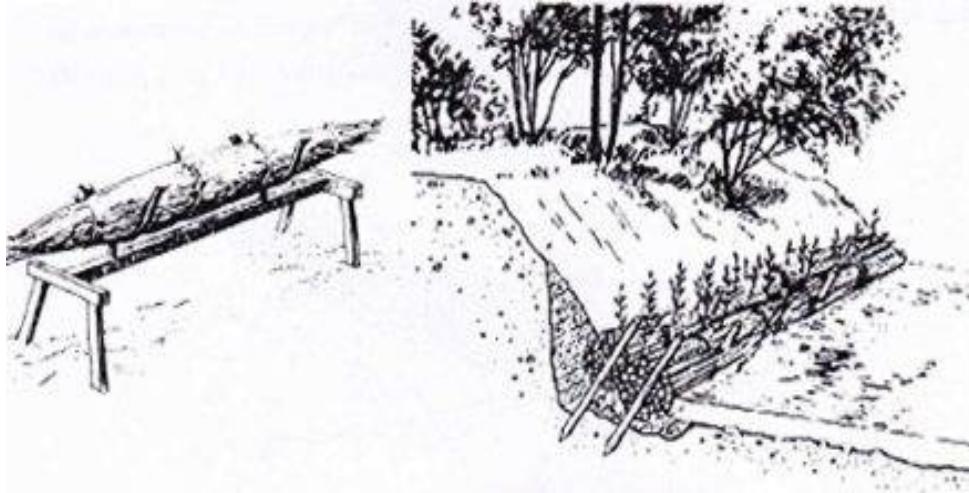


*Gambar 13. Batang pohon yang tak teratur (Agus maryono, 1999)*

### b) Gabungan ikatan batang dan ranting pohon membujur

Dahan dan ranting dapat di ikat memanjang dan di pasang dengan dipatok disepanjang kaki tebing sungai. Fungsi utamanya adalah untuk menahan kemungkinan longsornya tebing akibat arus air. Ikatn batang dan ranting pohon sebaiknya ditimbun tanah sebagian sehingga terdorong untuk tumbuh. Untuk menjaga kebasahan selama masa pertumbuhan,

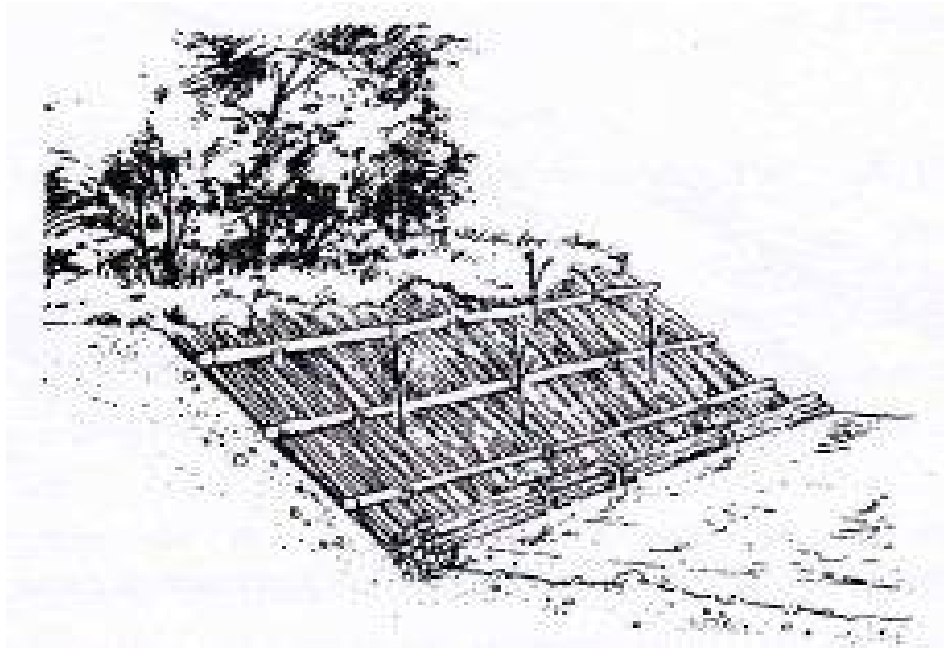
maka ikatan tersebut harus di letakkan di bawah atau pada muka air rata-rata.



*Gambar 14. Gabungan ikatan batang dan ranting pohon membujur  
(Agus maryono, 1999)*

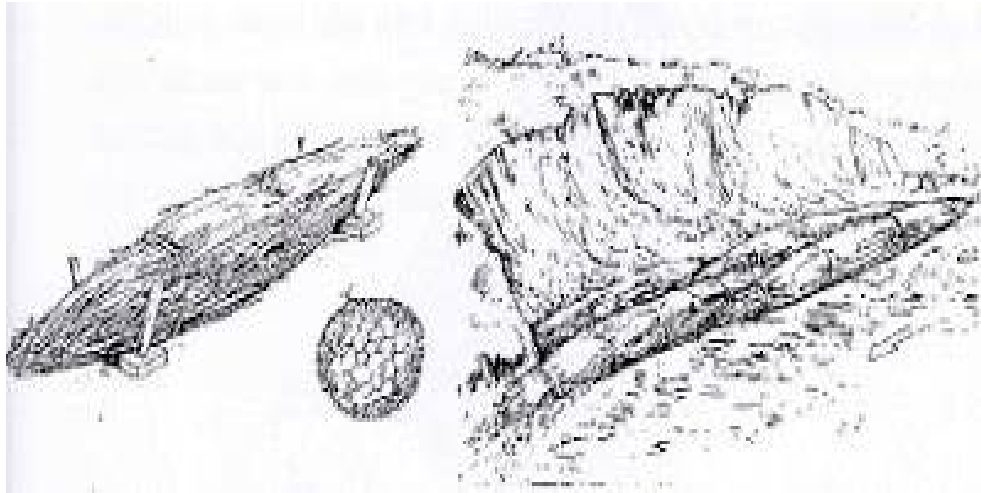
c) Penutup tebing

untuk menanggulangi erosi dapat dibuat dari berbagai macam bahan misalnya dari alang-alang, jerami kering, rumput gajah kering, dll.



*Gambar 15. Penutup tebing (Agus Maryono, 1999)*

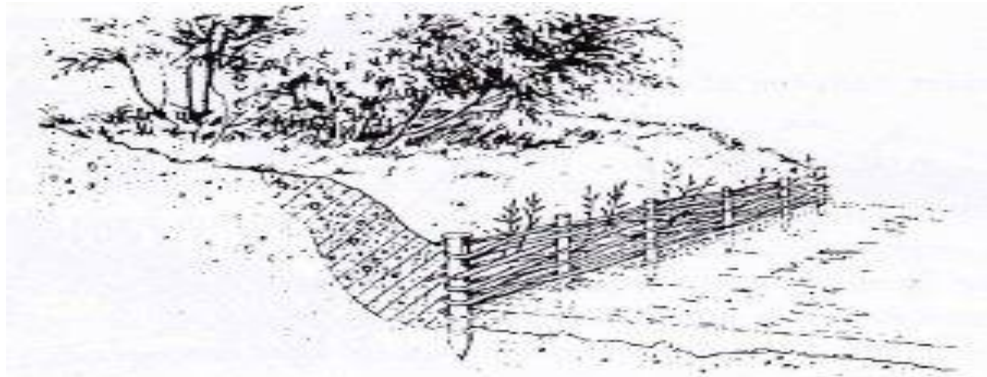
d) Ikatan batang dan ranting pohon dengan batu dan tanah di dalamnya prinsipnya sama dengan ikatan batang, hanya di bagian dalam ikatan tersebut diisi dengan batu dan tanah. Fungsi batu dan tanah ini adalah sebagai alat pemberat sehingga ikatan tidak terbawa arus. Di samping itu mempermudah tumbuhnya batang dan ranting tersebut.



*Gambar 16. Ikatan batang dan ranting pohon dengan batu dan tanah didalamnya (Agus Maryono, 1999)*

e) Pagar datar

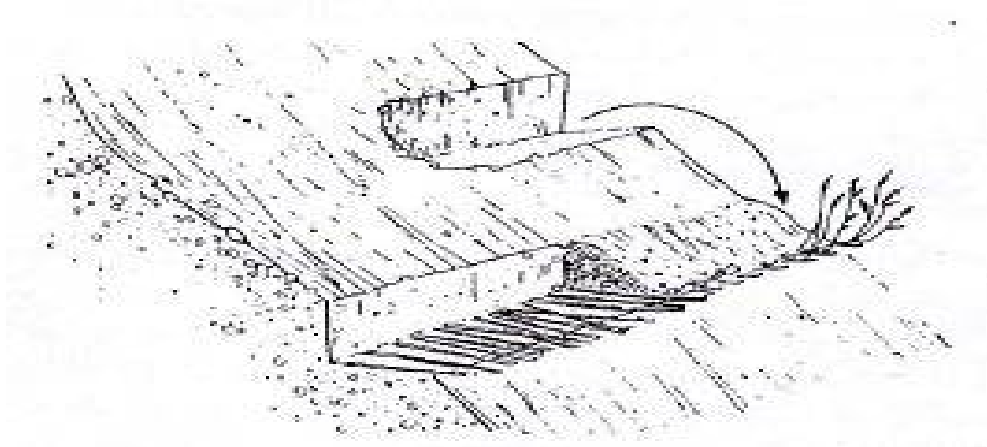
Dapat dibuat dengan bambu atau batang dan ranting pohon yang ada di sekitar sungai. Penancapan pilar pagar sekitar 50 cm dan jarak pilar antara 50-80 cm. Pagar dipasang di dasar sungai dengan bagian atas di bawah tinggi muka air rata-rata. Pemasangan pagar ini paling tepat sebelum musim hujan. Tergantung jenis tanaman setempat, dalam waktu beberapa bulan tanaman di belakang pagar sudah bisa tumbuh.



*Gambar 17. Pagar datar (Agus maryono, 1999)*

f) Tanaman tebing

Untuk melindungi erosi dan longsoran tebing yang terjal dapat digunakan cara seperti pada gambar 18. Jenis tanamannya disesuaikan dengan jenis tanamanyang dijumpai di sekitar lokasi. Panjang batangnya sekitar 60 cm masuk ke dalam tanah dengan diurug di atasnya dan sekitar 20 cm yang di luar. Dengan cara pengurugan ini didapat kondisi tanah yang gembur dan memungkinkan hidupnya tanaman tersebut. Dengan masukan sedalam 60 cm ke dalam tanah maka akan didapat tanaman yang kuat mengikat tebing sungai.



