

**SKRIPSI**

**PENGARUH KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP  
GERUSAN TEBING DI BELOKAN SUNGAI  
(STUDI EKSPERIMENTAL)**



Oleh :

ANITA  
105 81 2045 14

YAYU SULISTIAWATI  
105 81 2086 14

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2019**

**PENGARUH KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP  
GERUSAN TEBING BELOKAN SUNGAI  
(STUDI EKSPERIMENTAL)**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh**

**Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Makassar**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**ANITA  
105 81 2269 14**

**YAYU SULISTIAWATI  
105 81 2270 14**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2019**



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](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 Yayu Sulistiawati dengan nomor induk Mahasiswa 10581208614 dan Anita dengan nomor induk Mahasiswa 10581204514, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019..

Panitia Ujian :

Makassar, 04 Jumadil Akhir 1440 H  
09 Februari 2019 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Asyad Thaha, MT

2. Penguji

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

b. Sekretaris : Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

3. Anggota

1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, SP., PSDA

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

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

Mengetahui :

Pembimbing I

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

Pembimbing II

  
Amrullah Mansida, ST., MT

Dekan

  
Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT

NBM : 855 500



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](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 PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : PENGARUH KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP GERUSAN TEBING DI BELOKAN SUNGAI (Studi Eksperimental)

Nama : YAYU SULISTIAWATI

ANITA

No. Stambuk : 105 81 2086 14

105 81 2045 14

Makassar, 09 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT



Mengetahui,  
Ketua Program Studi

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT

NBM: 1183 084

# **PENGARUH KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP GERUSAN TEBING DI BELOKAN SUNGAI (STUDI EKSPERIMENTAL)**

**Anita<sup>1)</sup> dan Yuyu Sulistiawati<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
anita2772@gmail.com*

*<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
yayusulistiawatyy@gmail.com*

## **Abstrak**

Pengaruh jarak krib bambu tipe permeabel terhadap gerusan tebing di belokan sungai di bimbing oleh Abd. Rakhim Nanda dan Amrullah Mansida. Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan Gerusan tebing sungai menambah sedimentasi di dasar sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karakteristik aliran di daerah krib bamboo tipe permeable dan pengaruh pemasangan jarak krib bambu tipe permeable terhadap gerusan tebing di belokan sungai. Dari hasil penelitian menunjukkan besar volume gerusan setelah pemasangan krib untuk jarak 15 (t) 3 yaitu 0,00303 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00367 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00423 (m<sup>3</sup>). Dan untuk jarak 25 pada waktu (t) 3 yaitu 0,00482 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00542 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00614 (m<sup>3</sup>). Dan untuk jarak 35 pada waktu (t) 3 yaitu 0,00652 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00721 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00832 (m<sup>3</sup>). Pengaruh jarak krib permeable menunjukkan bahwa semakin besar jarak krib permeable maka jumlah volume gerusan (Vg) semakin besar. Hal ini diakibatkan karena krib mengalami agradasi dan degradasi di daerah krib dengan jarak yang cenderung lebih besar.

kata kunci : Permeabel, Jarak Krib, Sungai.

## **Abstract**

*The distance of the permeable type of bamboo crib on the scour of a cliff at the river bend guided by Abd. Rakhim Nanda and Amrullah Mansida. Damage to the Watershed (DAS) causes the erosion of river banks to add sedimentation to the riverbed. This study aims to determine the effect of flow characteristics in permeable type of bamboo crib and the effect of mounting the permeable type of bamboo crib on the scour of a cliff at a river bend. From the results of the study show the scour volume after installation of crib for the distance 15 (t) 3 which is 0.00303 (m<sup>3</sup>), at time (t) 6 which is 0.00367 (m<sup>3</sup>), at time (t) 9 which is 0.00423 (m<sup>3</sup>) And for the distance 25 at time (t) 3 which is 0.00482 (m<sup>3</sup>), at time (t) 6 which is 0.00542 (m<sup>3</sup>), at time (t) 9 which is 0.00614 (m<sup>3</sup>). And for the distance 35 at time (t) 3 which is 0.00652 (m<sup>3</sup>), at the time (t) 6 which is 0.00721 (m<sup>3</sup>), at time (t) 9 which is 0.00832 (m<sup>3</sup>). The distance of permeable crib angle shows that the greater the permeable crib distance, the greater the volume of scour (Vg). This is caused by the crib experiencing aggression and degradation in the area with a distance that tends to be larger.*

*keywords: Permeable, Krib Distance, River.*

## KATA PENGANTAR



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

Skripsi 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 adalah **“Pengaruh Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Belokan Sungai”**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi tugas akhir ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kukurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan – perhitungn. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi 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 terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta

pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

2. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak A. Makbul Syamsul, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr.Ir. H. Abd Rakhim Nanda, M.T. selaku Pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, S.T., M.T. 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. Anggota Sepenelitian, Juju, Iman, Kurni, Syafaat, Anita, Yayu, Gul, Budi, Novi, Atma, Akbar, Risman, Hairil, dan Erwin, atas *support* , bantuan dan kerja samanya hingga skripsi tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Saudara – saudaraku serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan VEKTOR 2014 yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

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

***“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat”.***

Makassar, ... ..... 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI SINGKATAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4



<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Sungai.....	6
1. Definisi Sungai.....	6
2. Morfologi Sungai .....	7
3. Perilaku Sungai .....	9
4. Bentuk – Bentuk Sungai .....	10
5. Struktur Sungai .....	11
B. Hidrolika Sungai .....	13
1. Sifat – sifat Aliran .....	14
2. Regime Aliran .....	17
3. Kecepatan Aliran.....	18
4. Debit Aliran.....	19
C. Hukum Dasar Model .....	22
1. Model Eksperimental .....	22
2. Metode Prototipe .....	22
3. Model Numerik .....	23
D. Distribusi Ukuran Butir.....	23
E. Proses Gerusan Tebing pada Tebing Sungai.....	25
F. Bangunan Krib .....	25
1. Definisi Krib .....	25
2. Konstruksi Krib.....	27
3. Klasifikasi Krib .....	29
4. Fungsi Krib .....	31

5. Perencanaan Krib .....	32
6. Formasi Krib .....	33
7. Dimensi Krib.....	34
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>41</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	41
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	41
C. Alat dan Bahan.....	42
1. Alat.....	42
2. Bahan.....	42
D. Variabel Penelitian .....	43
E. Tahapan Penelitian .....	43
1. Persiapan .....	43
2. Perencanaan Model .....	43
3. Pembuatan Model.....	47
4. Pengambilan Data .....	48
5. Metode Analisis .....	48
F. Bagan Alur Penelitian .....	50
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>51</b>
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian .....	51
B. Karakteristik Material Tanah .....	52
C. AnalisisData dan Debit Thompson .....	53
D. Perhitungan Karakteristik Aliran .....	54

E. Kontur Pola Gerusan pada Pemasangan Jarak Krib Permeabel .....	58
F. Analisis Pengaruh Jarak Pemasangan Krib Permeabel.....	61
<b>BAB V. KESIMPULAN .....</b>	<b>68</b>
G. Kesimpulan .....	68
H. Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	: Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai .....	8
Gambar 2	: Bentuk-bentuk sungai buatan maupun alamiah .....	10
Gambar 3	: Bentuk morfologi sungai dimodifikasi .....	12
Gambar 4	: Distribusi kecepatan aliran .....	29
Gambar 5	: Distribusi kecepatan aliran untuk beberapa bentuk saluran .....	29
Gambar 6	: Sekat Ukur Thompson atau V-notch .....	21
Gambar 7	:Konstruksi krib tiang pancang .....	27
Gambar 8	: Konstruksi krib rangka .....	27
Gambar 9	: Konstruksi krib blok beton .....	29
Gambar 10	: Konstruksikrib <i>permeable</i> .....	30
Gambar 11	: Konstruksikrib <i>impermeable</i> .....	30
Gambar 12	: Formasi Krib .....	34
Gambar 13	: Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir .....	13
Gambar 14	: DenahSaluran.....	44
Gambar 15	: Potongan Memanjang Saluran .....	44
Gambar 16	: Potongan MelintangSaluran.....	44
Gambar 17	: Model krib permeabel.....	45
Gambar 18	: Model Krib jarak 15 cm .....	45
Gambar 19	: Model Krib jarak 25 cm .....	45
Gambar 20	: Detail DenahSaluran .....	46
Gambar 21	: BaganAlur Penelitian.....	50
Gambar 22	: Gradasi Ukuran Butiran Tanah (Sampel) .....	53

Gambar 23 : Kontur Tanpa Krib Q1 .....	58
Gambar 24 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 35 cm Q1 .....	58
Gambar 25 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q1 .....	58
Gambar 26 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 15 cm Q1 .....	58
Gambar 27 : Kontur Tanpa Krib Q2.....	59
Gambar 28 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 35 cm Q2 .....	59
Gambar 39 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q2 .....	59
Gambar 30 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 15 cm Q2 .....	59
Gambar 31 : Kontur Tanpa Krib Q3.....	60
Gambar 32 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 35 cm Q3 .....	60
Gambar 33 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q3 .....	60
Gambar 34 : Kontur Pemasangan Krib Jarak 15 cm Q3 .....	60
Gambar 35 : Hubungan volume gerusan dengan jarak krib waktu pengaliran 3 menit .....	62
Gambar 36 : Hubungan volume gerusan dengan jarak krib waktu pengaliran 6 menit .....	63
Gambar 37 : Hubungan volume gerusan dengan jarak krib waktu pengaliran 9 menit.....	64
Gambar 38 : Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 3 menit pada variasi jarak .....	66
Gambar 39 : Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 6 menit pada variasi jarak .....	66
Gambar 40 : Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 9 menit pada variasi jarak .....	67

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1	: Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i> .....	14
Persamaan 2	: Menghitung Bilangan Bilanagan <i>Froude</i> .....	15
Persamaan 3	: Persamaan Menghitung Debit.....	18
Persamaan 4	: Persamaan Menghitung Debit dengan pintu Thompson.....	19
Persamaan 5	: Persamaan Jarak Antar Krib .....	29
Persamaan 6	: Persamaan <i>Chezy</i> .....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	: Klasifikasi Ukuran Butir menurut Wentworth .....	31
Tabel 2	: Tabel bazin untuk koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.....	36
Tabel 3	: Tabel Matriks Penelitian Terdahulu .....	40
Tabel 4	: Hasil Perhitungan Analisa Saringan.....	52
Tabel 5	: Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson .....	53
Tabel 6	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) Tanpa Pemasangan Krib Permeabel .....	54
Tabel 7	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Permeabel jarak 15 cm .....	54
Tabel 8	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Permeabel jarak 25 cm .....	54
Tabel 9	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Permeabel jarak 45 cm .....	55
Tabel 10	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) Tanpa Pemasangan Krib Permeabel .....	55
Tabel 11	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan Krib Permeabel jarak 15 cm .....	55
Tabel 12	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan Krib Permeabel jarak 25 cm .....	56
Tabel 13	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan Krib Permeabel jarak 45 cm .....	56
Tabel 14	: Rekapitulasi Perhitungan bilangan <i>Froude</i> dan <i>Reynold</i> pada variasi jarak.....	57
Tabel 15	: Rekapitulasi volume gerusan dengan jarak krib permeabel .....	61
Tabel 16	: Rekapitulasi volume gerusan dengan debit aliran .....	65

## DAFTAR NOTASI SINGKATAN

Re	= Bilangan <i>Reynolds</i>
Fr	= Bilangan <i>Froude</i>
$\mu$	= Karakteristik Kecepatan Aliran
$\rho$	= Kerapatan Air dengan Satuan
Q	= Debit Aliran
V	= Kecepatan Aliran
A	= Luas Penampang
Cd	= Koefisien Debit Thompson ( $\approx 0,6$ )
$\theta$	= Sudut V- <i>Notch</i> (Thompson = $90^\circ$ )
g	= Percepatan gravitasi ( $\approx 9,8$ )
y	= Kedalaman air
L	= Jarak Antar Krib
$\alpha$	= Parameter Empiris ( $\approx 0,6$ )
C	= Koefisien <i>Chezy</i>
D	= Diameter Saluran
h	= Tinggi Saluran
R	= Jari – jari Hidrolis
$\gamma_B$	= Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.
T	= Tinggi Krib
Lb	= Panjang Krib
Vg	= Volume Gerusan



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Indonesia memiliki sangat banyak sungai dan anak-anak sungai yang memiliki potensi untuk menyediakan sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat. Saat ini Indonesia memiliki sedikitnya 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.537 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km<sup>2</sup>. Selain mempunyai fungsi hidrologis, sungai juga memiliki peran penting dalam menjaga keanekaragaman hayati, nilai ekonomi, budaya, transportasi, dan lainnya. (A. Abd. Rahim, 2017).

Sungai merupakan suatu saluran terbuka yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi dimana air mengalir dengan muka air bebas. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dan yang lainnya, seperti halnya sungai yang bercabang dan berkelok-kelok. Sungai ini sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, sehingga perlu dijaga agar tetap berada pada kondisi yang baik.

Kerusakan Daerah aliran sungai (DAS) yang terjadi sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan, penambahan jumlah penduduk serta kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan daerah aliran sungai.

Erosi yang terjadi di sungai adalah erosi pada tebing sungai (*river bank erosion*). Jika batuan penyusun tebing sungai tidak kompak maka pengikisan tanah sangat mudah terjadi dan dalam jangka yang panjang dapat mengakibatkan kelongsoran (Putri Restu Barokah, 2017).

Gerusan tebing sungai menambah sedimentasi di dasar sungai yang menyebabkan berkurangnya luas penampang sungai, pada saat terjadi debit banjir maka air akan meluap dan dapat membahayakan area disekitar pinggir sungai (Azrul Aman & Lisdiana, 2017).

Pengendalian gerusan sungai yang ada kebanyakan berupa bangunan yang mahal, masif dan tidak alami, selain itu dapat bersifat merusak, maka pengendalian gerusan sungai yang cocok adalah dengan berwawasan lingkungan salah satunya menggunakan bangunan krib yang terbuat dari batang pohon bambu dimana sangat murah, menggunakan bahan setempat dan alami sehingga harmonis dengan lingkungan sekitarnya.

Dengan pemasangan krib pada sungai maka akan terjadi suatu perubahan pola aliran, begitu pula dengan jarak pemasangan krib akan berpengaruh pada karakteristik aliran dan gerusan tebing sungai. Karena kajian ini menitikberatkan pada pembahasan mengenai pengaruh jarak pemasangan krib berwawasan lingkungan dengan vegetasi setempat, maka dari itu penulis akan mengadakan penelitian dengan judul: "*Pengaruh Krib Bambu Type Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Di Belokan Sungai (Uji Eksperimental)*".

## **B. Rumusan Masalah**

- 1) Bagaimana karakteristik aliran di daerah bangunan krib bambu?
- 2) Bagaimana pengaruh pemasangan jarak krib bambu terhadap gerusan tebing di belokan sungai?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pada rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1) Mengetahui karakteristik aliran di daerah bangunan krib bambu.
- 2) Mengetahui pengaruh pemasangan jarak krib bambu terhadap gerusan tebing di belokan sungai.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya bagi penulis tentang cara penanggulangan gerusan tebing sungai menggunakan vegetasi setempat seperti batang pohon bambu.
- 2) Dapat digunakan oleh pihak pemerintah dalam menanggulangi gerusan tebing sungai menggunakan bangunan krib permeabel dengan konsep ramah lingkungan.
- 3) Dari penelitian ini dapat dipahami pentingnya menjaga perubahan morfologi sungai.