*Gambar 18. Tanaman tebing (Agus Maryono, 1999)*

g) Penanaman tebing

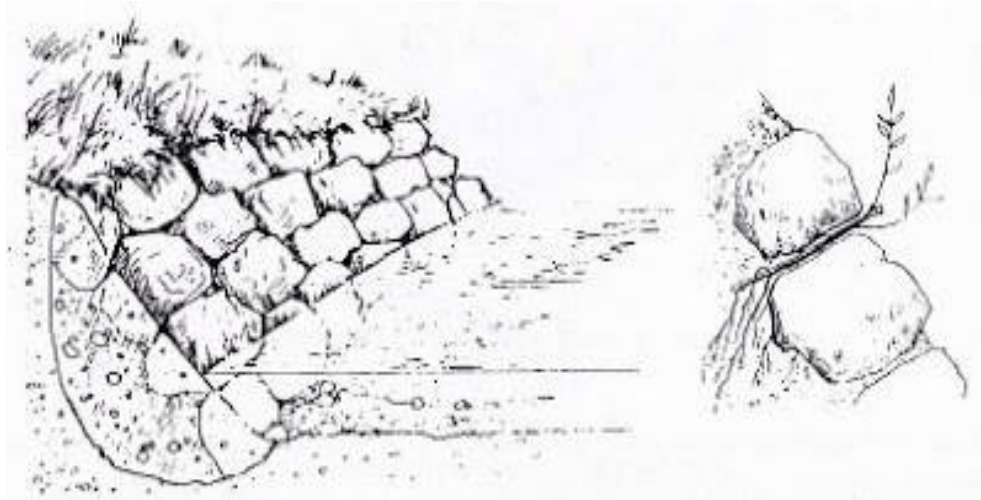
Tebing-tebing sungai yang tanpa tumbuhan sebaiknya sesegera mungkin ditanami. Jenis tumbuhannya dapat di pilih dari daerah setempat. Bambu adalah salah satu jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di sepanjang sungai di Indonesia. Penanaman bambu dapat dilakukan dengan memiliki beberapa jenis bambu yang sesuai dengan lebar dan kedalam sungai. Jenis bambu yang pendek dan kecil dapat ditanam pada sungai yang relatif kecil. Sedangkan jenis bambu yang tinggi dan berbatang besar digunakan pada tebing sungai yang besar. Tanaman di tebing sungai ini selain berfungsi sebagai pelindung tebing juga berfungsi sebagai retensi aliran, sehingga kecepatan aliran turun dan banjir di hilir dapat dikurangi.



*Gambar 19. Penanaman tebing (Agus maryono, 1999)*

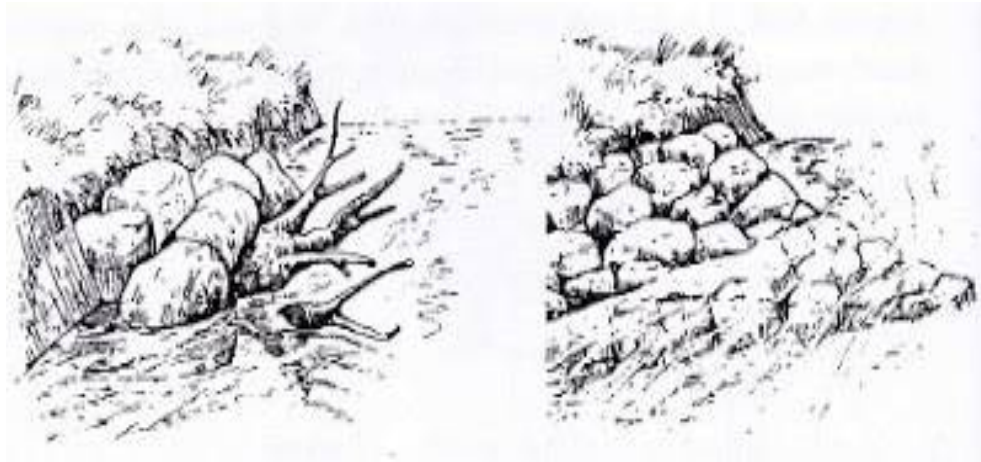
h) Tanaman antara pasangan batu kosong

Pada metode ini pasangan batu kosong akan lebih kuat jika di celah-celahnya ditanami tumbuhan yang sesuai. Dengan adanya tumbuhan tersebut, batu akan semakin kokoh terikat pada tebingnya.



*Gambar 20. Tanaman antara batu kosong (Agus Maryono, 1999)*

- i) Krib penahan arus Krib penahan arus atau pembelok arus dapat dibuat baik dari batu-batu kosong, pagar datar, atau batu dan akar/potongan pohon bagianbawah. Dengan krib ini akan terjadi sedimentasi disekitar krib khususnya dibelang krib.



*Gambar 21. Krib penahan arus (Agus Maryono, 1999).*

## **2. Permasalahan pelindung tebing sungai**

Beberapa permasalahan yang timbul dalam pengoperasian pelindung tebing sungai :

- a) Perlindungan terhadap tebing sungai diperlukan proses agar sedimen terkumpul dan vegetasi dapat hidup dan tumbuh sehingga fungsi perlindungan tidak serta merta, karena itu teknik ini tidak cocok untuk tebing sungai yang sudah sangat kritis dan membahayakan lingkungan.
- b) Tidak cocok untuk sungai-sungai yang berarus deras (kecepatan arus  $> 2$  m/dtk), angkutan sedimennya kecil.
- c) Pelindung tebing sungai memiliki daya tahan dalam jangka waktu tertentu.
- d) Tidak semua pada bantaran sungai memiliki pohon
- e) Kerusakan pelindung tebing sungai dapat disebabkan oleh longsor akibat dari meningkatnya intensitas curah hujan setiap harinya.



Meningkatnya kecepatan arus aliran sungai yang menyebabkan gerusan pada tebing sungai.

- f) Besarnya pengikisan pada belokan sungai.
- g) Agar hal tersebut tidak terjadi maka pada pemasangan ranting pohon membujur diperlukan untuk mengait ranting pohon dengan menambahkan batu dan tanah kedalam ranting secara melingkar sehingga memperkuat ranting tersebut dalam menahan gerusan aliran sungai pada tebing sungai.

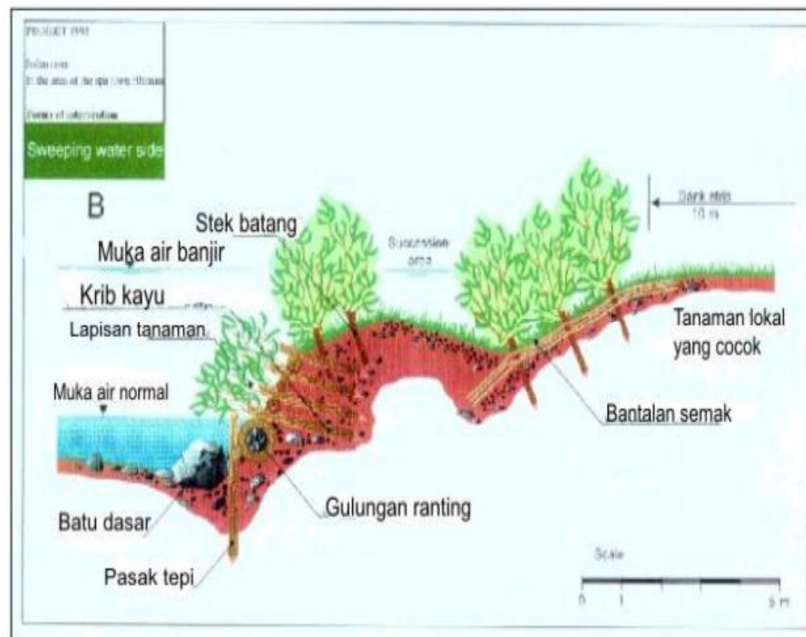
Adapun bentuk-bentuk skema yang dapat digunakan dalam penanganan perlindungan tebing sungai :

- a) Skema A (untuk tebing agak curam)



Gambar 22. Skema tebing agak curam

b) Skema B (Untuk tebing agak curam)



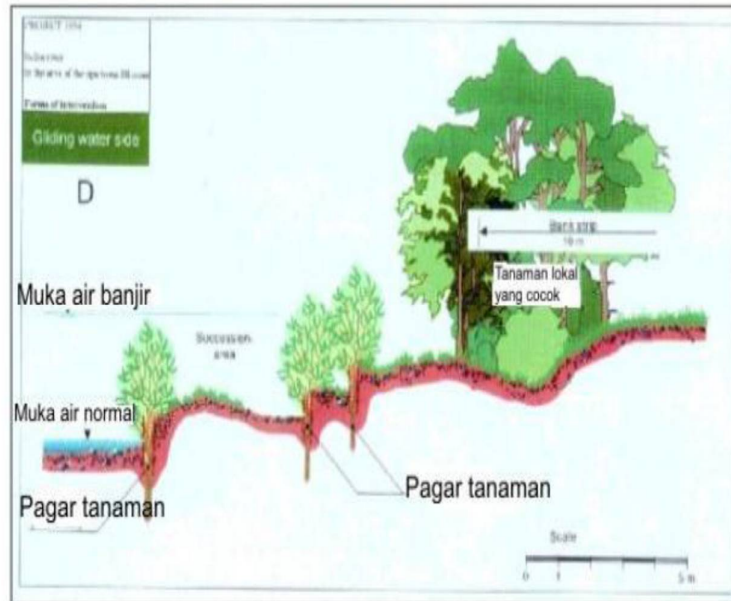
Gambar 23. Skema tebing agak curam

c) Skema C (Untuk tebing relative datar)



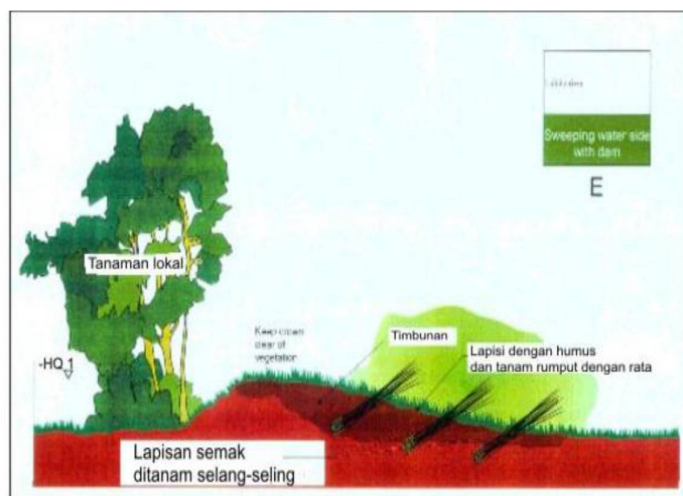
Gambar 24. Skema tebing relative datar

d) Skema D (Untuk tebing relative datar)



Gambar 25. Skema tebing relative datar

e) Skema E (Untuk tebing agak curam)



Gambar 26. Skema tebing agak curam

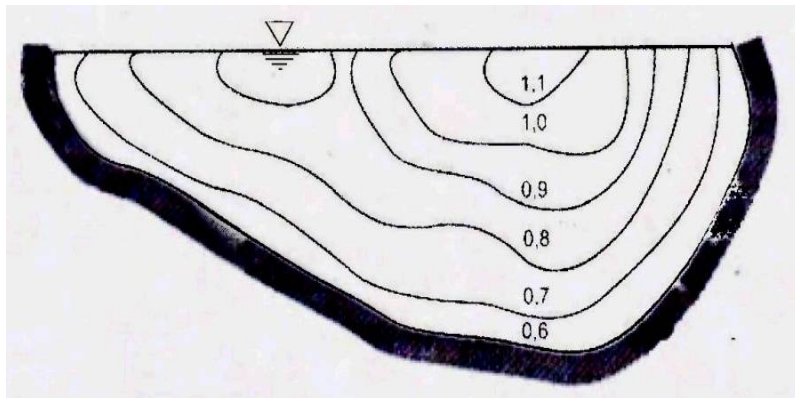
## **E. Konsep Eko Hidraulik Dalam Pengelolaan Sungai**

### **1. Aliran Dasar**

Sebagian besar debit aliran pada sungai kecil yang masih alamiah adalah debit aliran yang berasal dari air tanah atau mata air dan debit aliran air permukaan (air hujan). Dengan demikian aliran air pada sungai kecil pada umumnya lebih menggambarkan kondisi hujan daerah yang bersangkutan. Sedangkan sungai besar, sebagian besar debit alirannya berasal dari sungai-sungai kecil dan sungai sedang di atasnya. Sehingga aliran di sungai besar tidak mesti menggambarkan kondisi hujan di lokasi yang bersangkutan. Aliran dasar pada sungai kecil terbentuk dari aliran mata air dan air tanah, sedang aliran dasar pada sungai besar dibentuk dari aliran dasar sungai-sungai kecil dan sedang di atasnya. Baik pada sungai kecil, sedang, atau besar, aliran dasar ini merupakan aliran yang sangat penting yang menentukan kondisi kualitas air dan kehidupan flora dan fauna sungai. Flora dan fauna sungai memerlukan aliran dasar yang relatif seimbang- dinamis serta kontinyu (keseimbangan dinamis). Musim kemarau biasanya merupakan kondisi kritis untuk flora dan fauna disebabkan karena langkanya air baik dari aliran dasar maupun aliran permukaan. Stabilitas aliran dasar ini sangat ditentukan oleh kualitas ekologi DAS dan daerah aliran sepanjang sungai yang bersangkutan. Dengan memelihara sungai (flora dan fauna) dan ekologi DAS, berarti memelihara aliran dasar sungai tersebut.

### **2. Kecepatan Air**

Karakteristik kecepatan air di sungai tidak jauh berbeda dengan karakteristik kecepatan air di suatu saluran. Distribusi kecepatan aliran secara vertikal adalah parabola pempat, karena aliran di sungai pada umumnya adalah turbulen seperti hanya aliran di saluran. Kecepatan di dekat permukaan adalah maksimum dan kecepatan di dasar sungai adalah nol atau mendekati nol. Pada sungai yang masih alami, distribusi kecepatan arah horisontal tidak teratur. Gambar berikut ini adalah contoh garis-garis distribusi kecepatan (isovel) pada suatu alur sungai.



Gambar 27. Distribusi kecepatan dan isovel suatu tampang sungai alamiah

Menentukan kecepatan rata-rata  $V$  pada alur sungai atau saluran, berlaku rumus-rumus dasar hidraulika sebagai berikut.

$$Q = A.V \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \text{ (Chezy)} \dots\dots\dots (2)$$

$$C = k_{st} R^{1/6} \text{ (Strickler)} \dots\dots\dots (3)$$

$$V = k_{st} R^{2/3} I^{1/2} \text{ (Manning-Strickler)} \dots\dots\dots (4)$$

$$k_{st} = \frac{1}{n} \text{ (Manning)} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan:

$Q$  = debit ( $m^3/dt$ )

$V$  = kecepatan aliran ( $m/dt$ )

$R$  = jari-jari hidraulis (m)

$I$  = kemiringan saluran

$C$  = koefisien Chezy

$n$  = koefisien kekasaran dinding (koefisien Manning)

$k_{st}$  = koefisien Strickler

### 3. Sifat-Sifat Aliran

Sifat-sifat aliran pada dasarnya ditentukan oleh adanya pengaruh kekentalan (viskositas) dan pengaruh gravitasi dalam perbandingannya dengan gaya-gaya kelembaban (inertial forces) dari aliran. Tegangan permukaan sebenarnya juga dapat berpengaruh pada sifat-sifat aliran.

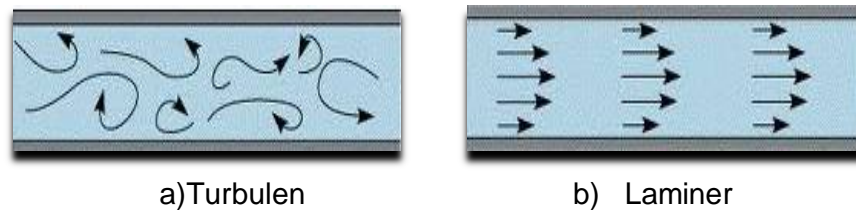
#### a. Aliran Laminer dan Turbulen

Apabila perbandingan antara gaya-gaya kelembaban dengan gaya-gaya kekentalan yang dipertimbangkan maka aliran dapat dibedakan menjadi : aliran laminer dan aliran turbulen. Parameter yang dipakai sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran tersebut adalah suatu parameter tidak berdimensi yang disebut angka Reynold ( $R_e$ ).

Aliran laminer adalah suatu aliran dimana gaya kekentalan relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya kelembaban, sehingga aliran

dikuasai oleh pengaruh kekentalan, dan aliran yang berada diantara aliran laminar dan aliran turbulen disebut aliran transisi. Dalam aliran semacam ini partikel-partikel cairan bergerak secara teratur menurut lintasan-lintasan arusnya dan berlapis-lapis.

Aliran turbulen terjadi apabila gaya-gaya kelembaman relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya kekentalan sehingga aliran dikuasai gaya inersia. Dalam tipe aliran ini partikel-partikel cairan bergerak pada lintasan-lintasan yang tidak teratur atau pada lintasan sembarang.



Gambar 28. Aliran laminar dan turbulen

Aliran turbulen berhubungan dengan aliran yang bergerak dengan kuat dan kecepatan yang tinggi yang dapat mentransportasikan sedimen. Umumnya, aliran pada sungai merupakan aliran turbulen. Pada dasarnya, aliran ini dibedakan dengan aliran laminar yang merupakan aliran yang bergerak dengan kecepatan rendah dan arah yang paralel terhadap dasar aliran.

Aliran laminar hanya dapat terjadi dalam kondisi hidraulik khusus seperti yang telah dilakukan dalam percobaan oleh Reynold (1842-1912). Reynold menerapkan analisa dimensi pada hasil percobaannya dan

menyimpulkan bahwa perubahan dari aliran laminar ke aliran turbulen terjadi untuk suatu harga, yang sekarang dikenal dengan angka Reynold ( $R_e$ ). Angka ini menyatakan angka perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dan gaya-gaya kekentalan yaitu:

$$R_e = \frac{VL}{\mu} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

- Re = Bilangan Reynolds
- V = Kecepatan Aliran (m/det)
- L = Panjang Karakteristik, atau jari-jari hidrolis (r), (m)
- $\mu$  = Kekentalan Kinematik, ( $m^2/dt$ )

Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa bilangan Reynolds untuk saluran terbuka adalah :

- Re < 500 = Aliran Laminar
- 500 < Re < 12.500 = Aliran Transisi
- Re > 12.500 = Aliran Turbulen

Dalam prakteknya aliran saluran terbuka umumnya dijumpai pada aliran turbulen, sedangkan aliran laminar di jumpai pada percobaan percobaan laboratorium, karena ukuran saluran relatif kecil sehingga zat cair mempunyai kekentalan yang besar.

**b. Aliran Kritis, Subkritis, dan Superkritis.**



Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo kecil. Gelombang gravitasi dapat dibangkitkan dengan merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut subkritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut superkritis. Apabila yang dipertimbangkan adalah besarnya perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dan gaya-gaya gravitasi maka aliran dapat dibagi menjadi

- 1) Aliran kritis apabila angka  $F_R = 1$ , berarti gaya-gaya kelembaman dan gaya gravitasi seimbang dan aliran disebut dalam keadaan aliran kritis.
- 2) Aliran subkritis Apabila  $F_R < 1$ , berarti gaya gravitasi menjadi dominan dan aliran dalam keadaan aliran subkritis.
- 3) Aliran superkritis apabila  $F_R > 1$ , maka gaya kelembaman yang dominan dan aliran menjadi superkritis.

Parameter tidak berdimensi yang membedakan tipe aliran tersebut adalah angka Froude ( $F_R$ ) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembaman dan gaya gravitasi :

$$F_r = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gL}} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

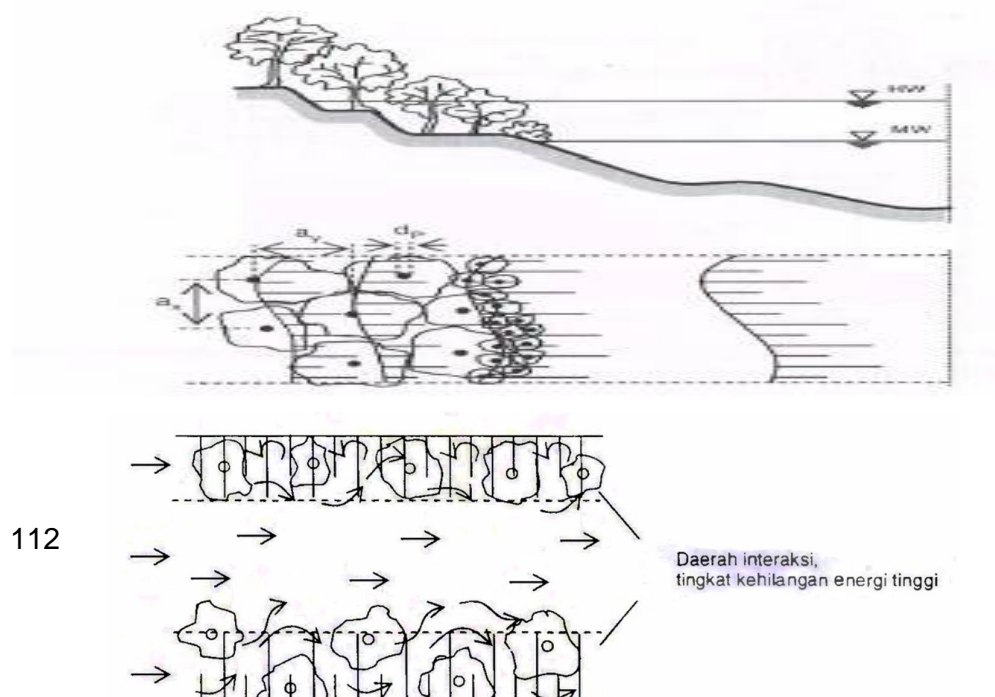
$F_r$  = Angka Froude

$\bar{v}$  = Kecepatan rata-rata aliran dalam (m/det)

- L = Panjang karakteristik
- g = Gaya gravitasi, dalam (m/det<sup>2</sup>)

#### 4. Hitungan Koefisien Hambatan

Pada sungai alamiah berbentuk mendekati trapesium, di mana di bagian bantarannya bervegetasi lebat, akan terjadi daerah interaksi yang lebar dan proses kehilangan energi akibat gesekan kecepatan dari antar tampang. Di sini aliran yang relatif cepat pada sungai utama mendesak ke daerah bantaran dan keluar lagi dengan kecepatan yang lebih rendah. Dengan adanya daerah interaksi ini maka akan terjadi reduksi kecepatan secara keseluruhan. Sebagai konsekuensinya maka muka air akan naik dan kapasitas debit aliran akan berkurang. Gambar: 29 menunjukkan ilustrasi interaksi aliran pada sungai dengan bantaran bervegetasi.