## **E. Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan variasi jarak krib yang optimal dalam penelitian tentang bangunan krib menggunakan bambu maka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bangunan krib terbuat dari batang pohon bambu.
- 2) Tipe krib yang digunakan adalah krib permeable (lolos air).
- 3) Debit yang divariasikan.
- 4) Pemasangan krib permeabel diletakkan pada tikungan bagian luar saluran.
- 5) Variasi jarak bangunan krib permeabel yaitu 15 cm, 25cm, dan 35cm.
- 6) Media dalam penelitian ini adalah saluran terbuka dengan bentuk trapesium.
- 7) Menggunakan tanah timbunan sebagai model saluran.

## **F. Sistematika Penulisan**

**Bab I PENDAHULUAN** yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**Bab II KAJIAN PUSTAKA** yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori tentang sungai, hidrolika sungai, proses erosi

pada tebing sungai, penanggulangan gerusan tebing sungai dengan vegetasi, bangunan krib dan matriks penelitian terdahulu.

**Bab III METODE PENELITIAN** yang berisi tentang metode penelitian yang terdiri atas waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian, gambar desain krib, dan bagan alur penelitian.

**Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN** yang berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang analisa mengenai karakteristik aliran dangerusan pada tebing sungai dengan adanya krib permeabel pada tikungan sungai.

**Bab V PENUTUP** yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian ini, serta saran-saran dari penulis.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

##### **1. Defenisi Sungai**

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar dibagian hilir. Air hujan yang jatuh diatas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur-alur kecil, kemudian menjadi alur-alur sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut ( Joerson Loebis, dkk,1993)

Defenisi diatas merupakan defenisi sungai yang alami, sedangkan menurut Undang-undang tentang peraturan pemerintah RI Nomor 35 Tahun 1991 tentang sungai yaitu dalam peraturan pemerintah pasal 1 ayat 1 ini yang dimaksud dengan sungai adalah suatu 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.

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Andi Abd. Rahim 2017 adalah saluran dimana air mengalir dengan

muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

Sedangkan undang-undang persungai Jepang menjelaskan mengenai daerah sungai sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008):

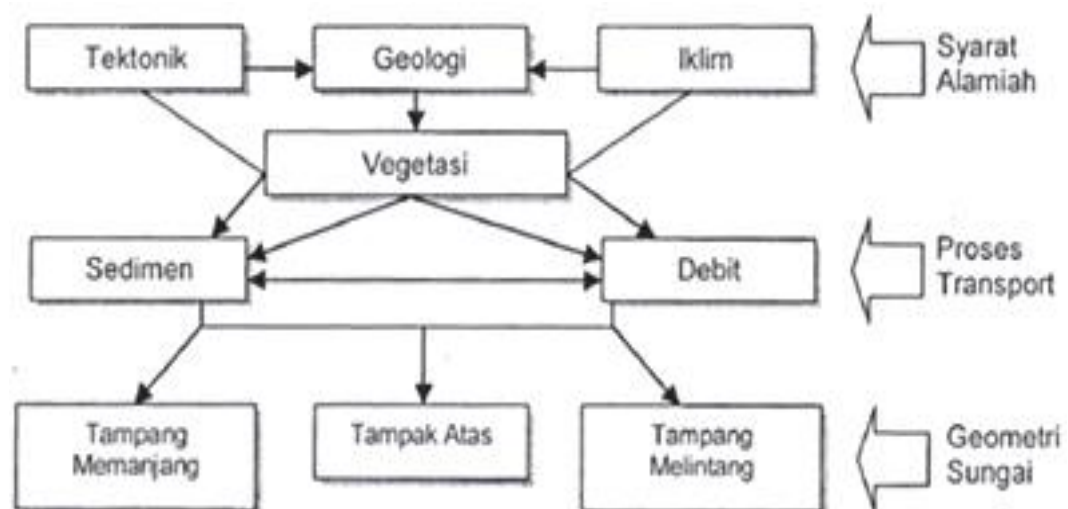
- 1) Suatu daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus.
- 2) Suatu daerah yang topografinya, keadaan tanamannya dan keadaan lainnya mirip dengan daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus-menerus termasuk tanggul sungai, tetapi tidak termasuk bagian daerah yang hanya secara sementara memenuhi keadaan tersebut diatas, yang disebabkan oleh banjir atau peristiwa alam lainnya.

## **2. Morfologi Sungai**

Faktor dominan yang berpengaruh terhadap pembentukan permukaan bumi adalah aliran air, termasuk di dalamnya sungai permukaan. Aliran air ini melintasi permukaan bumi dan membentuk alur aliran sungai atau *morfologi sungai* tertentu. Morfologi sungai tersebut menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik - hidrologi, hidraulika, sedimen, dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi - flora dan fauna) daerah yang dilaluinya.

Faktor yang berpengaruh terhadap morfologi sungai tidak hanya faktor abiotik dan biotik namun juga campur tangan manusia dalam aktivitasnya mengadakan pembangunan-pembangunan di wilayah sungai (sosia-antropogenik). Pengaruh campur tangan manusia ini dapat mengakibatkan perubahan morfologi sungai yang jauh lebih cepat daripada pengaruh alamiah biotik dan abiotik saja.

Mangelsdorf & Scheuermann (1980) dalam Agus Maryono 2009 mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur morfologi sungai selain sosia-antropogenik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hubungan antara faktor-faktor tersebut disajikan pada grafik dibawah ini. Proses tektonik, adanya geografi tanah dan batuan, perubahan iklim, serta vegetasi merupakan syarat awal terjadinya alur morfologi sungai.



Gambar 1. Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai (Mangelsdorf & Scheuermann, 1980 dalam Agus Maryono. 2009)



### 3. Perilaku Sungai

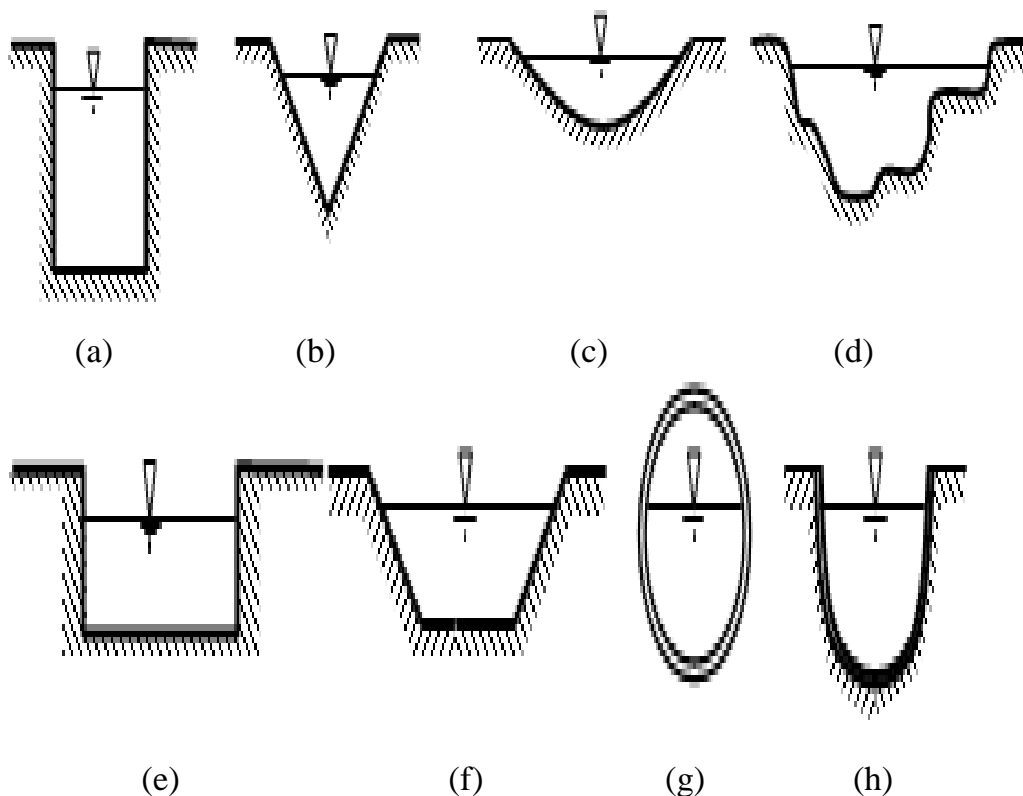
Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai (Suyono Sosrodarsono, dkk, 2008). Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai. Karena di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan. Karena itu ukuran butiran sedimen yang mengendap di bagian hulu sungai lebih besar dari pada bagian hilirnya.

Dengan terjadinya perubahan kemiringan yang mendadak pada saat alur sungai ke luar dari daerah pegunungan yang curam dan memasuki dataran yang lebih landai, maka pada lokasi ini terjadi proses pengendapan yang sangat intensif yang menyebabkan mudah berpindahannya alur sungai dan berbentuk apa yang disebut kipas pengendapan. Pada lokasi tersebut sungai bertambah lebar dan dangkal, erosi dasar sungai tidak lagi dapat terjadi, bahkan sebaliknya terjadi penendapan yang sangat intensif. Dasar sungai secara terus menerus naik, dan sedimen yang hanyut terbawa arus banjir, bersama dengan luapan air banjir tersebar dan mengendap secara

luas membentuk dataran alluvial. Pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif, sehingga terbentuklah meander.

#### 4. Bentuk – bentuk Sungai

Bentuk – bentuk sungai dalam Bambang Hardianto, dkk. (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah a) segiempat b) segitiga c) setengah elips d) tak beraturan e) persegi panjang f) trapezium g) lingkaran h) setengah lingkaran (<http://teknikmesinunisma.blogspot.com/2015/05/>)



dipelajari melalui bagian-bagian dari sungai, yang disebut dengan istilah struktur sungai. Struktur sungai dapat dilihat dari tepian aliran sungai (tanggul sungai), alur bantaran, bantaran sungai dan tebing sungai, yang secara rinci diuraikan sebagai berikut:

1) Alur dan tanggul sungai

Alur sungai adalah bagian dari muka bumi yang selalu berisi air yang mengalir yang bersumber dari aliran limpasan, aliran *sub surface run-off*, mata air di bawah tanah (*base flow*).

2) Dasar dan gradien sungai

Dasar sungai sangat bervariasi dan sering mencerminkan batuan dasar yang keras. Jarang ditemukan bagian yang rata, kadangkala bentuknya bergelombang, landai atau dari bentuk keduanya sering terendapkan material yang terbawa oleh aliran sungai (endapan lumpur). Tebal tipisnya dasar sungai sangat dipengaruhi oleh batuan dasarnya.

3) Bantaran sungai

Bantaran sungai merupakan bagian dari struktur sungai yang sangat rawan. Terletak antara badan sungai dengan tanggul sungai, mulai dari tebing sungai hingga bagian yang datar. Peranan fungsinya cukup efektif sebagai penyaring (*filter nutrient*), menghambat aliran permukaan dan pengendali besaran laju erosi. Bantaran sungai merupakan habitat tetumbuhan yang spesifik, yaitu tetumbuhan yang komunitasnya tertentu mampu mengendalikan air pada saat musim hujan dan kemarau.

#### 4) Tebing sungai

Bentang alam yang menghubungkan antara dasar sungai dengan tanggul sungai disebut dengan “tebing sungai”.Tebing sungai umumnya membentuk lereng atau sudut lereng, yang tergantung dari medannya. Semakin terjal akan semakin besar sudut lereng yang terbentuk. Tebing sungai merupakan habitat dari komunitas vegetasi riparian, kadangkala sangat rawan longsor karena batuan dasarnya sering berbentuk cadas.

### **B. Hidrolika Sungai**

Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka, menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificia*)(Ven Te Chow.1992dalam Rosalina Nensi. E.V).

Saluran alam meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari anak selokan kecil di pegunungan, selokan kecil, kali, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai.Aliran air di bawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah.

Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya sangat tidak menentu.Dalam beberapa hal dapat dibuat anggapan pendekatan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengalaman sesungguhnya sedemikian rupa, sehingga persyaratan aliran pada saluran ini dapat

diterima untuk menyelesaikan analisa hidrolika teoritis. Studi selanjutnya tentang perilaku aliran pada saluran alam memerlukan pengetahuan dalam bidang lain, seperti hidrologi, geomorfologi, angkutan sedimen dan sebagainya. Hal ini merupakan ilmu tersendiri yang disebut hidrolika sungai.

## **1. Sifat-sifat Aliran**

### 1) Aliran Seragam dan tak seragam

Aliran saluran terbuka dikatakan seragam apabila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Dapat bersifat tetap dan tidak tetap tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Sedangkan aliran disebut berubah (*varied*), bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran. Aliran berubah dapat bersifat tetap maupun tak tetap (Ven Te Chow.1992dalam Rosalina Nensi. E.V).

### 2) Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran adalah laminer bila gaya kekentalan relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku cairan. Dalam aliran laminer butir-butir air seolah-olah bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur dan lurus dan selapis cairan yang sangat tipis seperti menggelincir diatas lapisan disebelahnya. Sedangkan aliran turbulen adalah bila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya kelembamannya. Pada aliran turbulen, butir-

butir aliran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun tidak tetap, walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan (Ven Te Chow.1992dalam Rosalina Nensi. E.V)

Menurut ilmu mekanika fluida aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalannya (*viscous forces*) menjadi tiga bagian, yaitu: aliran laminar, aliran transisi, dan aliran turbulen (French, dalam Robert J. Kodatie 2009). Variable yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai :

$$R_e = \frac{VL}{\nu} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

$R_e$  = Angka Reynold

$V$  = Kecepatan aliran (m/det)

$L$  = Panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas  $L = R$ .

$R$  = Jari – jari hidrolis saluran (m)

$\nu$  = Viskositas kinematik ( $m^2/det$ )

Beberapa penelitian disimpulkan bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka adalah:

$R < 500$  = Aliran laminar

$500 < R < 12,500$  = Aliran transisi

$R > 12,500$  = Aliran turbulen

### 3) Aliran kritis, subkritis, dan superkritis

Aliran dapat dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitude kecil. Gelombang gravitasi dapat dibandingkan dengan merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan kritis, maka aliran disebut sub kritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar dari pada kecepatan kritis, maka alirannya disebut superkritis.

Apabila yang diinginkan adalah besarnya perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dan gaya-gaya gravitasi maka aliran dapat dibagi menjadi:

#### (1) Aliran Kritis

Apabila  $F_R = 1$ , berarti gaya-gaya kelembaman dan gaya gravitasi seimbang dan aliran disebut dalam aliran kritis.

#### (2) Aliran Sub kritis

Apabila  $F_R < 1$ , berarti gaya gravitas menjadi dominan dan aliran dalam keadaan aliran subkritis.