Gambar 29. Ilustrasi interaksi pada sungai dengan bantaran bervegetasi

Untuk menghitung koefisien hambatan ( drag koefisien  $\lambda$ ) dari satu tampang sungai atau saluran yang relatif masih alamiah, dapat digunakan cara yang diusulkan oleh Marten (1989) dan DVWK ( 1997). Cara Marten (1989) dapat dipilih karena cara ini prinsipnya sederhana, namun cukup memuaskan hasilnya pada penggunaannya dalam praktek perhitungan di lapang.

Pada cara Marten (1989) masih menggunakan juga konsep dasar koefisien hambatan menurut Keulegan (1938). Untuk tampang mendekati trapezium:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,03 \cdot \log\left(12,27 x \frac{R}{K_s}\right) \dots\dots\dots(8)$$

Sedangkan untuk sungai yang lebar dan bentuk tampang lintang mendekati persegi panjang dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,03 \cdot \log\left(11,00x \frac{R}{K_s}\right) \dots\dots\dots(9)$$

Untuk vegetasi yang tinggi, dimana tinggi vegetasi lebih besar dari tinggi muka air ( lihat gambar 8), maka koefisien hambatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\lambda_p = \frac{4.A_p}{a_x.a_y} \chi C_w \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

$\lambda_p$  = hambatan karena bentuk vegetasi (-)

$A_p$  = luas tampang vegetasi tegak lurus aliran (m<sup>2</sup>)

$a_x$  = jarak antara elemen vegetasi searah aliran (m)

$a_y$  = jarak antara elemen vegetasi tegak lurus aliran (m)

$C_w$  = koefisien hambatan dari sekelompok elemen vegetasi (m), besarnya  $C_w$  untuk sekelompok vegetasi biasanya terlentang pada  $0,60 < C_w < 2,4$ . Untuk pendekatan dapat dipakai  $C_w = 1,5$ .

## 5. Pengendapan ( Sedimentasi )

Ada beberapa ahli yang mendefenisikan sidimen dalam beberapa pengertian, salah satunya adalah Pipkin (1977) menyatakan bahwa sedimen adalah pecahan, mineral, atau material organik yang ditransformasikan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau air dan juga termasuk di dalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia. Petti John (1975) mendefinisikan sedimentasi sebagai proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh

pengendapan material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat yang disebut dengan lingkungan pengendapan berupa sungai, muara, danau, delta, estuaria, laut dangkal sampai laut dalam.

Menurut Umi M dan Agus S (2002) bagian sungai yang paling efektif untuk proses pengendapan (sedimentasi) ini adalah bagian hilir atau pada bagian *slip of slope* pada kelokan sungai, karena biasanya pada kelokan sungai terjadi pengurangan energi yang cukup besar. Ukuran material yang diendapkan berbanding lurus dengan besarnya energi pengangkut, sehingga semakin ke hilir, energi semakin kecil, material yang diendapkan pun semakin halus. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi adalah:

1. Kecepatan Aliran Sungai

Kecepatan aliran maksimal pada tengah alur sungai, bila sungai membelok maka kecepatan maksimal ada pada daerah *cut of slope* (terjadi erosi). Pengendapan terjadi bila kecepatan sungai menurun atau bahkan hilang.

2. Gradien / kemiringan lereng sungai

Bila air mengalir dari sungai yang kemiringan lerengnya curam kedataran yang lebih rendah maka kecepatan air berkurang dan tiba-tiba hilang sehingga menyebabkan pengendapan pada dasar sungai.

3. Bentuk alur sungai

Aliran air akan mengerus bagian tepi dan dasar sungai. Semakin besar gesekan yang terjadi maka air akan mengalir lebih lambat. Sungai yang dalam, sempit, dan permukaan dasar tidak kasar, aliran airnya deras. Sungai yang lebar, dangkal, dan permukaan dasarnya tidak kasar, atau sempit dalam tetapi permukaan dasarnya kasar, aliran airnya lambat.

Untuk menghitung nilai kandungan sedimen diperoleh berdasarkan hasil perkalian konsentrasi sedimen diperoleh konsentrasi sedimen dengan debit, dan dapat di rumuskan sbb:

$$Q_s = kC_sQ \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

$Q_s$  = Debit sedimen ( ton/hari )

$C_s$  = konsentrasi sedimen ( mg/l )

Q = Debit air ( m<sup>3</sup>/dt )

K = faktor konversi yaitu 0.0864

Konsentrasi sedimen suspensi (  $C_s$  ) umumnya ditulis dalam mg/l atau dalam satuan part per million ( ppm ) . Untuk mendapatkan nilai konsentrasi dalam mg/l maka nilai konsentrasi dalam satuan ppm sebagai hasil analisa dari laboratorium harus dikoreksi dengan nilai c.

Untuk mengetahui beberapa konsentrasi sedimen dapat di lakukan dengan cara mengambil contoh air sungai dengan volume tertentu kemudian diendapkan contoh air sungai dengan volume tertentu kemudian di endapkan dan di keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 x 24 jam sampai keadaan kering sedimennya. Dari berat

keringtersebut biasa diukur konsentrasi sedimen dalam contoh air.Keberadaan sedimen di dalam air dapat diketahui dari kekeruhannya. Semakin keruh air berarti semakin tinggi konsentrasi sedimen dapat didekati darihasil pengukuran tingkat kekeruhan air ( Rahayu dkk : 2009 ). Berikut adalah table.2 faktor konversi c ( mengconversi satuan ppm menjadi mg/l).

Tabel2 faktor konversi c (mengkonversi satuan ppm menjadi mg/l)

Konsentrasi (ppm)	C Mg/l	Konsentrasi ( ppm )	C Mg/l
0 – 15900	1.00	322000-341000	1.26
16000 – 46800	1.02	342000-361000	1.28
46900 - 76500	1.04	362000-380000	1.30
76600-105000	1.06	381000-399000	1.32
106000-133000	1.08	400000-416000	1.34
134000-159000	1.10	417000-434000	1.36
160000-185000	1.12	435000-451000	1.38
186000-210000	1.14	452000-467000	1.40
211000-233000	1.16	468000-483000	1.42
234000-256000	1.18	484000-498000	1.44
257000-279000	1.20	499000-514000	1.46
288000-300000	1.22	515000-528000	1.48
301000-321000	1.24	529000-542000	1.50

Sumber:widyawarta.wordpress.com/201007/03/pengukuran-kadar-sedimen-suspensi.

#### **F. Penggunaan Ranting Pohon Pagar Datardan Bambu**

Dapat dibuat dengan bambu atau batang dan ranting pohon yang ada di sekitar sungai.Penancapan pilar pagar sekitar 50 cm dan jarak pilar antara 50-80 cm. Pagar di pasang di dasar sungai dengan bagian atas di bawah tinggi muka air rata-rata.Pemasangan pagar ini paling tepat sebelum musim hujan.Tergantung jenis tanaman setempat, dalam waktu beberapa bulan tanaman di belakang pagar sudah bisa tumbuh.

Di dunia ini terdapat 1.250 jenis bambu yang tersebar, dan Indonesia yang beriklim tropis mempunyai 160 jenis pohon bambu, 10% jenis bambu ada di sini. Dari 160 jenis, 88 di antaranya adalah bambu asli Indonesia yang hanya bisa ditemukan di negara ini saja, dan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi ada 56 jenis. Bambu memiliki struktur akar sragut yang kuat sehingga mampu menahan laju erosi

Pertumbuhan rumpun bambu sangat cepat dan toleransi terhadap lingkungan sangat tinggi, serta memiliki kemampuan memperbaiki sumber tangkapan air yang efektif sehingga sesuai untuk reboisasi wilayah hutan terbuka atau gundul akibat penebangan.Bambu juga sesuai untuk dijadikan sebagai tanaman pelindung tebing sungai.

Klasifikasi tanaman bambu antara lain :

- 1) Kingdom : Plantae
- 2) Division : Magnoliophyta



- 3) Sub classis : Commelinidae
- 4) Ordo : Cyperales
- 5) Familia : Poaceae
- 6) Genus : Bambusa
- 7) Species : Bambusa sp

Jenis-jenis bambu :

- a) Bambu apus : pohon bambu apus dapat tumbuh di daratan rendah maupun pegunungan, dengan tinggi batang 8-13 meter, jarak ruas 45-65 cm, diameter 5-8 cm dan tebal 3 – 15 mm. Warna kulit batang bambu apus hijau tua sampai hitam.
- b) Bambu tali : bambu tali memiliki warna kulitnya hijau tua dan kurang mengkilap. Disebut bambu/pring tali karena salah satu manfaat bambu jenis ini adalah bisa dijadikan bahan pembuat tali/pengikat. Bambu tali pada umumnya memiliki diameter 5-7 cm, besar atau kecilnya tergantung kesuburan tanahnya.
- c) Bambu hitam/wulung : bambu hitam/wulung memiliki ciri-ciri dengan tinggi 20 meter, dengan diameter 14 cm, dapat digunakan sebagai furniture atau material bangunan. Ciri khas bambu hitam berbuluh hijau kehitaman,
- d) Bambu betung : tumbuhan bambu betung yang masih muda ditutupi oleh lapisan berwarna coklat dan bertekstur seperti kain bludru, tinggi bambu betung dapat mencapai 10 kaki sedangkan lingkaran batangnya dapat mencapai 8 inchi.

(a) Bambu Apus



(c) Bambu Hitam/Wulung



(b) Bambu Tali



(d) Bambu betung



Gambar 31. Jenis-jenis bambu dan Penanganan tebing sungai dengan menggunakan bambu di sungai Borongbilalang Kec. Pallangga Kab. Gowa

Keunggulan Pohon Bambu :

- 1) Mudah ditanam dan tidak memerlukan pemeliharaan khusus
- 2) Untuk melakukan budidaya bambu tidak diperlukan investasi yang besar, setelah tanaman sudah mantap, hasilnya dapat diperoleh secara terus menerus tanpa menanam lagi.
- 3) Memiliki kelebihan yaitu serat panjang dan rapat, lentur tidak mudah patah, dinding keras.
- 4) Kecepatan pertumbuhan bambu dalam menyelesaikan masa pertumbuhan vegetatifnya merupakan tercepat dan tidak ada tanaman lain yang sanggup menyamainya.
- 5) Memiliki ketahanan yang luar biasa, sebagai contoh: rumpun bambu yang telah dibakar masih dapat tumbuh lagi, bahkan pada saat bencana tsunami di Aceh Desember 2004, bambu masih bisa tegak berdiri sementara pohon yang lain tumbang.
- 6) Mempunyai nilai ekonomis yang tinggi karena hampir semua bagian tubuhnya dapat dimanfaatkan, tunasnya yang kita kenal sebagai rebung dari beberapa jenis bambu dapat dijadikan sebagai bahan makanan yang bergizi tinggi, daunnya untuk membungkus makanan, batangnya untuk bangunan, kerajinan dan sebagai bahan pembuatan alat musik tradisional, serat batangnya bisa juga digunakan untuk pembuatan kertas.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dan perakitan pelindung tebing sungai dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dengan waktu penelitian selama 2 bulan yaitu dimulai bulan November sampai dengan Desember.