#### (3) Aliran Super kritis

Apabila  $F_R > 1$ , berarti 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 :

$$F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gy}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$F_R$  = Angka Froude

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

y = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

## 2. Regime Aliran

Regime aliran yang mungkin terjadi pada saluran terbuka(A.A.Rahim, 2017) adalah sebagai berikut:

### a. Subkritis-Laminer

Apabila nilai biangan Froude lebih kecil daripada satu dan nilai bilangan Reynolds berada pada rentang laminer.

### b. Superkritis-Laminer

Apabila nilai bilangan Froude lebih besar daripada satu dan nilai bilangan Reynolds berada pada rentang laminer.

### c. Superkritis-Tubulen

Apabila nilai bilangan Froude lebih besar daripada satu dan nilai bilangan Reynolds berada pada rentang laminer.

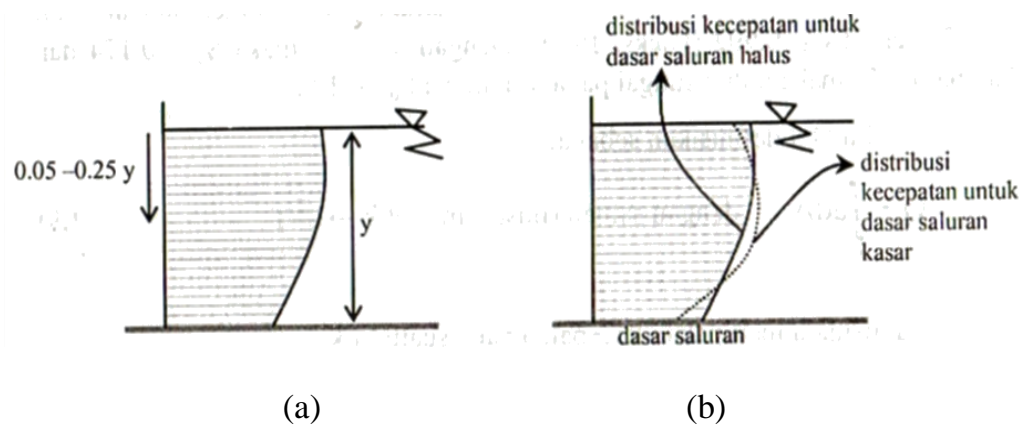
#### d. Subkritis-Turbulen

Apabila nilai bilangan Froude lebih kecil daripada satu dan nilai bilangan Reynolds berada pada rentang turbulen.

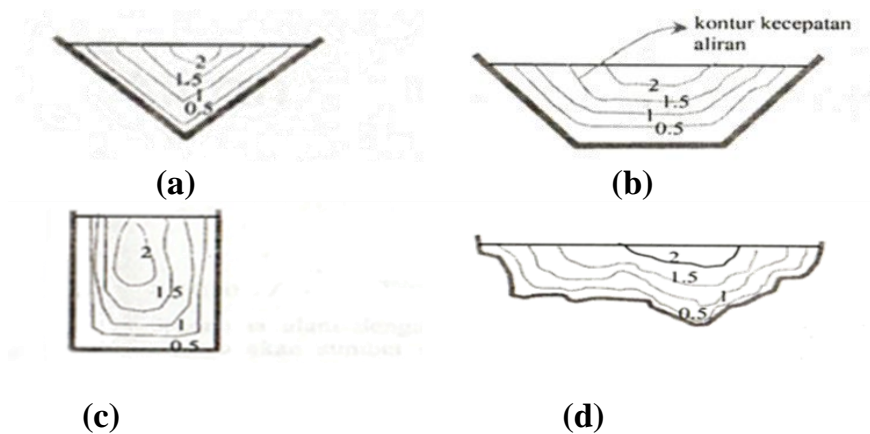
### 3. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air dan juga akibat gaya gesekan pada dinding saluran (dasar maupun tebing saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Addison, 1944; Chow 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009).Ketidakseragaman ini juga disebabkan oleh bentuk tampang melintang saluran, kekasaran saluran dan lokasi saluran (saluran lurus atau pada belokan).

Selanjutnya Chow mengatakan bahwa kecepatan maksimum umumnya terjadi pada jarak 0,05 sampai 0,25 dikalikan kedalaman airnya dihitung dari permukaan air seperti pada gambar (4.a). Namun pada sungai yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maksimum terjadi pada permukaan air (Addison, 1994 dalam Robert. J Kodatie, 2009).Makin sempit saluran kecepatan maximumnya makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi distribusi kecepatan seperti ditunjukkan pada gambar (4.b).



Gambar 4. Distribusi kecepatan aliran (a) jarak kecepatan air maksimum dan (b) efek kekasaran dasar saluran (Addison.1944;Chow.1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009)



Gambar 5. Distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk saluran. (a) saluran segitiga (b) saluran trapezium (c) saluran persegi panjang (d) saluran alam (Chow,1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009)

#### 4. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $\text{m}^3/\text{det}$ ) (Chay Asdak, 2014).

Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat kategori (Gordon et al, 1992 dalam Chay Asdak, 2014):

- 1) Pengukuran volume air sungai (saluran).
- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:

$$Q=V.A \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

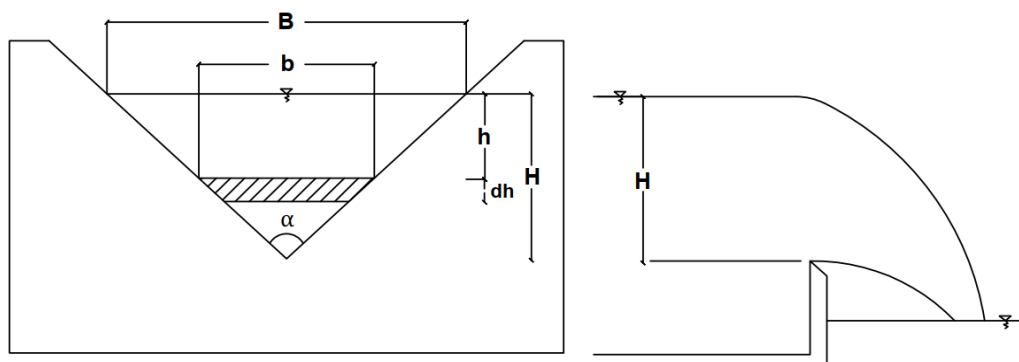
Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).

- 4) Pengukuran debit dengan Alat ukur Pintu Thompson



Gambar 6. Sekat Ukur Thompson atau V-notch(Bambang Triatmodjo, 2015)

Dari Gambar tersebut, lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

Dipandang suatu pias setebal  $dh$  pada jarak  $h$  dari muka air. Panjang pias tersebut adalah :

$$b = 2 (H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

$$\text{Luas pias : } dA = 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dh$$

Seperti didalam penurunan rumus aliran melalui peluap segitiga, kecepatan air melalui pias :  $V = \sqrt{2gh}$

$$\text{Debit aliran melalui pias : } dQ = Cd \, 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dh \sqrt{2gh}$$

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalui peluap:

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H-h) h^{1/2} dh$$

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \int_0^H Hh^{1/2} - h^{3/2} dh$$

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \left[ \frac{2}{3} Hh^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H$$

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \left( \frac{2}{3} H^{5/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right)$$

$$Q = \frac{8}{15} Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} H^{5/2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

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

$H$  = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

$\theta$  = Sudut V- Notch (Thompson =  $90^\circ$ )

$Cd$  = Koefisien Thompson ( $Cd = 0,62$ )

$g$  = Percepatan gravitasi ( $9,8 m/det^2$ )

## **C. Hukum Dasar Model**

### **1. Model Eksperimental**

Eksperimen laboratorium menurut Moh. Nasir, Ph.D (1988) dalam skripsi Yuni Cahya, 2012 observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembanding.

Variabel Bebas(Variabel *Independen*)merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Sedangkan Variabel Terikat (*Dependen*) adalah Variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono ,2017)

### **2. Model Prototipe**

Menurut Bambang Triatmodjo, 2015 dalam buku Hidrolika II Konsep dasar pemodelan dengan bantuan skala model adalah membentukkembali masalah atau fenomena yang ada di prototipe dalam skala yang lebihkecil,sehingga fenomena yang terjadi di model akan

sebangun (mirip) dengan yang adadi prototipe. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupasebangun geometrik,sebangun kinematik dan sebangun dinamik.

### **3. Model Numerik**

Model numerik adalah teknik untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan persamaan matematika yang diformulasikan sehingga mendapatkan solusi berupa oprtasi aritmatika. Meskipun terdapat bermacam – macam jenis perhitungan numerik, perhitungan numerik memiliki satu karakteristik yaitu, selalu melibatkan persamaan yang banyak berkaitan dengan perhitungan aritmatika (Chapra, 1998 dalam skripsi Adhie Kurnia, 2011)

#### **D. Distribusi Ukuran Butir**

Klasifikasi ukuran butir dibedakan menjadi lempung (*clay*), lumpur (*Slit*), pasir (*sand*), kerikil (*gravel*), koral (*pebble*), atau kerakal (*cabbles*), dan batu (*boulders*). Menurut Wentworth klasifikasi berdasar ukuran butir dapat disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Butir menurut Wentworth

Klasifikasi		Diameter partikel (mm)
Berangkal	Sangat besar	4096 – 2048
	Besar	2048 – 1024
	Sedang	1024 – 512
	Kecil	512 – 256
Kerakal	Besar	256 – 128
	Kecil	128 – 64
Koral (Kerikil besar)	Sangat besar	64 – 32
	Kasar	32 – 16
	Sedang	16 – 8
	Halus	8 – 4
Kerikil		4-2
Pasir	Sangat besar	2 – 1
	Kasar	1 – 0,5
	Sedang	0,5 – 0,25
	Halus	0,25 – 0,125
	Sangat Halus	0,125 – 0,062
Lumpur	Kasar	0,062 – 0,031
	Sedang	0,031 – 0,016
	Halus	0,016 – 0,008
	Sangat Halus	0,008 – 0,004
Lempung	Kasar	0,004 – 0,002
	Sedang	0,002 – 0,001
	Halus	0,001 – 0,0005
	Sangat Halus	0,0005 – 0,00024

Sumber : Muhammad Arsyad Thaha (2006)



## **E. Proses Gerusan pada Tebing Sungai**

Dalam Buku Ajar Morfologi Sungai Amrullah Mansida (2015) Erosi adalah suatu proses pengikisan atau terkelupasnya partikel – partikel tanah. Proses erosi terdiri dari atas tiga bagian yaitu pengelupasan (*dataachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*). Beberapa tipe erosi permukaan yang sering dijumpai didaerah tropis yaitu, erosi percikan (*splash erosion*), erosi kulit (*sheet erosion*), erosi alur (*rill erosion*), erosi parit (*gully erosion*) dan erosi tebing sungai (*streambank erosion*).

Gerusan tebing sungai adalah pengikisan tanah pada tebing – tebing sungai dan penggerusan dasar sungai oleh aliran air sungai. Dua proses berlangsungnya erosi tebing sungai adalah oleh adanya gerusan aliran sungai dan oleh adanya longsoran tanah pada tebing sungai. Proses yang pertama berkorelasi dengan kecepatan aliran sungai. Semakin cepat laju aliran sungai (debit puncak atau banjir) semakin besar kemungkinan terjadi erosi tebing.

## **F. Bangunan Krib**

### **1. Defenisi Krib**

Problem perbaikan alur sungai yang berubah karena terjadi erosi dan sedimentasi, tidak dapat diselesaikan secara teoritis, karena karakteristik alirannya yang sangat kompleks (Jansen dkk, dalam M. Haris,

2013). Pengujian model dan formulasi empirik merupakan alat utama yang digunakan untuk merencanakan perbaikan sungai.

Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan krib yang berfungsi untuk mengarahkan aliran dan menghindarkan kuat arus dari sepanjang tepi sungai, termasuk pada belokan sungai perlindungan semacam ini merupakan perlindungan tak langsung.

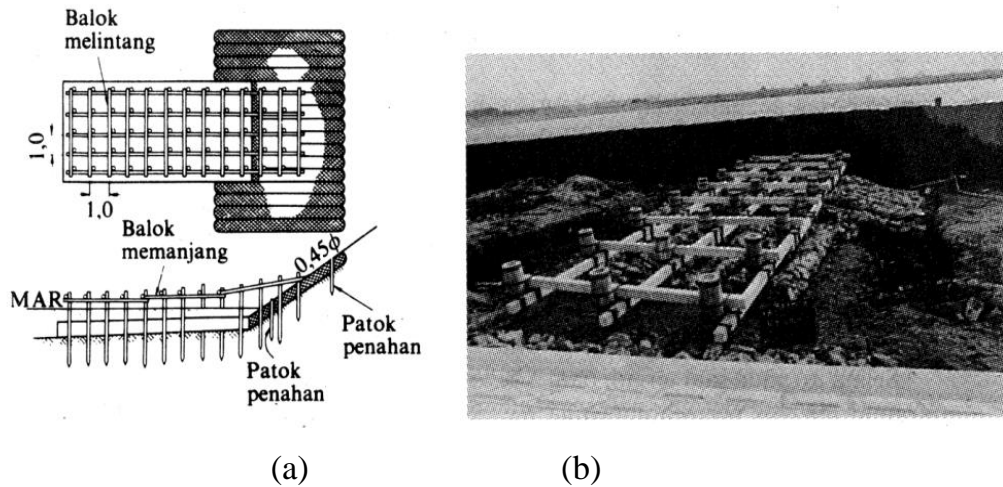
Krib adalah bangunan yang dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai dan tujuan utamanya adalah (Suyono Sosrodarsono, dkk, 2008):

- 1) Mengatur arah arus sungai
- 2) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
- 3) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- 4) Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.

## **2. Konstruksi Krib**

- 1) Krib tiang pancang

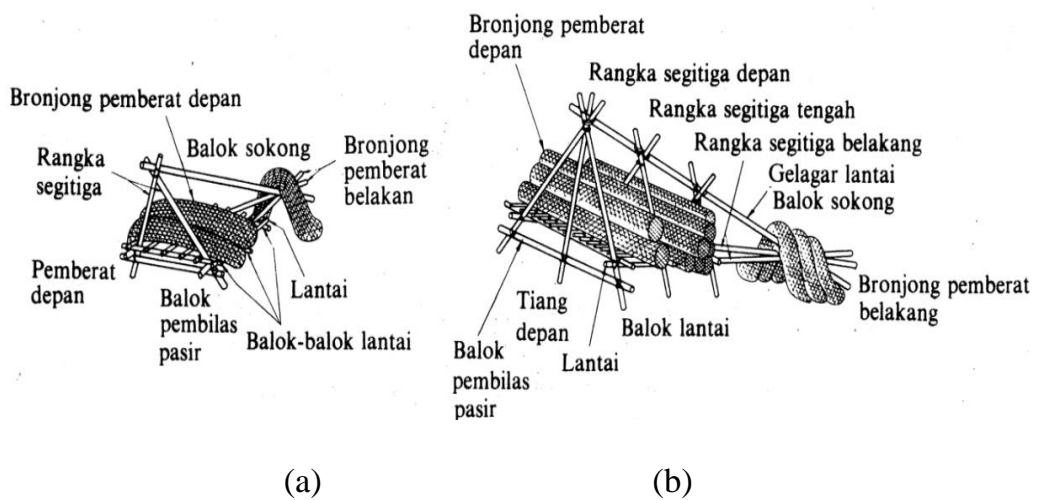
Krib tiang pancang dapat digunakan baik untuk krib memanjang maupun krib melintang. Konstruksinya sangat sederhana dan dapat meningkatkan proses pengendapan serta sangat cocok untuk sungai tidak berarus deras arusnya.