##### **B. Alat dan Bahan**

Secara umum alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian adalah sebagai berikut :

###### 1) Alat

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| a) Stopwatch.      | f) Meter.                |
| b) Termometer.     | g) Kamera Digital.       |
| c) Gergaji.        | h) Pompa                 |
| d) Linggis, sekop. | i) Komputer dan printer. |
| e) Flow watch      | j) Pompa                 |

###### 2) Bahan

- |                  |   |
|------------------|---|
| a) Tanah.        | f) Benang, dan tali untuk mengukur sedimen. |
| b) Air Tawar.    | g) Mesin Air                                |
| c) Batu gunung.  | h) Tabel data untuk mencatat, alat tulis    |
| d) Tanaman bambu | i) Pipa                                     |

### **C. Jenis Penelitian dan Sumber Data**

Jenis penelitian yang akan diteliti yaitu penelitian dengan metode experimental dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur.

Padapenelitian ini akan menggunakan dua variabel, yaitu :

- 1) Variabel bebas atau variable penyebab (*Independent Variables*)
  - a) Tinggi muka air (h)
  - b) Kecepatan aliran (v)
  - c) Suhu (T)
  - d) Erosi tebing sungai
  - e) Kelembaban (Rh) / Pengendapan
- 2) Variabel terikat atau variabel tergantung (*Dependent Variables*)
  - a) Debit (Q)
  - b) Waktu (t)
  - c) Rapat massa sedimen ( $\rho_s$ )
  - d) Rapat massa air ( $\rho_w$ )
  - e) Dimensi saluran

### **D. Prosedur Penelitian**

- a) Studi literature.
- b) Membuat model penelitan dengan belokan saluran.
- c) Dilakukan pengambilan data sesuai dengan penelitian.
- d) Mengamati pelindung tebing sungai dengan menggunakan vegetasi ranting pohon pagar datar dan bambu.

- e) Menganalisa data dengan beberapa persamaan.
- f) Menyimpulkan hasil penelitian yang telah ada.

#### **E. Perencanaan dan Pembuatan Model**

Pembuatan model dilakukan setelah adanya rancangan yang telah dibuat, yang terdiri dari:

- a) Bak hulu.
- b) Bak hilir.
- c) Bak penenang, kolam tando.
- d) Pintu saluran.
- e) Pengukur debit (*Thomson*).
- f) Pengatur tinggi muka air.
- g) Kisi-kisi.
- h) Saluran terbuka.
- i) Saluran penghantar
- j) Pelindungtebingsungai.
- k) Pipa PVC 4".

## **F. Pengambilan Data**

Hal penting dalam setiap penelitian adalah pengambilan data. Pada dasarnya data yang diambil adalah data yang akan digunakan sebagai parameter dalam analisa. Pencatatan data dilakukan pada setiap kondisi, yaitu data kondisi awal sebelum running, data pada saat running dan data setelah dilakukan running.

### 1) Data sebelum running antara lain :

Konfigurasi awal dari penampang saluran yaitu lebar bawah saluran (b), Lebar atas saluran (B), tinggi saluran (h) dan volume tebing yang terkikis/tererosi.

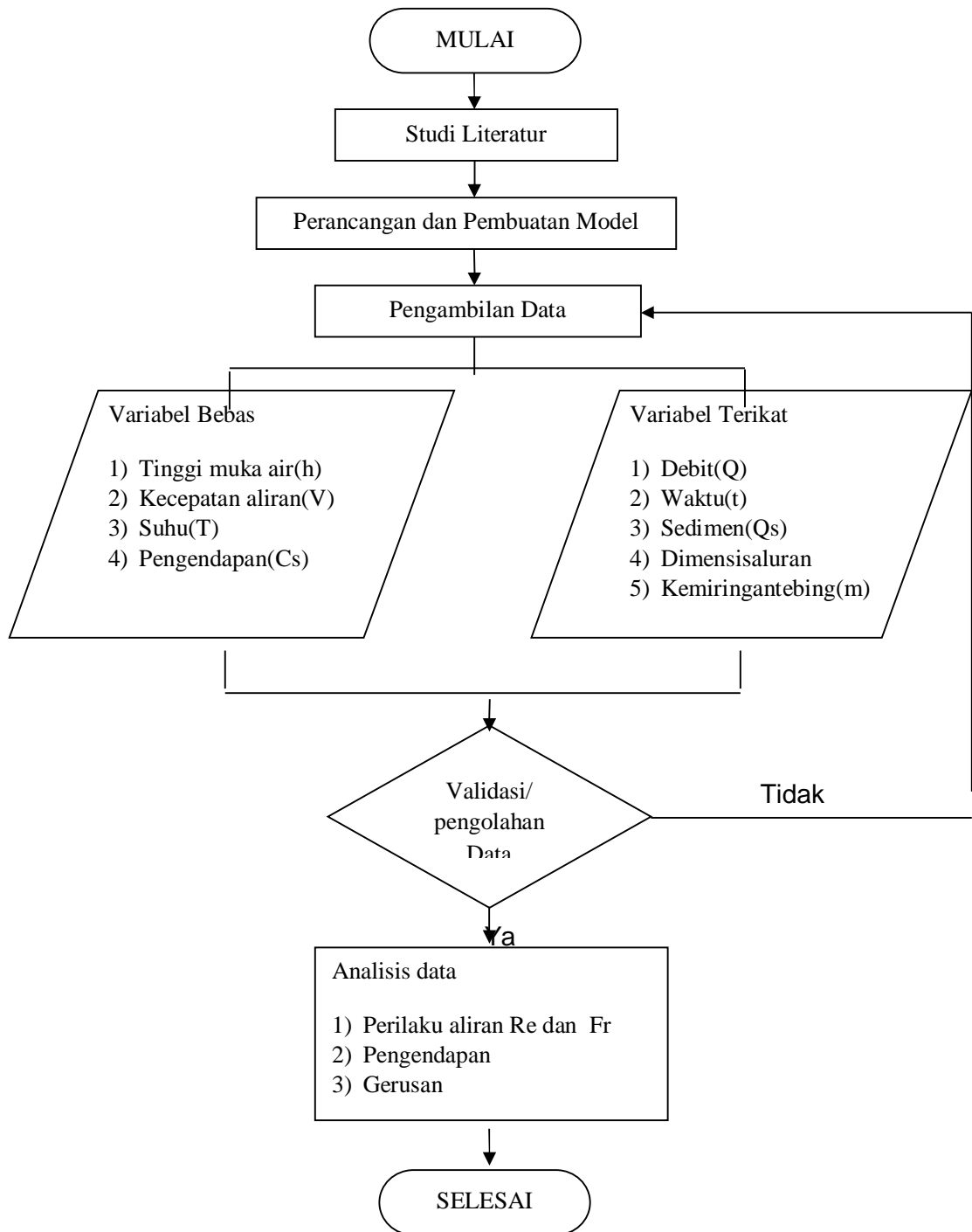
### 2) Data saat running yang perlu dicatat adalah :

- a) Debit air  $Q$  ( $m^3/det$ )
- b) Kecepatan aliran  $V$  ( $m/det$ ) diukur dengan flow watch
- c) Ketinggian muka air  $h$  (m)
- d) Waktu running  $t$  (menit) diukur dengan menggunakan stop watch
- e) Temperatur  $T$  ( $^{\circ}C$ ) Diukur dengan termometer

### 3) Data setelah running:

Adalah perubahan yang terjadi setelah dilaksanakan running dengan terlebih dahulu mengosongkan saluran percobaan dari air.

## J. Flow Chart Penelitian



Gambar 32. Bagan alur penelitian eksperimental



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **1. Deskripsi Data Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Muhammadiyah Makassar adalah guna untuk memberikan gambaran secara umum mengenai penyebaran data yang diolah di lapangan. Data ini disajikan berupa data mentah yang diolah menggunakan teknik statistik deskripsi. Adapun dalam deskripsi data ini yang disajikan dalam bentuk berupa data yang terukur dan data terhitung. Deskripsi data berguna untuk menjelaskan penyebaran data menurut frekuensinya, untuk menjelaskan pola penyebaran sebelum dan setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu pada perlindungan tebing sungai, untuk menjelaskan pola penyebaran data.

Berdasarkan judul dan perumusan masalah penelitian dimana penelitian ini terdiri dari dua variabel bebas dan variabel terikat yang ditetapkan pada Bab III yakni meliputi data mengenai debit ( $Q$ ), kecepatan ( $v$ ), luas penampang saluran ( $A$ ), pengendapan suhu ( $T$ ), dan volume gerusan ( $V_g$ ). Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman vegetasi ranting pohon pagar datar dan bambu untuk perlindungan tebing sungai, hasilnya dapat dijelaskan sebagaimana di bawah ini.

**1. Deskripsi hasil sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.**

Di bawah ini merupakan deskripsi hasil data pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon dan bambu.

**Tabel 2.**Data Pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon pagar data dan bambu,  $Q1 = 0,019 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

No	Bagian Pengamatan	Waktu (t)	Suhu(T)	Kecepatan Aliran(V) (m/dtk)				Tinggi Muka Air (h) (m)				Volume Gerusan(Vg) (m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Sedimen (Cs) (g/ml)
		menit	°C	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata		
1	Titik I (Hulu)	2	29°	0.80	0.80	0.80	0.80	0.05	0.05	0.05	0.05	0.0032	0.0113
		4	29°	0.70	0.70	0.70	0.70	0.05	0.05	0.05	0.05		
		6	29°	0.60	0.70	0.60	0.63	0.06	0.06	0.06	0.06		
2	Titik II (Tengah)	2	29°	0.70	0.80	0.80	0.77	0.05	0.05	0.05	0.05	0.0278	0.0127
		4	29°	0.70	0.70	0.70	0.70	0.06	0.06	0.06	0.06		
		6	29°	0.70	0.60	0.60	0.63	0.06	0.06	0.06	0.06		
3	Titik III (Hilir)	2	29°	0.70	0.80	0.80	0.77	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00163	0.0147
		4	29°	0.60	0.70	0.70	0.67	0.07	0.07	0.07	0.07		
		6	29°	0.60	0.60	0.60	0.60	0.07	0.07	0.07	0.07		

55

	Kecepatan Rata-rata	0.70	Tinggi Muka Air Rata-rata	0.06	0.03263	
--	---------------------	------	---------------------------	------	---------	--

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Fakultas Teknik Unismuh

**Tabel 3.**Data Pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu,  $Q_2 = 0,0256 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

No.	Bagian Pengamatan	Waktu (t)	Suhu(T)	Kecepatan Aliran(V) (m/dtk)				Tinggi Muka Air (h)/ (m)				Volume Gerusan(Vg) / (m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Sedimen (Cs) / (g/ml)
		menit	°C	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata		
1	Titik I (Hulu)	2	29	1.00	0.90	0.90	0.93	0.06	0.06	0.06	0.06	0.0011	0.0133
		4	29	0.80	0.90	0.80	0.83	0.06	0.06	0.06	0.06		
		6	29	0.70	0.80	0.70	0.73	0.07	0.07	0.07	0.07		
2	Titik II (Tengah)	2	29	0.90	0.90	0.90	0.90	0.06	0.06	0.06	0.06	0.0488	0.0160
		4	29	0.80	0.90	0.80	0.83	0.07	0.07	0.07	0.07		
		6	29	0.70	0.80	0.70	0.73	0.08	0.08	0.08	0.08		
3	Titik III (Hilir)	2	29	0.80	0.90	0.80	0.83	0.08	0.08	0.08	0.08	0.0189	0.0173

	4	29	0.70	0.80	0.80	0.77	0.08	0.08	0.08	0.08		
	6	29	0.70	0.70	0.70	0.70	0.07	0.07	0.07	0.07		
Kecepatan Rata-rata						0.81	Tinggi Muka Air Rata-rata				0.07	0.0688

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Fakultas Teknik Unismuh

**Tabel 4.** Data Pengamatan sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu,  $Q_3 = 0.033 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

No	Bagian Pengamatan	Waktu (t)	Suhu (T)	Kecepatan Aliran (V) (m/dtk)				Tinggi Muka Air (h) (m)				Volume Gerusan (Vg) (m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Sedimen (Cs) (g/ml)
		menit	°C	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata		
1	Titik I (Hulu)	2	29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.0195	0.0127
		4	29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	0.07	0.07	0.07		
		6	29	0.90	1.00	0.90	0.93	0.08	0.08	0.08	0.08		
2	Titik II (Tengah)	2	29	1.00	1.00	0.90	0.97	0.07	0.07	0.07	0.07	0.0597	0.0153

		4	29	0.90	1.00	0.90	0.93	0.08	0.08	0.08	0.08		
		6	29	0.90	0.90	0.80	0.87	0.09	0.09	0.09	0.09		
3	Titik III (Hilir)	2	29	1.00	1.00	0.90	0.97	0.09	0.09	0.09	0.09	0.0189	0.0180
		4	29	0.90	1.00	0.80	0.90	0.10	0.10	0.10	0.10		
		6	29	0.80	0.90	0.80	0.83	0.11	0.11	0.11	0.11		
Kecepatan Rata-rata							0.93	Tinggi Muka Air Rata-rata			0.08	0.0981	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Fakultas Teknik Unismuh

## 2. Deskripsi hasil setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.

Di bawah ini merupakan deskripsi hasil data p setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.

**Tabel 5.** Data Pengamatan setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.,  $Q1 = 0.019 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

No.	Bagian Pengamatan	Waktu (t)	Suhu (T)	Kecepatan Aliran (V) (m/dtk)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Volume Gerusan (Vg) (m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Sedimen (Cs) (g/ml)
-----	-------------------	-----------	----------	------------------------------	-------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

		menit	°C	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata			
1	Titik I (Hulu)	2	25	0.60	0.60	0.50	0.57	0.11	0.11	0.11	0.11	0.0032	0.0013	
		4	25	0.50	0.40	0.40	0.43	0.11	0.11	0.10	0.11			
		6	25	0.40	0.30	0.30	0.33	0.11	0.11	0.11	0.11			
2	Titik II (Tengah)	2	25	0.60	0.60	0.40	0.53	0.11	0.11	0.11	0.11	0.0278	0.0027	
		4	25	0.40	0.40	0.30	0.37	0.11	0.11	0.11	0.11			
		6	25	0.40	0.40	0.30	0.37	0.13	0.13	0.13	0.13			
3	Titik III (Hilir)	2	25	0.60	0.60	0.50	0.57	0.13	0.13	0.13	0.13	0.0163	0.0033	
		4	25	0.40	0.50	0.50	0.47	0.14	0.14	0.14	0.14			
		6	25	0.30	0.40	0.40	0.37	0.14	0.14	0.14	0.14			
Kecepatan Rata-rata							0.44	Tinggi Muka Air Rata-rata				0.12	0.0473	0.0024

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Fakultas Teknik Unismuh

**Tabel 6.** Data Pengamatan setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu,  $Q_2 = 0.026 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

No	Bagian Pengamatan	Waktu (t)	Suhu (T)	Kecepatan Aliran (V) (m/dtk)				Tinggi Muka Air (h) (m)				Volume Gerusan (Vg) (m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Sedimen (Cs) (g/ml)
		menit	°C	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-		

							rata				rata		
1	Titik I (Hulu)	2	25	0.70	0.70	0.60	0.67	0.12	0.12	0.12	0.12	0.0111	0.0020
		4	25	0.60	0.60	0.50	0.57	0.12	0.12	0.12	0.12		
		6	25	0.50	0.50	0.50	0.50	0.12	0.12	0.12	0.12		
2	Titik II (Tengah)	2	25	0.60	0.60	0.50	0.57	0.12	0.12	0.12	0.12	0.0488	0.0033
		4	25	0.60	0.60	0.50	0.57	0.13	0.13	0.13	0.13		
		6	25	0.60	0.60	0.50	0.57	0.14	0.14	0.14	0.14		
3	Titik III (Hilir)	2	25	0.60	0.70	0.70	0.67	0.14	0.14	0.14	0.14	0.0189	0.0047
		4	25	0.50	0.60	0.60	0.57	0.14	0.14	0.14	0.14		
		6	25	0.40	0.50	0.50	0.47	0.15	0.15	0.15	0.15		
Kecepatan Rata-rata							0.57	Tinggi Muka Air Rata-rata			0.13	0.0788	0.0033

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Fakultas Teknik Unismuh

**Tabel 7.** Data Pengamatan setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu,  $Q_3 = 0.033 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

No	Bagian	Waktu	Suhu(	Kecepatan Aliran(V)(m	Tinggi Muka Air (h) (m)	Volume Gerusan(	Konsentrasi Sedimen (Cs)
----	--------	-------	-------	-----------------------	-------------------------	-----------------	--------------------------

.	Pengamatan	(t)	T)									Vg) (m <sup>3</sup> )	(g/ml)
		menit	°C	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata	Kiri	Tengah	Kanan	Rata-rata		
1	Titik I (Hulu)	2	25	0.80	0.80	0.70	0.77	0.13	0.13	0.13	0.13	0.0189	0.0033
		4	25	0.70	0.80	0.70	0.73	0.13	0.13	0.13	0.13		
		6	25	0.70	0.70	0.60	0.67	0.14	0.14	0.14	0.14		
2	Titik II (Tengah)	2	25	0.80	0.80	0.60	0.73	0.15	0.15	0.15	0.15	0.0597	0.0047
		4	25	0.80	0.80	0.60	0.73	0.15	0.15	0.15	0.15		
		6	25	0.60	0.70	0.50	0.60	0.16	0.16	0.16	0.16		
3	Titik III (Hilir)	2	25	0.60	0.70	0.80	0.70	0.16	0.16	0.16	0.16	0.0189	0.0067
		4	25	0.50	0.70	0.70	0.63	0.18	0.18	0.18	0.18		
		6	25	0.50	0.70	0.60	0.60	0.18	0.18	0.18	0.18		
Kecepatan Rata-rata							0.69	Tinggi Muka Air Rata-rata			0.15	0.0975	0.0049

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Fakultas Teknik Unismuh



## 1. Karakteristik Aliran Menurut Bilangan Froude (Fr)

Hasil perhitungan bilangan Froude sebelum perlakuan yang digunakan dalam penelitian Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini.

**Tabel 8.** Perhitungan bilangan Froude sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.

Debit ( $m^3/dtk$ )	Bagian Pengamatan	Kedalaman rata- rata pertitik( $h$ )( $m$ )	LebarD asar( $B$ ) ( $m$ )	Kecepatan( $v$ ) ( $m/dtk$ )	LuasPenampang( $A$ / ( $m^2$ )	KelilingBasah( $P$ ) ( $m$ )	Jari- jariHidraulis( $R$ ) ( $m$ )	Bilangan Froude ( $Fr$ )	Keterangan
					( $B+m \cdot h$ ) $h$	$B+2h \sqrt{m^2+1}$	$A/P$	$v / \sqrt{g h}$	
Q1	Titik I	0.053	0.50	0.711	0.030	0.671	0.045	0.983	Sub Kritis
	Titik II	0.057	0.50	0.700	0.032	0.681	0.047	0.939	Sub Kritis
	Titik III	0.067	0.50	0.678	0.039	0.713	0.055	0.838	Sub Kritis
Q2	Titik I	0.063	0.50	0.833	0.037	0.703	0.052	1.057	Super Kritis
	Titik II	0.070	0.50	0.822	0.041	0.724	0.057	0.992	Sub Kritis
	Titik III	0.077	0.50	0.767	0.046	0.745	0.061	0.884	Sub Kritis
Q3	Titik I	0.073	0.50	0.978	0.043	0.735	0.059	1.153	Super Kritis
	Titik II	0.080	0.50	0.922	0.048	0.756	0.063	1.041	Super Kritis
	Titik III	0.100	0.50	0.900	0.063	0.820	0.076	0.909	Sub Kritis

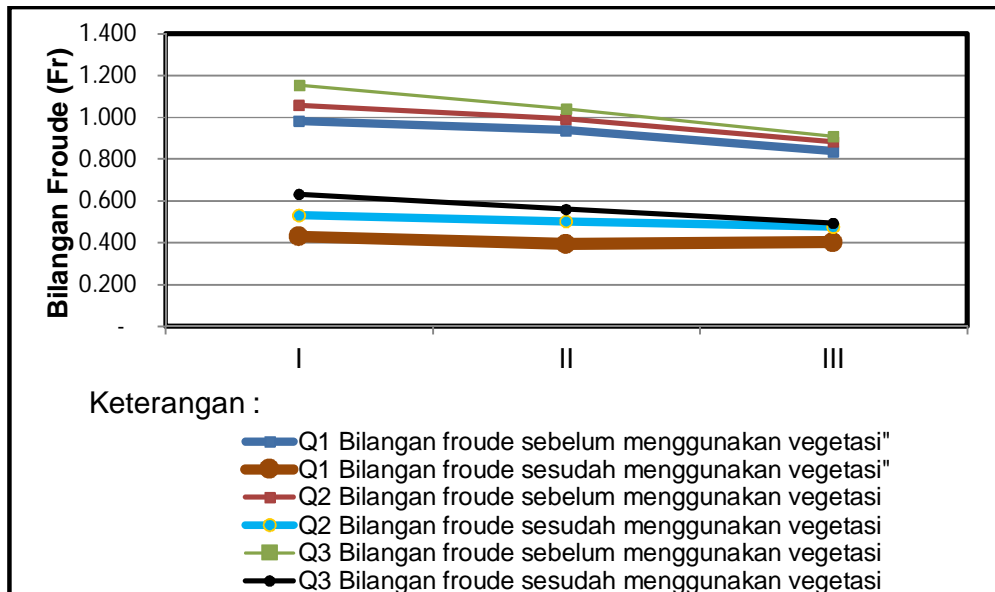
Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 9.** perhitungan bilangan Froude sesudah menggurunting pohon pagar datar dan bambu.