Gambar 7. Konstruksi krib pancang (a) Konstruksi Krib Tiang Pancang (b) Krib Tiang Pancang/Lokasi Pekerjaan Kering (Suyono Sosrodarsono, 2008).

2) Krib rangka

Krib rangka adalah krib yang cocok untuk sungai-sungai yang dasarnya terdiri dari lapisan batu atau krikil yang sulit dipancang dan krib rangka ini mempunyai kemampuan bertahan yang lebih besar terhadap arus sungai dibandingkan dengan krib tiang pancang.



Gambar 8. Konstruksi krib rangka (a) krib rangka pyramid (ukuran kecil) dan (b) krib rangka besar (Suyono Sosrodarsono, 2008).



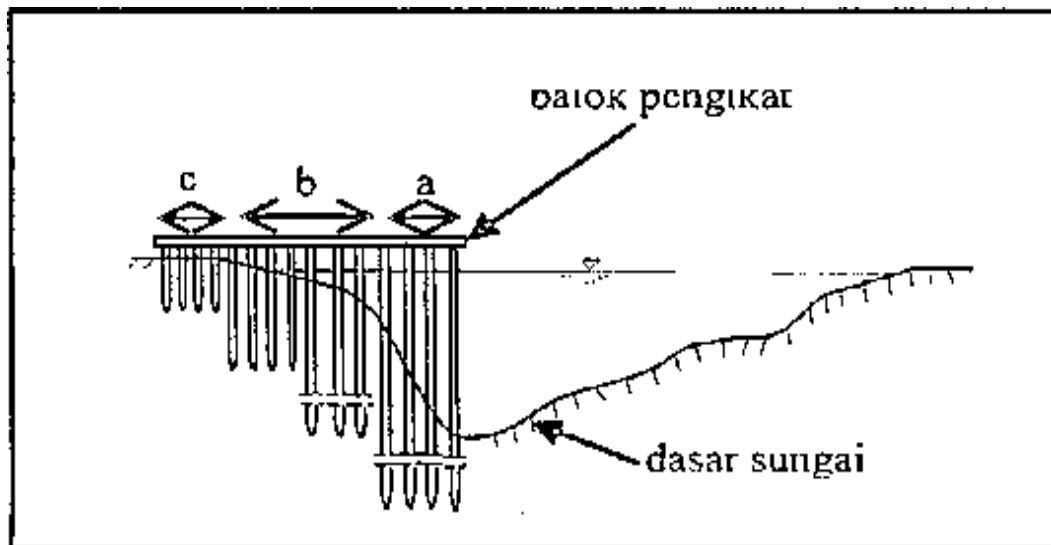
4) Krib harus dibuat secara benar karena bangunan air ini secara aktif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif. Sebaliknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing di seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan. Selain itu, Kegagalan konstruksi krib dapat disebabkan oleh adanya arus air yang masih cukup kuat disekitar krib, sehingga menimbulkan gerusan dasar atau tebing disekitar krib.

### 3. Klasifikasi Krib

Secara garis besarnya terdapat 3 tipe konstruksi krib yaitu: tipe *permeabel (permeabel type)* dimana air sungai dapat mengalir melalui krib tersebut, tipe *impermeable(impermeabel type)* dimana air sungai tidak dapat mengalir melalui krib tersebut dan tipe *semi-permeabel (combined of both the permeabel type and the impermeabel type)*. Berdasarkan formasinya, krib dapat diklasifikasikan ke dalam 2 tipe, yaitu tipe silang (*transversal type*) dan tipe memanjang (*longitudinal type*).

#### 1) Krib *permeable*

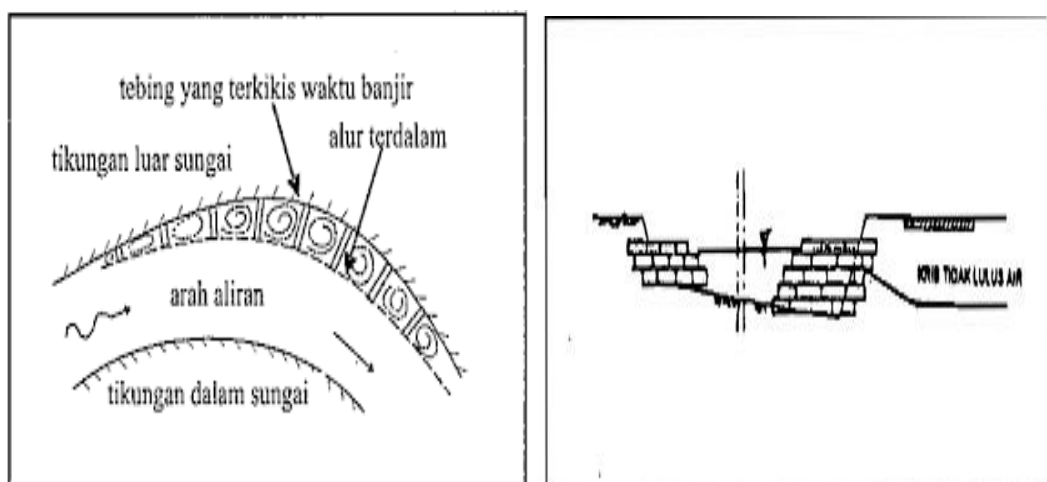
Pada tipe *permeable* air dapat mengalir melalui krib (*permeable spur*). Krib permeabel tersebut melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran tersebut.



Gambar 10. Konstruksi krib *permeable* (<http://civilersc09.files.wordpress.com>)

## 2) Krib *impermeable*

Krib dengan konstruksi tipe *impermeabel* yang disebut pula krib padat, karena air sungai tidak dapat mengalir melalui tubuh krib. Krib tipe ini dipergunakan untuk membelokkan arah arus sungai dan karenanya sering terjadi gerusan yang cukup dalam di depan ujung krib tersebut atau bagian sungai di sebelah hilirnya.



Gambar 11. Konstruksi krib *impermeable* (<http://civilersc09.files.wordpress.com>)

### 3) Krib *semi-permeable*

Krib *semi-permeable* ini berfungsi ganda yaitu sebagai krib *permeable* dan krib padat. Biasanya bagian yang padat terletak disebelah bawah dan berfungsi pula sebagai pondasi, sedang bagian atasnya merupakan konstruksi yang permeabel disesuaikan dengan fungsi dan kondisi setempat.

### 4) Krib-krib silang dan memanjang

Krib yang formasinya tegak lurus atau hampir tegak lurus arah arus sungai dapat merintang aris tersebut dan dinamakan krib melintang (*transversal dyke*), sedang krib yang formasinya hampir sejajar arah arus sungai disebut krib memanjang (*longitudinal dyke*).

## **4. Fungsi Krib**

Krib dibangun untuk merubah arah arus sungai sehingga arah arus utama akan bergeser menjauhi tepi tikungan luar sungai, dengan demikian juga akan mengurangi kecepatan aliran pada tebing sungai dan kaki tanggul dan berguna untuk melindungi bahaya gerusan pada tebing sungai serta agar terjadi endapan pada tebing sungai tersebut. Disamping itu juga berfungsi untuk memperbaiki maupun mengatur lebar palung sungai dan kedalaman air yang dibutuhkan serta melindungi bangunan pengambilan yang membutuhkan konsentrasi aliran air (M. Haris, 2013).

## 5. Perencanaan krib

Dalam mempersiapkan perencanaan (*planning*) Krib, maka denah, bentuk memanjang, debit air sungai, kecepatan arus sungai, bahan-bahan dasar sungai haruslah disurvei, dipelajari dan ditelaah secara mendalam dan tipe krib serta metode pembuatannya ditetapkan secara empiris dengan memperhatikan pengalaman-pengalaman pada krib-krib yang telah dibangun diwaktu-waktu yang lalu.

Secara umum, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses perencanaan krib-krib adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008):

- 1) Mengingat metode pembuatan krib-krib sangat tergantung dari resim sungainya perlu diperoleh data mengenai pengalaman pembuatan krib pada sungai yang sama atau yang hampir sama, kemudahan pelaksanaannya dan besarnya pembiayaan.
- 2) Pada sungai-sungai yang terlalu lebar dan untuk mengurangi turbulensi aliran, maka permukaan air sungai normalnya harus dinaikkan sedemikian rupa dengan krib yang panjang, akan tetapi panjangnya harus dibatasi secukupnya, karena krib yang terlalu panjang disamping biaya pembangunannya lebih tinggi, pemeliharannya akan lebih mahal dan lebih sulit.
- 3) Jika krib yang akan dibangun antara lain untuk melindungi tebing sungai terhadap pukulan air, maka panjang krib sepanjang ini harus

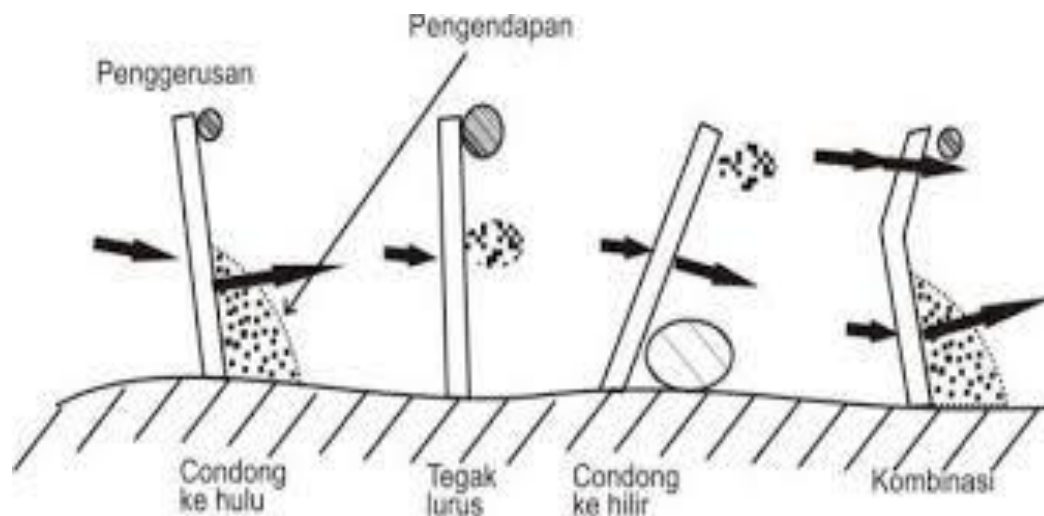


dibatasi, karena krib yang terlalu panjang akan menyebabkan timbulnya pukulan air pada tebing sungai disebelahnya.

- 4) Krib-krib tidak dapat berfungsi dengan baik pada sungai-sungai yang kecil atau yang sempit alurnya.
- 5) Apabila pembuatan krib-krib yang dimaksudkan untuk menaikkan permukaan normal air sungai, maka perlu dipertimbangkan kapasitasnya disaat terjadinya debit yang lebih besar atau debit banjirdan juga pertimbangan mengenai trase serta kapasitas alur sungai, guna mempertahankan stabilitas sungai secara keseluruhan.

## 6. Formasi Krib

Terdapat tiga macam formasi krib yang umum diterapkan dalam membangun bangunan krib yaitu tegak lurus arus, condong ke arah hulu dan condong ke arah hilir.

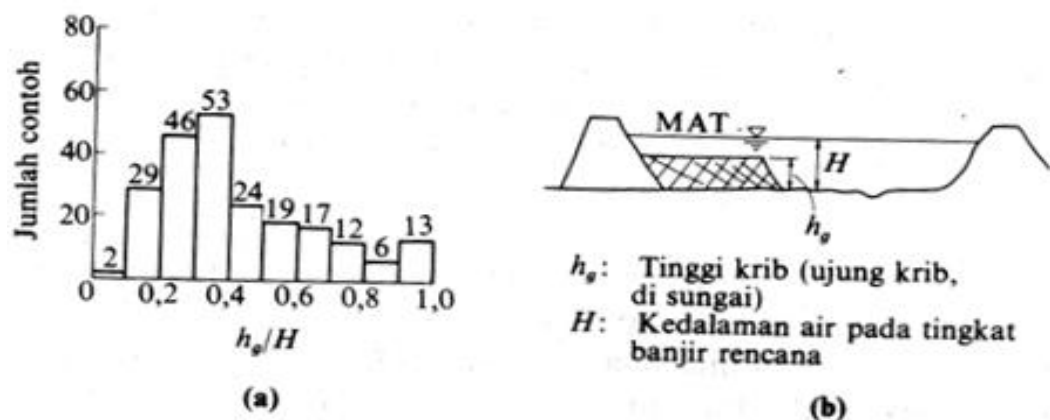


Gambar 12. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2016)

## 7. Dimensi Krib

### 1) Penetapan Tinggi Krib (T)

Dalam buku Suyono Sosrodarsono (2008), Umumnya akan lebih menguntungkan apabila elevasi mercu krib dapat dibuat serendah mungkin ditinjau dari stabilitas bangunan terhadap gaya yang mempengaruhinya sebaiknya elavasi mercu dibuat 0.50 – 1.00 meter diatas elavasi rata-rata permukaan air rendah Dari hasil pengamatan tinggi bebagai jenis krib yang telah dibangun dan berfungsi dengan baik, diperoleh angka perbandingan antara tinggi krib dan kedalaman air banjir ( $h_g/h$ ) sebesar 0.20 – 0.30.



Gambar 13. Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir (Suyono Sosrodarsono, 2008).

### 2) Panjang Krib (Lb)

Ditetapkan secara empiris dimana panjang bangunan krib dibuat dari tebing sungai kearah tengah sungai. Berdasarkan hasil survei dan pengamatan antara panjang krib dan lebar sungai umumnya lebih kecil dairi 10% (Suyono Sosrodarsono, 2008).

### 3) Jarak antar Krib (L)

Jarak antara krib ditetapkan secara empiris yang didasarkan pada pengamatan data sungai yang bersangkutan antara lain situasi sungai, lebar sungai, kemiringan sungai, debit banjir, kedalaman air, debit normal, transportasi sedimen dan kondisi sekeliling sungai. Secara empiris (Ernawan: 2007), penentuan jarak antara masing-masing krib adalah :

$$L < \alpha \frac{C^2 h}{2g} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

L = Jarak antar krib, m

$\alpha$  = Parameter empiris ( $\approx 0,6$ )

C = Koefisien Chezy,  $m^{1/2}/det$

h = Kedalaman air rerata, m

g = Percepatan gravitasi,  $m/det^2$  ( $\approx 9,8$ )

Untuk menentukan koefisien Chezy dapat menggunakan rumus bazin dimana koefisien Chezy berdasarkan Bazin (1869), adalah fungsi dari jari-jari hidraulis (R) dan berat jenis fluida ( $\gamma$ ).

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

C = Koefisien Chezy,  $m^{1/2}/det$

R = Jari-jari hidrolis

$\gamma_B$  = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

Tabel 2. Tabel Bazin untuk Koefisien yang Tergantung pada Kekasaran Dinding.

<b>Jenis Dinding</b>	<b><math>\gamma_B</math></b>
Dinding sangat halus (semen)	0,06
Dinding halus (papan,batu,bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding tanah sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : V. Sunghono kh, 1995

## G. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1.	<b>Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel pada Saluran Tanah(Uji Model Laboratorium)</b>	Ayu Marlina Humairah, 2014	Pemodelan sungai di laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika dengan ukuran panjang bak saluran 1200 cm, lebar 300 cm dan tinggi 50 cm, model saluran berbentuk trapesium dengan lebar bawah 10 cm, model saluran mempunyai 1 tikungan sudut 90°, terdapat 5 buah krib permeabel (krib lolos air) pada tikungan, air tidak bersedimen ( <i>clear water</i> ) dan saluran tidak bercabang. Pengamatan dilakukan sebanyak 9 kali simulasi berdasarkan variasi sudut pemasangan krib permeabel 45°, 90° dan 135° selama 1 jam, 2,5 jam dan 4 jam.	Dari grafik, angka froude yang paling Maksimum terjadi pada sudut pemasangan krib permeabel 45° ke arah hulu aliran. Sedangkan dari sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena kedalaman gerusan lebih kecil dibandingkan dengan sudut pemasangan krib 45° dan 135°	Dari hasil penelitian pemodelan sungai kesimpulan sebagai berikut: Sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena perubahan dasar salurannya lebih kecil yaitu 1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 dibandingkan dengan sudut krib 45° dan 135°. Kedalaman gerusan dengan sudut pemasangan krib permeabel krib 90° juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan sudut pemasangan krib permeabel 45° dan 135°.
2.	<b>Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan</b>	Sunaryo Darwizal Daoed Febby Laila	Model dibuat pada saluran 40 × 40 cm dari acrylic dan dasar saluran dari baja. Tebing saluran dibuat dari material pasir halus dengan tinggi 10 cm dan	Semakin besar sudut pemasangan krib, maka luas bidang keruntuhan akan	Dari pengamatan hasil percobaan dapat disimpulkan dan pulkan bahwa : Pemasangan bangunan krib pada tikungan dapat mengurangi erosi dinding secara signifikan, sehingga trase saluran relatif

	<b>120°</b>	Sari, 2010	lebar kiria-kira setengah dari lebar saluran. Tebing di dalam tikungan dibuat sedemikian rupa mengikuti bentuk tikungan. Kemudian krib dibuat dari material yang kuat dan tidak tembus air, kecuali aliran yang kecil di pondasi krib. Selanjutnya pengamatan dilakukan terhadap perilaku keruntuhan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan (krib). Jarak dan sudut pemasangan krib serta debit aliran divariasikan dengan beberapa kali percobaan.	semakin kecil. Luas bidang keruntuhan paling kecil terjadi pada arah sudut pemasangan krib ke arah hulu aliran adalah 135°. Volume keruntuhan cenderung mengecil pada jarak pemasangan krib dirapatkan (10 cm) dan debit yang kecil.	tidak mengalami perubahan. Kecenderungan arah pemasangan krib yang paling baik untuk mengurangi keruntuhan dinding dan pengendapan sedimen pada belokan saluran adalah sudut 135° ke arah hulu saluran. Kecenderungan jarak pemasangan krib yang paling baik untuk mengurangi keruntuhan dinding dan pengendapan sedimen adalah sama tinggi dengan tebing (talud). Semakin kecil debit aliran maka semakin kecil pula volume keruntuhan yang terjadi.
3.	<b>Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran</b>	A. Abd. Rahman, 2017	Kecepatan aliran diukur pada tiap-tiap penampang, di depan dan di belakang model sejumlah 6 penampang dengan 3 titik peninjauan. Penamaan model adalah M-1 (Model 1 dengan jarak antar krib 20 cm), M-2 (Model 2 dengan jarak antar krib 40 cm), dan M-3 (Model 3 dengan jarak antar krib 80 cm).	Berdasarkan grafik angka froude dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi pada penampang sebelum dan setelah pemasangan krib baik model M-1, M-2, maupun M-3 adalah subkritis ( $Fr < 1$ ). Sedangkan pada grafik Reynolds dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi baik sebelum pemasangan model krib M-1, M-2, maupun M-3 adalah turbulen ( $Re > 4000$ )	Berdasarkan hasil penelitian bahwa dalam pengaturan variasi jarak antar krib yakni pada model tanpa krib maupun menggunakan krib dengan model M-1 (jarak krib 20 cm), model M-2 (jarak krib 40 cm), dan model M-3 (jarak krib 80 cm) berdasarkan angka Froude karakteristik aliran yang terjadi yaitu aliran subkritis. Sementara berdasarkan angka Reynolds karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulen pada titik-titik peninjauan yang telah ditentukan baik pada model tanpa krib maupun model krib M-1, M-2 dan M-3.
4.	<b>Krib</b>	Ernawan	Data geometri sungai yang diukur	Didapatkan kedalaman	Dari analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

	<b>Impermeabel Sebagai Pelindung Pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas di Depan Lab. Sipil UMM)</b>	Setyono, 2007	<p>adalah panjang, lebar, kemiringan dan ketinggian elavasi. Ditunjukkan dengan membuat peta situasimedan dan sungai, penampang memanjang dan melintang. Ketinggian muka air rata – rata didapatkan dari greafi lengkung debit (Q-h) pada segmen penampang yang ditentukan. Data geomorfologi sungai termasuk sedimen di dapat dari pengukuran dilapangan.</p>	<p>gerusan yang cukup dalam yaitu berkisar 2,2 – 3,8 m. hasil perhitungan secara empiris cukup besar karena didukung kemiringan dasar sungai pada belokan tersebut cukup besar yaitu sebesar 0.032 dengan material dasar sedimen sebesar 18 mm. sudut belokan belokan yang mendekati 90 mendukung hasil perhitungan tersebut. tidak dapat direduksi dan di netralisir.</p>	<p>1. Dari analisa data debit didapatkan debit dominan sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/dt          2. Berdasarkan data geometri penampang memanjang dan melintang dari belokan sungai maka dimensi krib impermeable didapat:          - L krib berkisar 1,3-2,3 m          - Jarak antar krib berkisar 2,4-4 m          - Lebar krib sebesar 0.6349 m          - H krib antara 0,6–1,8 m          Kedalaman gerusan akibat pemasangan krib cukup dalam, sehingga perlu pertimbangan untuk penanganan dasar sungai.</p>
5.	<b>Methode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung Terhadap Bahaya Erosi Tebing Sungai</b>	Suharjoko, 2008	<p>Tahap pertama dilakukan running model terhadap berbagai kasus dan dilanjutkan analisa terhadap setiap hasil running model yang dihasilkan yakni melakukan penilaian terhadap besaran parameter yang dihasilkan. Tahap kedua melakukan analisa non-dimensi terhadap parameter penentu untuk mendapatkan hubungan antar parameter tersebut. Tahap ketiga menghitung terhadap nilai parameter yang dihasilkan untuk mendapatkan hubungan antar parameter model dan kasus. Tahap keempat melakukan analisa untuk mendapatkan hubungan antar parameter tersebut.</p>	<p>Bahwa daritiga alternatif model tersebut secara umum dapat dikatakan <i>Model 1</i> yaitu Krib dengan sudut <math>\alpha = 90^\circ</math> merupakan pilihan yang paling baik dibanding dengan model lain yang telah diajukan. Oleh karena itu disarankan dipilih bangunan krib tegak lurus dengan arah aliran.</p>	<p>Hasil temuan pada penelitian diatas yang menghasilkan suatu hubungan antara bilangan <i>Froude</i> (<i>Fr.</i>) dengan <i>Dh/PB</i>, sesuai yang ditunjuk dengan Gambar 6, memberikan kemudahan dalam perencanaan bangunan Krib. Dengan demikian akan sangat menghemat biaya disain karena tahapan studi simulasi tidak lagi perlu dilakukan dalam merencanakan bangunan krib tersebut.</p>

6.	<b>Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai)</b>	Jeni Paresa, 2015	Rangkaian simulasi yang dilakukan dalam penelitian gerusan dibelokan sungai diklasifikasikan dalam 2 kelompok parameter yaitu parametersimulasi dan parameter amatan. Parametersimulasi terdiri dari 3 variasi debit (Q), 3 panjang krib (L) yaitu 1/10 lebar sungai, 1/5 lebar sungai dan 1/3 lebar sungai serta 3 waktu pengaliran (t) yaitu 600 detik, 1200 detik dan 1800 detik..Sedangkan parameter amatan adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi.	Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran $t = 1800$ detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib ( $L_0$ ) = 0.0462 m <sup>3</sup> dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_2 = 0,0306$ m <sup>3</sup> . Pada $Q_1 = 0,0185$ m <sup>3</sup> /det pada $Q_2 = 0,0161$ maksimum pada kondisi tanpa krib ( $l_0$ ) = 0.0586 m <sup>3</sup> dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_1 = 0,0460$ m <sup>3</sup> . Setelah debit menjadi $Q_3 = 0,0185$ m <sup>3</sup> /det didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib ( $l_0$ ) = 0.0555 m <sup>3</sup> dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_1 = 0,0177$ m <sup>3</sup>	Dari studi dapat disimpulkan: 1. Pengaruh pemasangan krib di hulu dapat mengurangi gerusan yang terjadi dibelokan sungai yang terlihat dari hasil volume gerusan sebelum ada pemasangan krib dan setelah pemasangan krib. 2. Pengaruh waktu terhadap volume gerusan dan pengaruh panjang krib dengan volume gerusan dibuat dalam grafik dan memperlihatkan pengurangan volume gerusan paling minimum terjadi pada krib dengan panjang 1/5 lebar sungai pada waktu $T = 1800$ detik yaitu sebesar $V_s = 0,0177$ m <sup>3</sup> .
----	---	-------------------	---	---	--



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan di depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian dilakukan dalam waktu bulan Oktober – Desember 2018.

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

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium. Menurut Moh. Nasir, Ph.D (1988) dalam Yuni Cahya, 2012 observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu :

1. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari uji simulasi fisik di laboratorium.
2. Data sekunder data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun

dilakukan di tempat yang berkaitan dengan penelitian pengaruh variasi jarak dan jumlah pemasangan krib permeabel.

### C. Alatan Bahan

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam penunjang penelitian ini terdiri dari:

#### 1. Alat

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1) Model saluran terbuka                        | 11) <i>Stopwatch</i> |
| 2) Bak penampungan air                          | 12) Selang Plastik   |
| 3) Pompa sentrifugal                            | 13) Linggis          |
| 4) Meter  | 14) Skop             |
| 5) Mistar                                       | 15) Parang           |
| 6) Busur untuk mengukur sudut                   | 16) Palu             |
| 7) Kamera digital untuk pengambilan dokumentasi | 17) Paku             |
| 8) Alat tulis dan tabel data                    | 18) Gergaji          |
| 9) Laptop untuk mengolah data                   | 19) Tali             |
| 10) <i>Flow Watch</i>                           | 20) Patok            |
|   | 21) Ember            |

#### 2. Bahan

- 1) Batang pohon bambu
- 2) Air tawar

- 3) Tanah Timbunan
- 4) Kawat pengikat

#### **D. Variabel Penelitian**

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Variabel Bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain diantaranya adalah Debit Aliran ( $Q$ ), Luas Penampang Saluran ( $A$ ), Kemiringan ( $I$ ), Sudut Krib ( $^\circ$ ), Jarak Krib ( $L$ ) dan Jumlah Krib ( $N$ ).
2. Variabel Terikat adalah Variabel yang dipengaruhi variabel lain seperti Kecepatan Aliran ( $V$ ), Kedalaman Aliran ( $Y$ ) dan Volume Gerusan ( $V_g$ ).

#### **E. Tahapan Penelitian**

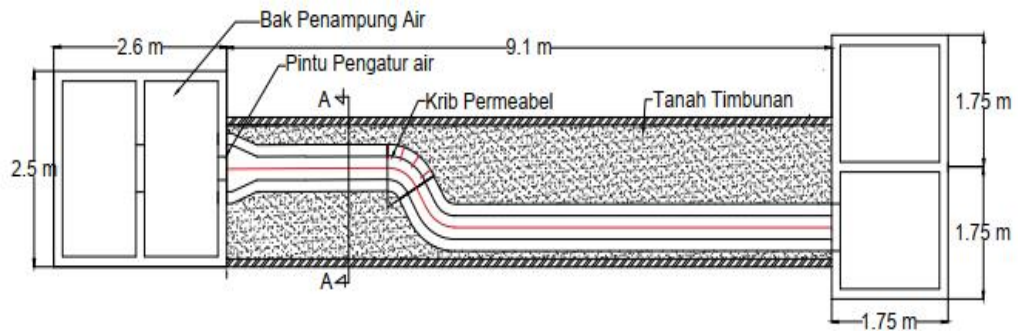
##### **1. Persiapan**

Adapun kegiatan persiapan yang kami lakukan dalam penelitian ini adalah melakukan kegiatan pembersihan pada area yang akan dibangun saluran dan mempersiapkan data-data perancangan maupun alat dan bahan yang dibutuhkan.

##### **2. Perancangan Model**

Adapun bentuk sudut tikungan yang digunakan sebesar  $60^\circ$  pada saluran penelitian ini yaitu :

## 1) Denah saluran

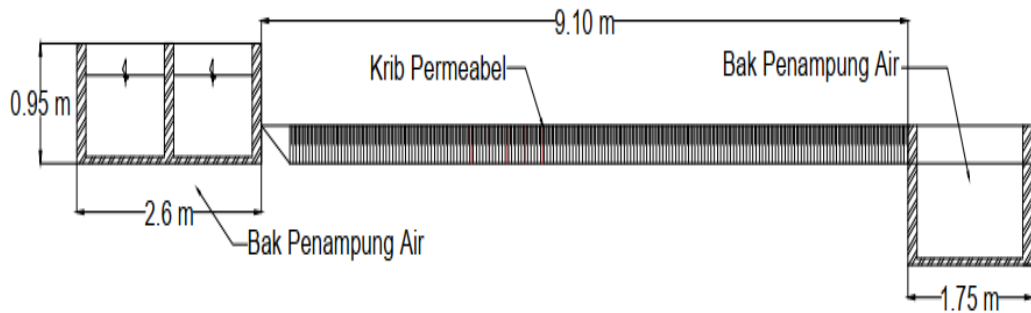


Denah Saluran

Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 14. Denah Saluran

## 2) Potongan Memanjang Saluran

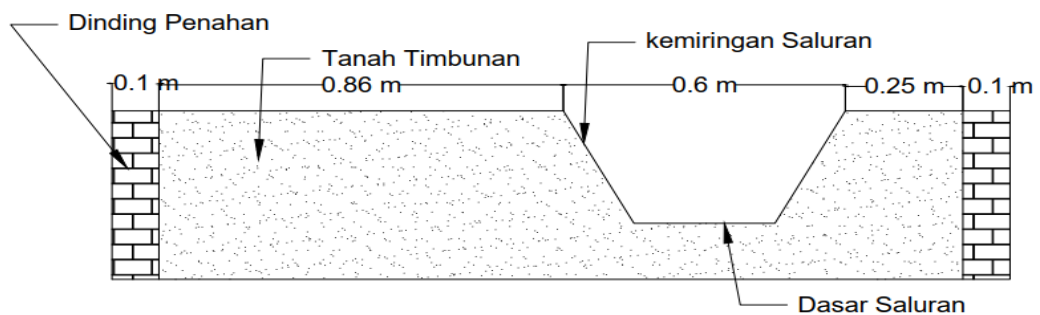


Potongan Memanjang Saluran

Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 15. Potongan Memanjang Saluran

## 3) Potongan Melintang Saluran

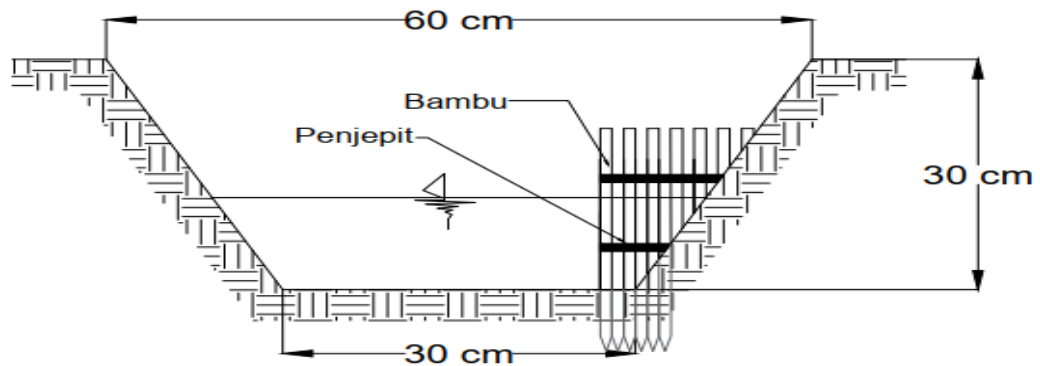


Detail Potongan A-A

Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 16. Potongan Melintang Saluran.