Debit ( $m^3/dtk$ )	Bagian Pengamatan	Kedalaman rata-rata pertitik( $h$ ) ( $m$ )	LebarDasar( $B$ ) ( $m$ )	Kecepatan( $v$ ) ( $m/dtk$ )	LuasPenampang( $A$ ) ( $m^2$ )	KelilingBasah( $P$ ) ( $m$ )	Jari- jariHidraulis( $R$ ) ( $m$ )	Bilangan Froude ( $Fr$ )	Keterangan
					( $B+m.h$ ) $h$	$B+2h\sqrt{m^2+1}$	$A/P$	$v / \sqrt{g h}$	
Q1	Titik I	0.103	0.50	0.356	0.065	0.831	0.078	0.353	Sub Kritis
	Titik II	0.113	0.50	0.356	0.073	0.863	0.084	0.337	Sub Kritis
	Titik III	0.127	0.50	0.344	0.083	0.906	0.092	0.309	Sub Kritis
Q2	Titik I	0.113	0.50	0.478	0.063	0.863	0.073	0.453	Sub Kritis
	Titik II	0.123	0.50	0.467	0.069	0.895	0.077	0.424	Sub Kritis
	Titik III	0.133	0.50	0.467	0.076	0.927	0.082	0.408	Sub Kritis
Q3	Titik I	0.123	0.50	0.622	0.069	0.895	0.077	0.566	Sub Kritis
	Titik II	0.143	0.50	0.589	0.082	0.959	0.085	0.497	Sub Kritis

	Titik III	0.163	0.50	0.578	0.095	1.023	0.093	0.456	Sub Kritis
--	-----------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	------------

Sumber: Hasil Perhitungan



**Gambar 29:** Grafik gabungan nilai bilangan Froude pada Q1, Q2, Q3 sebelum dan sesudah menggunakan eko-hidrolik ranting pohon pagar datar dan bambu.

## 2. Pengaruh Koefisien Hambatan Ranting Pohon Pagar Datar dan Bambu.

Untuk mengetahui koefisien hambatan ranting pohon pagar datar dan bambu (drag koefisien  $\lambda$ ) dari satu tampang sungai atau saluran yang bervegetasi, dimana tinggi vegetasi lebih besar dari tinggi muka air, maka besar koefisien hambatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

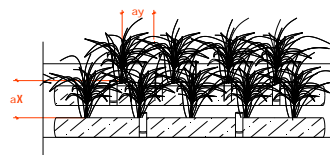
$$\lambda_p = \frac{4 \cdot A_p}{a_x \cdot a_y} \times C_w$$

Diketahui hasil pengukuran di laboratorium

diameter vegetasi = 3cm

jari-jari = 1,5 cm = 0,015 m

$$A_p = \pi r^2$$



$$a_x = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$a_y = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$C_w$  = koefisien hambatan dari sekelompok elemen vegetasi (m), besarnya  $C_w$  untuk sekelompok vegetasi biasanya terletak pada  $0,60 < C_w < 2,4$ . Untuk pendekatan dapat dipakai  $C_w = 1,5$ .

$$\lambda_p = \frac{4 \cdot 0,0471}{0,1 \cdot 0,1} \times 1,5$$

$$= 0,424$$

Dari hasil perhitungan diperoleh koefisien hambatan ranting pohon pagar datar dan bambu (drag koefisien  $\lambda$ ) sebesar 0,424 dan sebelum menggunakan koefisien hambatan pagar datar dan bambu nilai koefisien kekarasan manning 0,025.

**Tabel 10.** perhitungan kekarasan manning

Debit Saluran	Titik Pengamatan	Jari-jari Hidraulis (m)	Kemiringan Dasar Saluran	Koefisien Kekasaran Manning	Koefisien (Manning)	Kecepatan dengan Flow watch (m/dt)	Kecepatan koefisien Manning (m/dtk)
		R	I	n	$k_{st}$	$V_0$	$V_m$
1	2	3	4	5	6	7	8
Q1	I	0.082	0.0030	0.0250	40.00	0.444	0.4088
	II	0.086	0.0030	0.0250	40.00	0.422	0.4242
	III	0.098	0.0030	0.0250	40.00	0.467	0.4614
Q2	I	0.088	0.0030	0.0250	40.00	0.578	0.4307
	II	0.094	0.0030	0.0250	40.00	0.567	0.4494
	III	0.102	0.0030	0.0250	40.00	0.567	0.4732
Q3	I	0.096	0.0030	0.0250	40.00	0.722	0.4555
	II	0.107	0.0030	0.0250	40.00	0.689	0.4902

	III	0.118	0.0030	0.0250	40.00	0.644	0.5226
--	-----	-------	--------	--------	-------	-------	--------

Sumber: Hasil Perhitungan

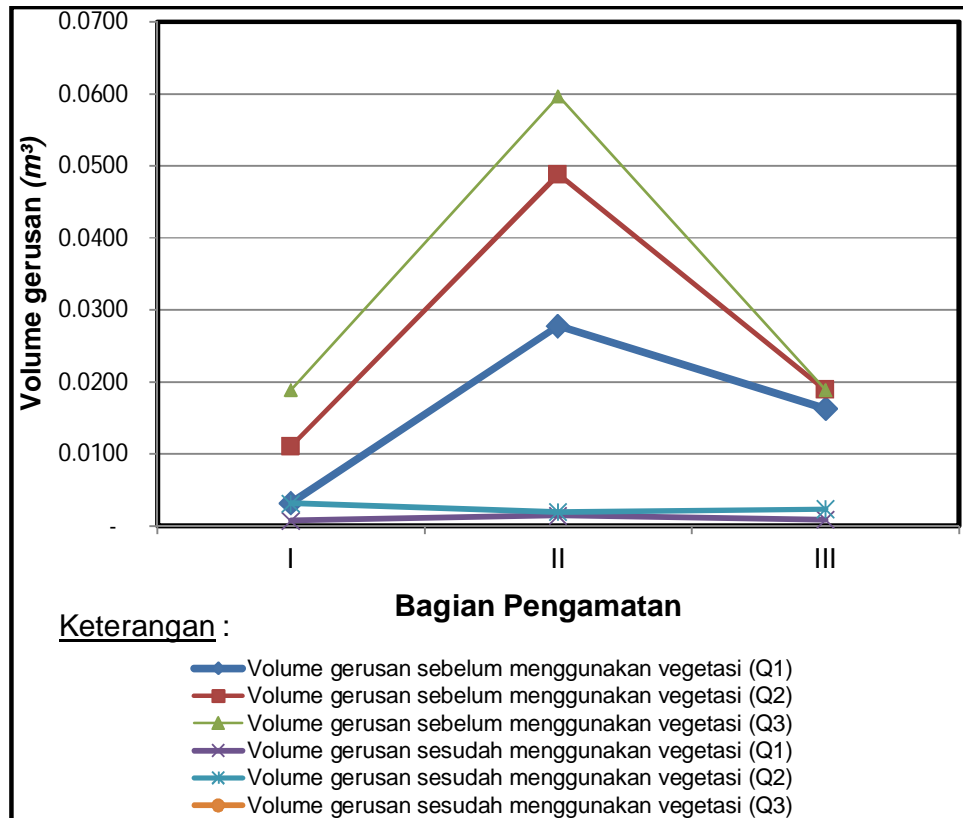
### 3. Volume Gerusan

Dari hasil perhitungan debit air yang diperoleh, maka dibuat hubungan antara debit sungai (Q) dengan debit sedimen melayang (Qs) yang menggunakan persamaan exponential dapat dilihat pada tabel di bawah ini

**Tabel 11.** Perhitungan hubungan debit dan gerusan sebelum dan sesudah perlakuan ranting pohon pagar datar dan bambu

Debit (Q) /(m <sup>3</sup> /dtk)	Bagian Pengamatan	Kecepatan(v) / (m/dt)		Volume Gerusan(Vg) / (m <sup>3</sup> )	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Q1	I	0.711	0.444	0.003	0.0008
	II	0.700	0.422	0.028	0.0015
	III	0.678	0.467	0.016	0.0008
<b>Rata – Rata</b>		<b>0.696</b>	<b>0.444</b>	<b>0.0473</b>	<b>0.0031</b>
Q2	I	0.833	0.578	0.0111	0.0032
	II	0.822	0.567	0.0488	0.0020
	III	0.767	0.567	0.0189	0.0024
<b>Rata – Rata</b>		<b>0.807</b>	<b>0.570</b>	<b>0.0788</b>	<b>0.0075</b>
Q3	I	0.978	0.722	0.0189	0.0046
	II	0.922	0.689	0.0597	0.0020
	III	0.900	0.644	0.019	0.0028
<b>Rata – Rata</b>		<b>0.933</b>	<b>0.685</b>	<b>0.098</b>	<b>0.0031</b>

Sumber: hasil perhitungan hubungan kecepatan(v) dan volume gerusan(Vg)



**Gambar 28** : Grafik gabungan volume gerusan hubungan pada debit Q1, Q2, Q3 sebelum dan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.

#### 4. Perhitungan Sedimentasi

Hasil pengambilan sampel air yang dilakukan di 3 titik lokasi, setelah dianalisis di laboratorium untuk diukur dan dihitung nilai  $C_s$  (konsentrasi sedimen melayang), untuk selanjutnya dilakukan perhitungan untuk memperoleh hasil debit sedimen melayang ( $Q_s$ ) sebelum perlindungan tebing sungai menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, dan pada saat menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu. Besar debit sedimen melayang setiap hari dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

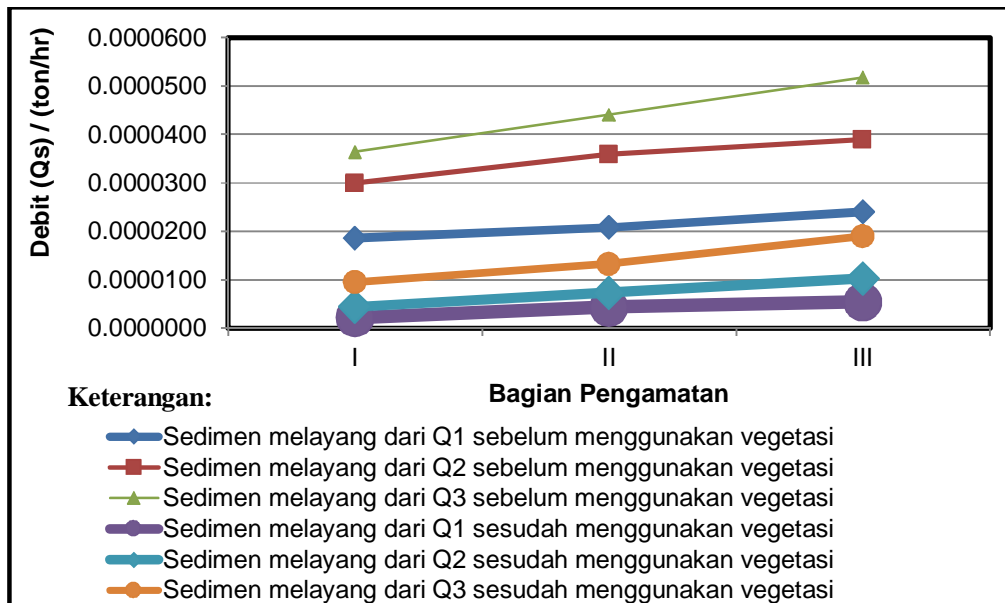
$$Q_s = k \cdot C_s \cdot Q_w$$

Yang kemudian hasil perhitungannya dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel12.**Hasil perhitungan debit sedimen melayang( $Q_s$ )sebelumdan sesudah menggunakanranting pohon pagar datar dan bambu.