## 4) Model Krib Permeabel

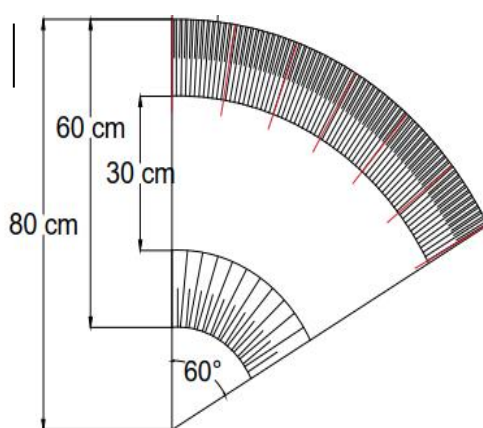


Det. Penampang Krib  
Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 17. Model Krib Permeabel

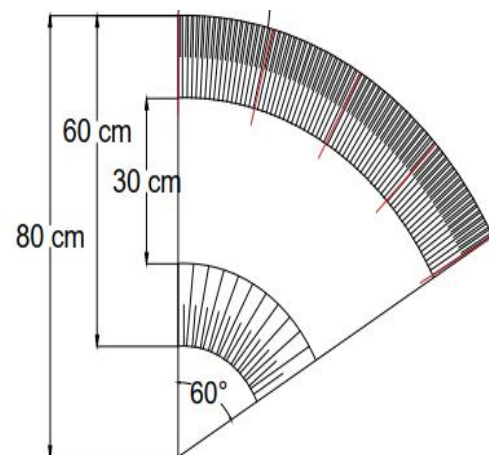
## 5) Jarak Pemasangan Krib Permeabel (Batang Pohon Bambu)

Jarak pemasangan krib permeabel menggunakan 3 (tiga) jarak yang berbeda yaitu jarak 15 cm, 25 cm dan 35 cm dengan satu sudut yaitu sudut  $60^\circ$ . Berikut contoh gambar pemasangan jarak dan jumlah krib :



Jarak Pemasangan Krib 15 cm  
Skala 1 cm : 25 cm

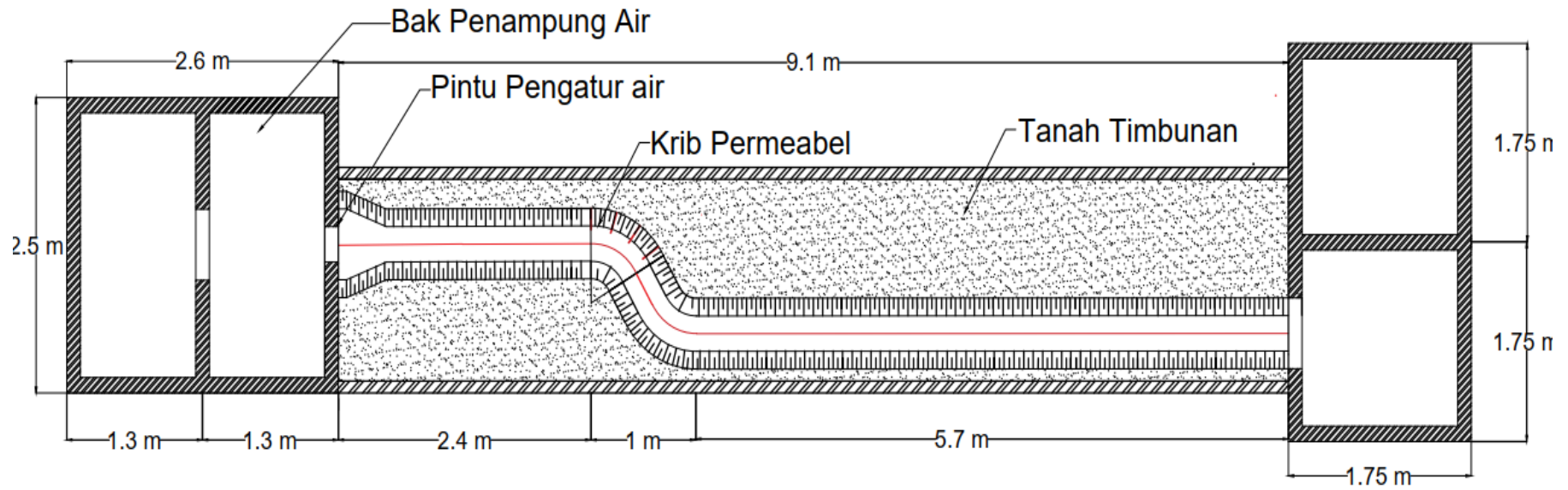
Gambar 18. Model Krib Jarak 15 cm



Jarak Pemasangan Krib 25 cm  
Skala 1 cm : 25 cm

Gambar 19. Model Krib Jarak 25 cm

6) Detail Denah Saluran



Detail Denah Saluran  
Skala 1 cm : 50 cm

Gambar 20. Detail Denah Saluran

### 3. Pembuatan Model

Adapun tahap-tahap pembuatan model yaitu sebagai berikut:

#### 1) Pembuatan model saluran

- a) Pembuatan bak penampungan air.
- b) Pembuatan dimensi saluran dengan bentuk trapesium dengan dimensi saluran yaitu  $b = 30$  cm dan  $h = 30$  cm serta perbandingan kemiringan 1:0.5.
- c) Pembuatan tikungan saluran dengan panjang jari-jari tikungan sebesar  $60^0$  dengan satu tikungan saluran.

#### 2) Pembuatan model krib

- a) Krib menggunakan batang pohon bambu dengan diameter 1 cm.
- b) Untuk penempatan dimensi krib didapat menggunakan ketentuan seperti yang terdapat pada bab II mengenai penentuan dimensi krib yang dilakukan pada saat mendapatkan data *running* kosong, dengan tinggi muka adalah 10% dari lebar dasar sungai sehingga diameter didapat dimensi sebagai berikut:
  - a) Tinggi mercu krib (T) = Sedikit diatas muka air normal
  - b) Panjang krib (Lb) = 10 % dari lebar sungai, dimana lebar sungai (b) adalah 30 cm maka panjang krib =  $30 \times 10\% = 3,0$  cm atau 0,03 m.
  - c) Jarak krib dalam satu belokan bervariasi yaitu jarak krib 15 cm, jarak krib 25 cm dan jarak krib 35 cm .

#### 4. Pengambilan Data

Adapun data-data yang kami ambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Data kecepatan aliran ( $v$ )

Untuk data kecepatan aliran ( $v$ ) diambil dari kecepatan aliran pada titik dimana aliran belum melewati bangunan krib pada bagian krib, bagian tengah dan bagian kanan saluran yang dirata – rata, yang disimbolkan dengan ( $v_0$ ). Kemudian kecepatan aliran pada pertengahan dari bangunan krib yang disimbolkan dengan ( $v_1$ ) dan kecepatan aliran setelah melewati bangunan krib ( $v_2$ ).

2) Data Gerusan

Pengambilan data gerusan diukur langsung pada tebing saluran yang mengalami gerusan tepatnya pada titik dimana terdapat bangunan krib semi permeabel, kedalaman gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.

#### 5. Metode Analisis

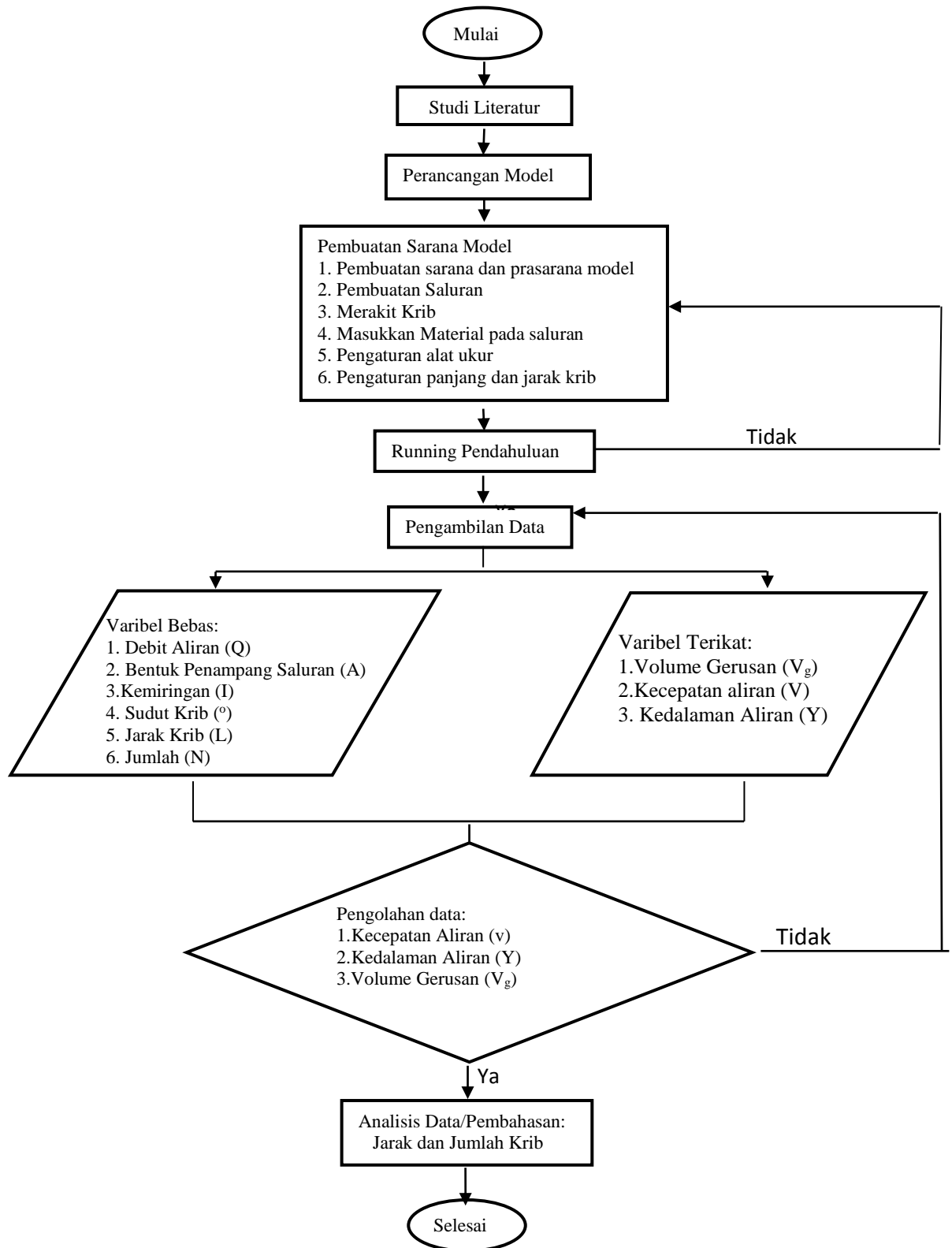
Dalam penelitian ini data-data yang telah diambil seperti data kecepatan aliran data tinggi muka air dengan gerusan diolah dalam bentuk tabel dan kurva, untuk tiap-tiap data dapat digunakan sebagai berikut :

1) Menentukan koefisien Chezy dengan menggunakan persamaan (6).



- 2) Kecepatan aliran dijadikan sebagai perbandingan dari pengaruh panjang krib permeabel yang digunakan. Selain itu juga mengetahui sifat-sifat aliran sebagai menggunakan persamaan (1) dan (2).
- 3) Penentuan Debit aliran menggunakan metode pintu Thomsom (*V-Notch*) dengan persamaan (4).
- 4) Data volume gerusan ( $V_g$ ) digunakan untuk menggambarkan profil melintang dan memanjang serta kontur dari saluran pada setiap pemasangan krib permeabel. Dimana volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.
- 5) Untuk masing-masing data yang telah diambil akan dibuatkan kurva perbandingan kecepatan aliran ( $v$ ) pada setiap titik pengamatan untuk masing-masing sudut pemasangan krib semi permeabel.

## F. Bagan Alur Penelitian



Gambar 21. Bagan Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Data Hasil Penelitian

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik aliran yang terjadi di sekitar daerah pemasangan krib dan Pengaruh volome terhadap pemasangan krib permeabel, data tersebut di dapatkan dengan cara sebagai berikut :

1. Analisa Saringan, untuk menguji jenis tanah yang digunakan membuat atau membentuk saluran.
2. Jarak krib permeabel, divariasikan yaitu jarak 15 cm, 25 cm dan 35 cm.
3. Debit Pintu Thompson ( $Q_T$ ), menggunakan tiga bukaan pintu yang berbeda yaitu bukaan 10 cm, 13 cm dan 16 cm dan setiap masing – masing bukaan pengaliran dijalankan selama 3 menit, 6 menit dan 9 menit.
4. Kecepatan aliran ( $V$ ), didapatkan dengan menggunakan *Flow Watch* di beberapa titik yaitu sebelum belokan, ditengah belokan dan setelah belokan yang masing masing di ukur di sisi kiri, tengah dan kanan. Begitupun juga dengan Kedalaman aliran.
5. Volume Gerusan ( $V_g$ ) dihitung menggunakan rumus luasan sesuai bentuk terjadinya gerusan di belokan saluran.
6. Pola Kontur, diambil dari data tofografi menggunakan grid (interval 5 cm).