Debit ( $m^3/dtk$ )	Lokasi Penelitian	Debit ( $Q_w$ ) / ( $m^3/dtk$ )	Konsentrasi Sedimen ( $C_s$ ) / ( $g/ml$ )		Debit Sedimen Melayang ( $Q_s$ ) / ( $ton/hr$ )	
			Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Q1	Titik I	0.019	0.0113	0.0013	0.0000186	0.0000022
	Titik II	0.019	0.0127	0.0027	0.0000208	0.0000044
	Titik III	0.019	0.0147	0.0033	0.0000241	0.0000055
Q2	Titik I	0.026	0.0127	0.0020	0.0000285	0.0000045
	Titik II	0.026	0.0153	0.0033	0.0000344	0.0000075
	Titik III	0.026	0.0180	0.0047	0.0000404	0.0000105
Q3	Titik I	0.033	0.0127	0.0033	0.0000364	0.0000096
	Titik II	0.033	0.0153	0.0047	0.0000441	0.0000134
	Titik III	0.033	0.0180	0.0067	0.0000518	0.0000192

Sumber: hasil perhitungan





**Gambar 34:** Grafik gabungan sedimen melayang hubungan pada Q1, Q2, Q3 sebelum dan setelah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.

## **D. Pembahasan**

### **1. Koefisien Hambatan Ranting Pohon Pagar datar Bambu**

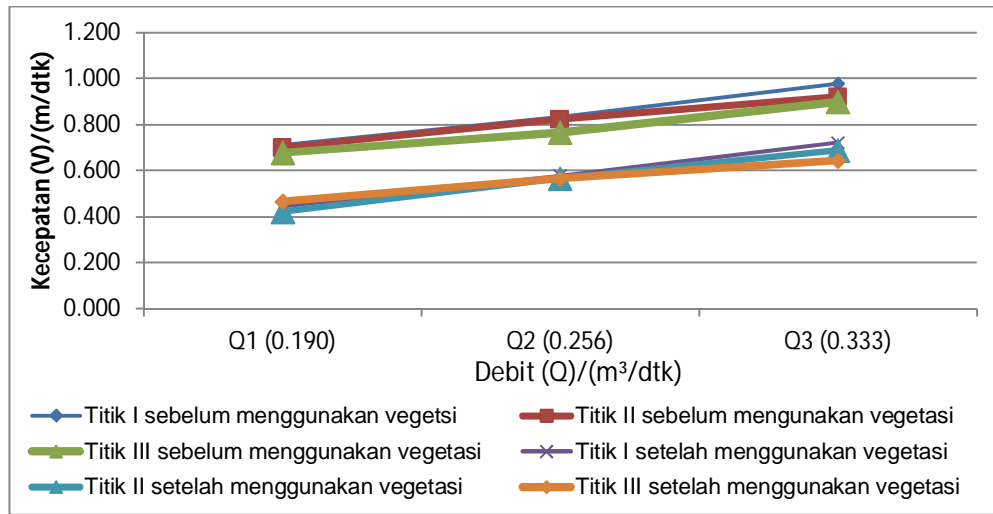
Berdasarkan dari hasil perhitungan yang diperoleh dari koefisien hambatan pada ranting pohon pagar datar dan bambu (drag koefisien  $\lambda$ ) sebesar 0,424

### **2. Volume Gerusan**

Berdasarkan hasil tabel 10 dan gambar 35 volume gerusan yang terjadi akibat pengaruh kecepatan sesudah dan sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, adapun nilai volume gerusan yang terendah *sebelum* menggunakan pagar datar pada Q1 di titik pengamatan I yaitu  $0,003 \text{ m}^3$ , kemudian nilai yang tertinggi pada Q3 di titik pengamatan II yaitu  $0,0597 \text{ m}^3$ . Sedangkan nilai volume gerusan yang terendah *sesudah* menggunakan pagar datar dan bambu pada Q1 di titik pengamatan I yaitu  $0,0008 \text{ m}^3$  dan nilai tertinggi sesudah menggunakan pagar datar dan bambu pada Q3 di titik pengamatan I yaitu  $0,0046 \text{ m}^3$ .

Maka dapat di simpulkan bahwa sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu mengalami penurunan debit sedimen melayang ( $Q_s$ ).

### **3. Kecepatan Aliran**



**Gambar 36:** Grafik hubungan antara debit dengan kecepatan sebelum dan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu.

Berdasarkan hasil tabel 10 dan gambar 36 besarnya kecepatan aliran akibat adanya sebelum dan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, maka nilai kecepatan yang terendah *sebelum* menggunakan pagar datar dan bambu pada Q1 di titik pengamatan III yaitu 0,678 m/dtk, kemudian nilai yang tertinggi pada Q3 di titik pengamatan I yaitu 0,978 m/dtk. Sedangkan nilai kecepatan yang terendah *sesudah* menggunakan batang pohon membujur pada Q1 di titik pengamatan II yaitu 0,422 m/dtk, kemudian nilai yang tertinggi pada Q3 di titik pengamatan I yaitu 0,722 m/dtk.

Maka dapat disimpulkan bahwa sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu mengalami perubahan kecepatan aliran.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai Koefisien hambatan pagar dan bambu sebesar 0,424. Pada kondisi aliran yang terjadi pada saat menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, menghasilkan kondisi aliran sub-kritis karena nilai dari masing-masing bilangan Froude kurang dari 1 ( $F < 1$ ).
2. Volume gerusan tebing pada sungai sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan jumlah debit suatu saluran akan tetapi hal tersebut dapat diminimalisir dengan menggunakan metode perkuatan tebing ranting pohon pagar datar dan bambu. Adapun nilai volume gerusan yang terendah sebelum menggunakan pagar datar pada Q1 di titik pengamatan I yaitu  $0,003 \text{ m}^3$ , kemudian nilai yang tertinggi pada Q3 di titik pengamatan II yaitu  $0,0597 \text{ m}^3$ . Sedangkan nilai volume gerusan yang terendah sesudah menggunakan pagar datar dan bamboo pada Q1 di titik pengamatan I yaitu  $0,0008 \text{ m}^3$  dan nilai tertinggi sesudah menggunakan pagar datar dan bamboo pada Q3 di titik pengamatan I yaitu  $0,0046 \text{ m}^3$ .

3. Dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bamboo pada tebing sungai berdampak pada pengurangan gerusan, dengan variasi debit  $Q_1=0,0190\text{m}^3/\text{dtk}$ ,  $Q_2=0,0260\text{m}^3/\text{dtk}$ ,  $Q_3=0,0333\text{m}^3/\text{dtk}$ . Sebelum menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu rata-rata kecepatan ( $v$ ) pada debit  $Q_1=0,696\text{m}/\text{dtk}$ ,  $Q_2=0,807\text{m}/\text{dtk}$ ,  $Q_3=0,933$  dengan perbandingan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu, rata-rata kecepatan ( $v$ ) pada  $Q_1=0,044\text{m}/\text{dtk}$ ,  $Q_2=0,570\text{m}/\text{dtk}$ ,  $Q_3=0,685\text{m}/\text{dtk}$ . Jadi yang paling optimal di gunakan pada sebelum dan sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bamboo dalam mengatasi pengurangan gerusan adalah sesudah menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu. Karena makin cepat kecepatan aliran makin mempengaruhi gerusan yang terjadi, tapi dengan adanya perkuatan atau perlindungan dengan menggunakan ranting pohon pagar datar dan bambu dapat mengurangi gerusan pada tebing sungai.

## **B. Saran**

Dari hasil penelitian yang kami lakukan selama 2 bulanya itu mulai dari bulan November sampai Desember adalah waktu yang begitu singkat bagi kami untuk meneliti agar proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik dan mencapai tujuan yang diinginkan maka disarankan:

1. Penelitian tentang perkuatan tebing sungai menggunakan ranting pohon pagar dan bambu ini perlu lebih dikembangkan lagi dengan menambahkan variasi debit agar kedalaman optimal dapat diketahui.
2. Untuk penelitian selanjutnya, perlu lebih dikembangkan lagi dengan berbagai variasi sudut pada belokan sungai.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dalam proses perencanaan pembuatan saluran harus lebih teliti lagi agar pada saat pengambilan data tidak terjadi kendala.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2004. *Hidrologidan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* .Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Alamenda.2010. Kerusakan Sungai dan Daerah Aliran Sungai Indonesia.<http://alamendah.wordpress.com/2010/08/12>.,diakses 23 Maret 2016, Pkl.23.00
- Arsyad, S.2006. *Konservasi Tanah dan Air*.IPB Pres. Bogor
- Laursen.1952.Gerusan Tebing sungai.diakses dari <http://jalilah-blog.blogspot.co.id/2012/03/gerusan-umum.html>
- Maryono, A., 1999: *Eko-Hidraulik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan Menanggulangi Banjir dan Kerusakan Lingkungan Wilayah Sungai*, GajahMada University Press, Yogyakarta.
- Morisawa .1985.Karakteristik aliran sungai.diakses dari <https://impact23.wordpress.com/2010/05/09/pola-aliran-sungai/>.,diakses pada 18 september 2016. Pkl 22.10
- Mulyanto. 2007: Pustaka Bahan Kuliah. <http://pustakabul.blogspot.co.id/2013/07/Defenisi> Pengertian Sungai. Html.,diakses 24 Maret 2016. Pkl 21.05
- Muryono, A., 1999: *Insein Und Deren Widerstand verhalten in Fliessgewasser* (Pulau dan Perilaku Resistensinya di perairan Alur Sungai), Thesis Ph.D. (Dr.-Ing), Fakultas Teknik dan pengukuran, Institute for Water Resources Management, Hydraulic, and Rural Engineering, Universitas of Karlsruhe, Karlsruhe.
- Pelindung-pelindung tebing sungai. diakses dari [http://www.academia.edu/12163182/tipetipe\\_struktur\\_pelindung\\_tebing\\_sungai](http://www.academia.edu/12163182/tipetipe_struktur_pelindung_tebing_sungai)
- Umi M dan Agus S.2002. Pengendapan (sedimentasi) Umi M dan Agus [Shttps://metohydrocean.wordpress.com/sedimentasi/](https://metohydrocean.wordpress.com/sedimentasi/)