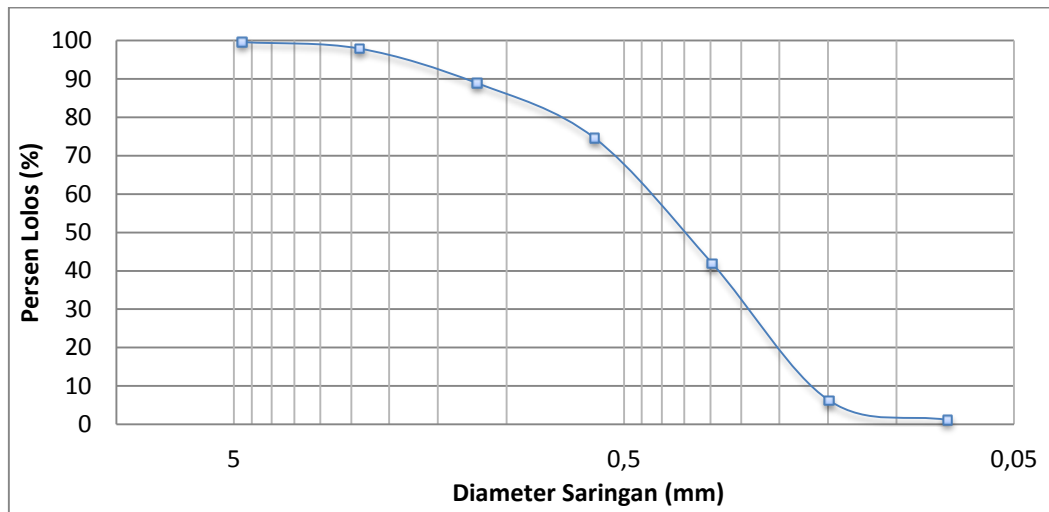
## B. Karakteristik Material Tanah

Karakteristik material Tanah digunakan dalam penelitian ini adalah tanah urugan dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dangradasi ukuran butiran yang disajikan pada tabel 4 dan gambar 22 dibawah ini.

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan analisis saringan

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (Gram)	Berat Komulatif (Gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,76	4	4	0,4	99,6
8	2,38	17	21	2,1	97,9
16	1,19	90	111	11,1	88,9
40	0,595	143	254	25,4	74,6
50	0,297	327	581	58,1	41,9
100	0,149	357	938	93,8	6,2
200	0,074	51	989	98,9	1,1
Pan	-	11	1000	100	0

Pada tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan alias saringan pada tanah yang digunakan dengan sampel berat kumulatif/total sampel tanah sebelum di saring adalah 1000 gram. Pada pengujian tersebut di peroleh data hasil uji saringan dari berbagai no. saringan yang digunakan, yaitu berat tertahan, persen (%) tertahan dan persen (%) lolos yang ada pada setiap no saringan. Hasil data yang akan diambil untuk menentukan jenis tanahnya adalah berat terbesar yang tertahan yaitu di no. saringan 100.



Gambar 22. Gradasi ukuran butiran tanah (sampel)

Pada gambar 21 di atas diperoleh gradasi ukuran butiran tanah yang telah disaring pada berbagai no saringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sand* (tanah berpasir halus) berdasarkan klasifikasi ukuran butir sedimen menurut Wentworth. Dimana diameter partikel *sand* adalah (0,25 – 0,125).

### C. Analisis Data Debit Thompson

Adapun hasil penelitian debit aliran untuk tinggi bukaan pintu thompson dari pengamatan di laboratorium adalah sebagai berikut :

Tabel 5 . Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson

No.	Tinggi Bukaan Pintu (h) (m)	Koesfisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m <sup>3</sup> /det
1	0,10	0,62	0,00448
2	0,13	0,62	0,00863
3	0,16	0,62	0,01451

#### D. Perhitungan Karakteristik Aliran Pada Belokan Saluran

Untuk menentukan Bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* dapat dilihat pada tabel – tabel berikut :

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) Tanpa pemasangan krib permeabel

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,071	0,30	0,77	0,0239	0,459	0,052	0,918	sub kritis
	6	0,076	0,30	0,81	0,0255	0,469	0,054	0,943	sub kritis
	9	0,074	0,30	0,76	0,0251	0,466	0,054	0,885	sub kritis
0,0086	3	0,079	0,30	0,80	0,0268	0,476	0,056	0,910	sub kritis
	6	0,083	0,30	0,90	0,0285	0,486	0,059	0,996	sub kritis
	9	0,084	0,30	0,83	0,0289	0,489	0,059	0,916	sub kritis
0,0145	3	0,084	0,30	0,87	0,0289	0,489	0,059	0,953	sub kritis
	6	0,084	0,30	0,99	0,0289	0,489	0,059	1,087	super kritis
	9	0,077	0,30	1,06	0,0259	0,471	0,055	1,218	super kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan jarak 15 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,092	0,30	0,633	0,0319	0,506	0,063	0,666	sub kritis
	6	0,091	0,30	0,633	0,0315	0,504	0,063	0,670	sub kritis
	9	0,093	0,30	0,622	0,0324	0,509	0,064	0,651	sub kritis
0,0086	3	0,092	0,30	0,744	0,0319	0,506	0,063	0,783	sub kritis
	6	0,102	0,30	0,689	0,0359	0,529	0,068	0,688	sub kritis
	9	0,097	0,30	0,711	0,0337	0,516	0,065	0,731	sub kritis
0,0145	3	0,104	0,30	0,822	0,0368	0,534	0,069	0,813	sub kritis
	6	0,077	0,30	0,744	0,0259	0,471	0,055	0,859	sub kritis
	9	0,094	0,30	0,822	0,0328	0,511	0,064	0,855	sub kritis

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan jarak 25 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,090	0,30	0,678	0,0311	0,501	0,062	0,722	sub kritis
	6	0,098	0,30	0,678	0,0341	0,519	0,066	0,692	sub kritis
	9	0,098	0,30	0,656	0,0341	0,519	0,066	0,670	sub kritis
0,0086	3	0,099	0,30	0,789	0,0346	0,521	0,066	0,801	sub kritis
	6	0,099	0,30	0,733	0,0346	0,521	0,066	0,745	sub kritis
	9	0,098	0,30	0,744	0,0341	0,519	0,066	0,760	sub kritis
0,0145	3	0,100	0,30	0,856	0,0350	0,524	0,067	0,864	sub kritis
	6	0,098	0,30	0,800	0,0341	0,519	0,066	0,817	sub kritis
	9	0,102	0,30	0,856	0,0359	0,529	0,068	0,855	sub kritis

Tabel 9. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan jarak 35 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidroliis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,093	0,30	0,744	0,0324	0,509	0,064	0,778	sub kritis
	6	0,096	0,30	0,711	0,0332	0,514	0,065	0,735	sub kritis
	9	0,096	0,30	0,722	0,0332	0,514	0,065	0,746	sub kritis
0,0086	3	0,097	0,30	0,833	0,0337	0,516	0,065	0,856	sub kritis
	6	0,098	0,30	0,767	0,0341	0,519	0,066	0,783	sub kritis
	9	0,100	0,30	0,789	0,0350	0,524	0,067	0,797	sub kritis
0,0145	3	0,100	0,30	0,922	0,0350	0,524	0,067	0,932	sub kritis
	6	0,091	0,30	0,822	0,0315	0,504	0,063	0,870	sub kritis
	9	0,102	0,30	0,922	0,0359	0,529	0,068	0,921	sub kritis

Tabel 10. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) Tanpa pemasangan krib permeabel

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidroliis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,071	0,30	0,77	0,0239	0,459	0,052	29,700	0,00000806	49448,369	turbulen
	6	0,076	0,30	0,81	0,0255	0,469	0,054	28,889	0,00000822	53686,430	turbulen
	9	0,074	0,30	0,76	0,0251	0,466	0,054	29,344	0,00000813	50008,973	turbulen
0,0086	3	0,079	0,30	0,80	0,0268	0,476	0,056	29,333	0,00000813	55288,317	turbulen
	6	0,083	0,30	0,90	0,0285	0,486	0,059	28,756	0,00000825	63874,766	turbulen
	9	0,084	0,30	0,83	0,0289	0,489	0,059	28,867	0,00000823	59885,551	turbulen
0,0145	3	0,084	0,30	0,87	0,0289	0,489	0,059	28,089	0,00000838	61125,176	turbulen
	6	0,084	0,30	0,99	0,0289	0,489	0,059	28,122	0,00000838	69800,908	turbulen
	9	0,077	0,30	1,06	0,0259	0,471	0,055	28,022	0,00000840	69177,375	turbulen

Tabel 11. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib permeabel dengan jarak 15 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidroliis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,092	0,30	0,633	0,0319	0,506	0,063	29,767	0,00000805	49628,633	turbulen
	6	0,091	0,30	0,633	0,0315	0,504	0,063	29,911	0,00000802	49370,689	turbulen
	9	0,093	0,30	0,622	0,0324	0,509	0,064	29,989	0,00000800	49456,378	turbulen
0,0086	3	0,092	0,30	0,744	0,0319	0,506	0,063	29,978	0,00000800	58643,121	turbulen
	6	0,102	0,30	0,689	0,0359	0,529	0,068	30,089	0,00000798	58601,394	turbulen
	9	0,097	0,30	0,711	0,0337	0,516	0,065	30,322	0,00000794	58459,252	turbulen
0,0145	3	0,104	0,30	0,822	0,0368	0,534	0,069	30,600	0,00000788	71943,926	turbulen
	6	0,077	0,30	0,744	0,0259	0,471	0,055	30,622	0,00000788	52009,600	turbulen
	9	0,094	0,30	0,822	0,0328	0,511	0,064	30,522	0,00000790	66805,624	turbulen

Tabel 12. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib permeabel dengan jarak 25 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynoalds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,090	0,30	0,68	0,0311	0,501	0,062	28,889	0,00000822	51063,279	turbulen
	6	0,098	0,30	0,68	0,0341	0,519	0,066	28,756	0,00000825	54044,940	turbulen
	9	0,098	0,30	0,66	0,0341	0,519	0,066	28,722	0,00000826	52230,763	turbulen
0,0086	3	0,099	0,30	0,79	0,0346	0,521	0,066	28,689	0,00000826	63314,760	turbulen
	6	0,099	0,30	0,73	0,0346	0,521	0,066	28,756	0,00000825	58951,108	turbulen
	9	0,098	0,30	0,74	0,0341	0,519	0,066	28,789	0,00000824	59408,850	turbulen
0,0145	3	0,100	0,30	0,86	0,0350	0,524	0,067	28,833	0,00000823	69460,081	turbulen
	6	0,098	0,30	0,80	0,0341	0,519	0,066	28,978	0,00000820	64136,311	turbulen
	9	0,102	0,30	0,86	0,0359	0,529	0,068	29,144	0,00000817	71096,739	turbulen

Tabel 13. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib permeabel dengan jarak 35 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynoalds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,093	0,30	0,74	0,0324	0,509	0,064	29,356	0,00000813	58249,004	turbulen
	6	0,096	0,30	0,71	0,0332	0,514	0,065	29,322	0,00000814	56548,996	turbulen
	9	0,096	0,30	0,72	0,0332	0,514	0,065	29,389	0,00000812	57526,855	turbulen
0,0086	3	0,097	0,30	0,83	0,0337	0,516	0,065	29,167	0,00000817	66568,236	turbulen
	6	0,098	0,30	0,77	0,0341	0,519	0,066	29,433	0,00000811	62154,193	turbulen
	9	0,100	0,30	0,79	0,0350	0,524	0,067	29,711	0,00000806	65443,018	turbulen
0,0145	3	0,100	0,30	0,92	0,0350	0,524	0,067	29,967	0,00000801	76992,178	turbulen
	6	0,091	0,30	0,82	0,0315	0,504	0,063	30,378	0,00000792	64850,188	turbulen
	9	0,102	0,30	0,92	0,0359	0,529	0,068	30,844	0,00000783	79964,050	turbulen



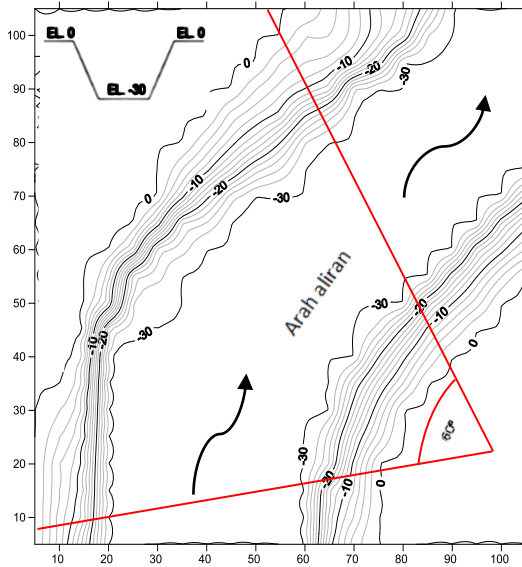
Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynold*

No.	Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Jarak Pemasangan Krib 35 cm				Jarak Pemasangan Krib 25 cm				Jarak Pemasangan Krib 15 cm			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0,0044	3	0,918	sub kritis	49448,37	turbulen	0,778	sub kritis	58249,00	turbulen	0,722	sub kritis	51063,28	turbulen	0,666	sub kritis	49628,63	turbulen
2		6	0,943	sub kritis	53686,43	turbulen	0,735	sub kritis	56549,00	turbulen	0,692	sub kritis	54044,94	turbulen	0,670	sub kritis	49370,69	turbulen
3		9	0,885	sub kritis	50008,97	turbulen	0,746	sub kritis	57526,85	turbulen	0,670	sub kritis	52230,76	turbulen	0,651	sub kritis	49456,38	turbulen
4	0,0086	3	0,910	sub kritis	55288,32	turbulen	0,856	sub kritis	66568,24	turbulen	0,801	sub kritis	63314,76	turbulen	0,783	sub kritis	58643,12	turbulen
5		6	0,996	sub kritis	63874,77	turbulen	0,783	sub kritis	62154,19	turbulen	0,745	sub kritis	58951,11	turbulen	0,688	sub kritis	58601,39	turbulen
6		9	0,916	sub kritis	59885,55	turbulen	0,797	sub kritis	65443,02	turbulen	0,760	sub kritis	59408,85	turbulen	0,731	sub kritis	58459,25	turbulen
7	0,0145	3	0,953	sub kritis	61125,18	turbulen	0,932	sub kritis	76992,18	turbulen	0,864	sub kritis	69460,08	turbulen	0,813	sub kritis	71943,93	turbulen
8		6	1,087	super kritis	69800,91	turbulen	0,870	sub kritis	64850,19	turbulen	0,817	sub kritis	64136,31	turbulen	0,859	sub kritis	52009,60	turbulen
9		9	1,218	super kritis	69177,38	turbulen	0,921	sub kritis	79964,05	turbulen	0,855	sub kritis	71096,74	turbulen	0,855	sub kritis	66805,62	turbulen

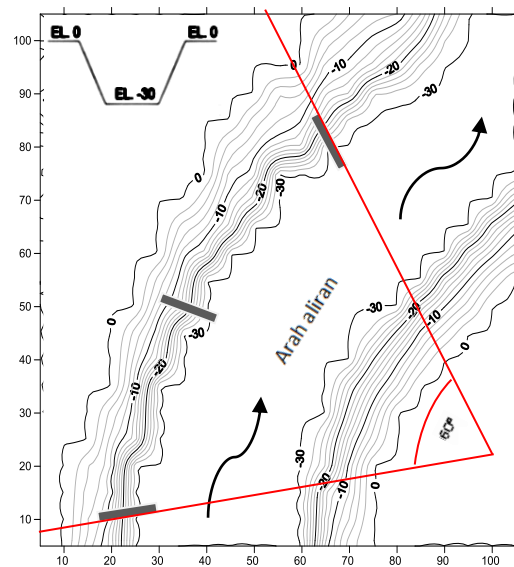
Berdasarkan Bilangan *Reynold* pemasangan jarak krib permeabel menyebabkan perubahan nilai bilangan *Reynold* dari 55898,16 untuk bilangan *Reynold* tanpa pemasangan krib menjadi 64430,16 untuk bilangan *Reynold* pada jarak pemasangan Krib15 cm namun karakteristik alirannya tetap berada pada rentan turbulen. Sedangkan bilangan *Froude* pengaruh pemasangan krib permeable karakteristik alirannya tetap berada pada aliran sub kritis pada jarak 15 cm, 25 cm dan 35 cm.

## E. Kontur Pola Gerusan pada Pemasangan Jarak Krib Permeabel

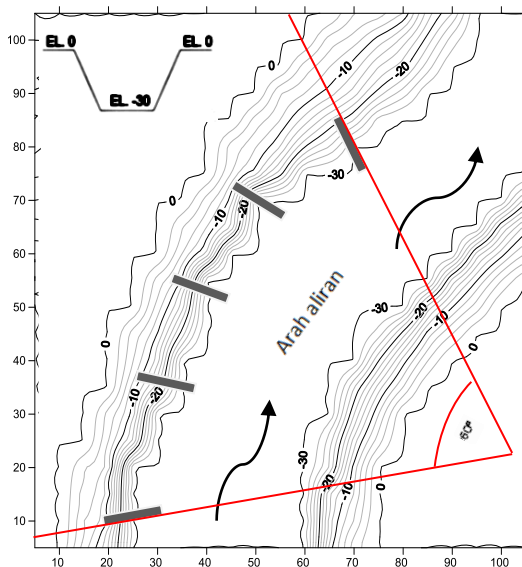
### 1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1



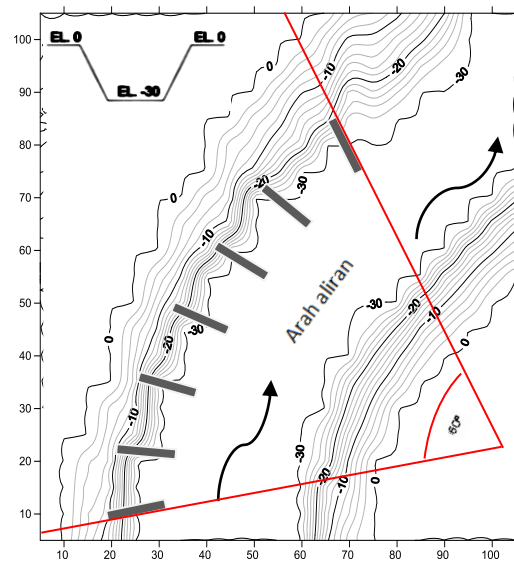
Gambar 23. Kontur Tanpa Krib



Gambar 24. Kontur dengan Krib  
Jarak 35 cm



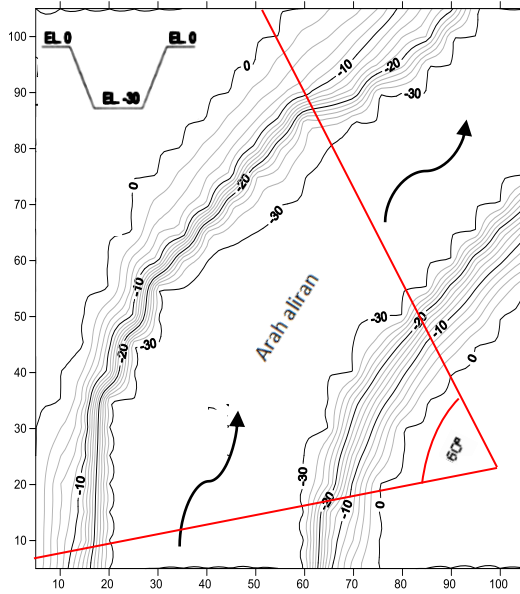
Gambar 25. Kontur dengan Krib  
Jarak 25 cm



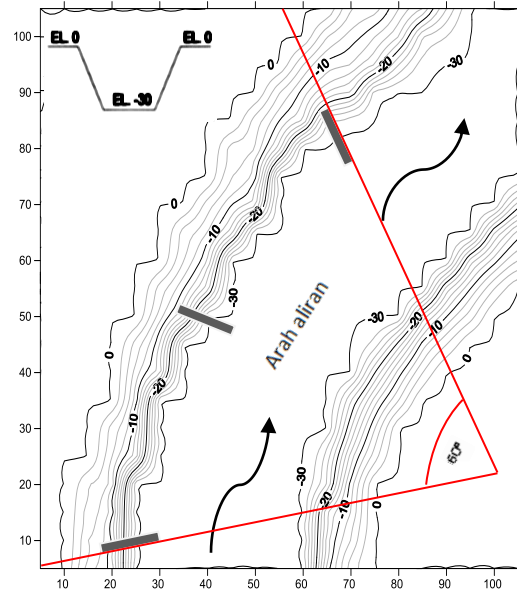
Gambar 26. Kontur dengan Krib  
Jarak 15 cm

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu jarak 15 cm, 25 cm dan 35 cm. Dimana perubahan pola gerusan yang terkecil adalah jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0,00202 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 35 dengan nilai gerusan  $0,00567 \text{ m}^3$ .

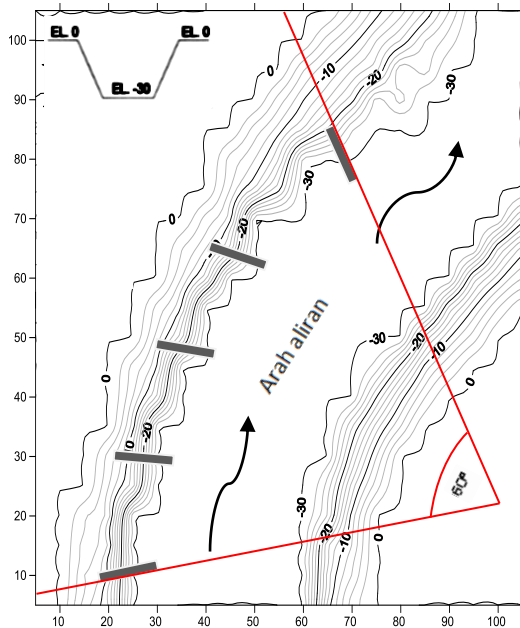
## 2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2



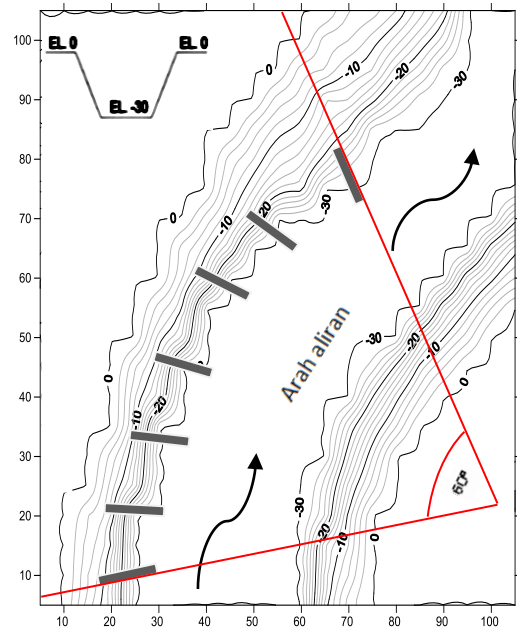
Gambar 27. Kontur Tanpa Krib



Gambar 28. Kontur dengan Krib  
Jarak 35 cm



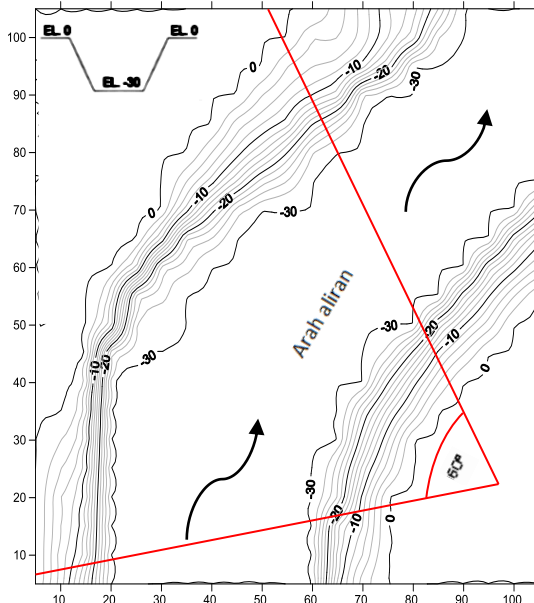
Gambar 29. Kontur dengan Krib  
Jarak 25 cm



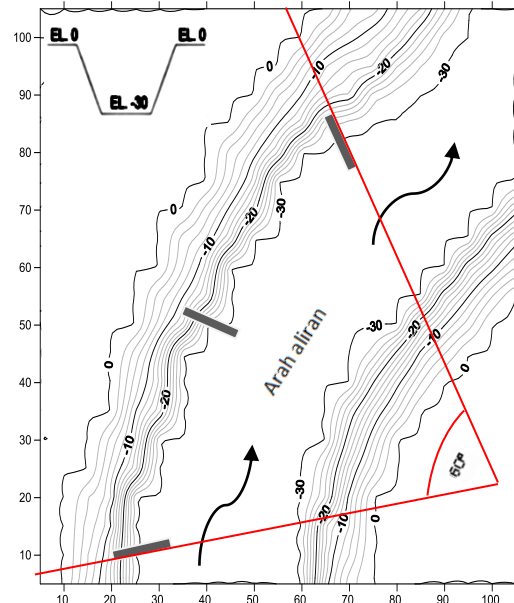
Gambar 30. Kontur dengan Krib  
Jarak 15 cm

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu jarak 15 cm, 25 cm dan 35 cm. Dimana perubahan pola gerusan yang terkecil adalah jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0,00281 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 35 cm dengan nilai gerusan  $0,00622 \text{ m}^3$ .

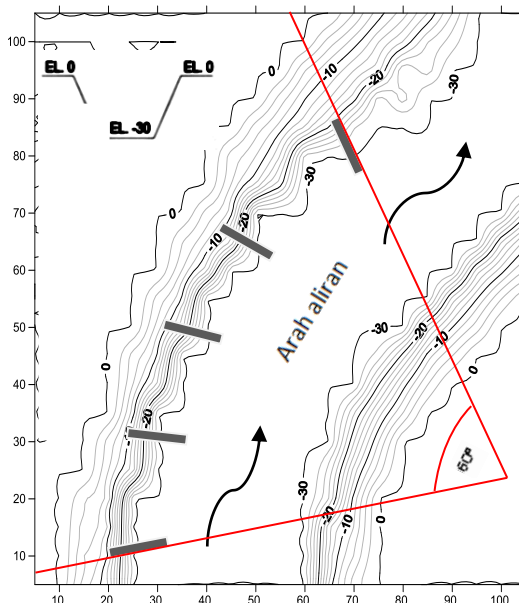
### 3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3



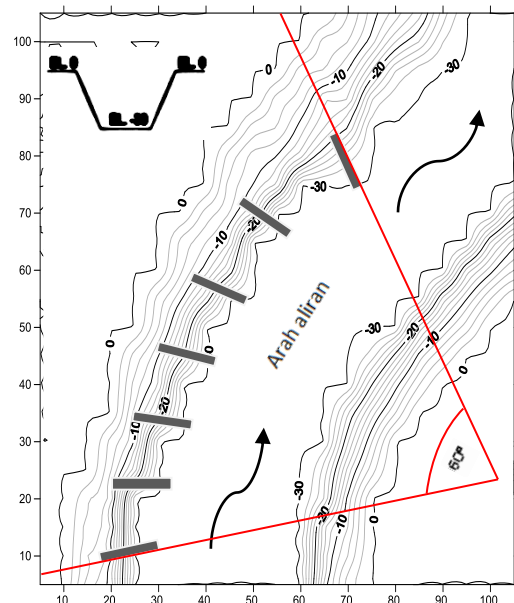
Gambar 31. Kontur Tanpa Krib



Gambar 32. Kontur dengan Krib  
Jarak 35cm



Gambar 33. Kontur dengan Krib  
Jarak 25 cm



Gambar 34. Kontur dengan Krib  
Jarak 15 cm

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu jarak 15 cm, 25 cm dan 35 cm. Dimana perubahan pola gerusan yang terkecil adalah jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0,00303 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 35 cm dengan nilai gerusan  $0,00832 \text{ m}^3$ .

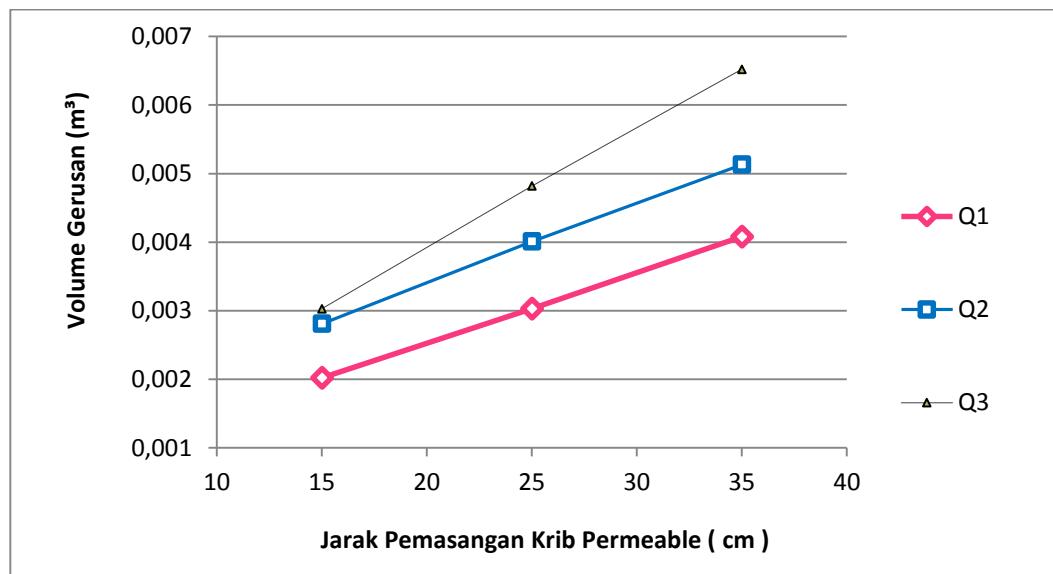
## F. Analisis Pengaruh Jarak Pemasangan Krib Permeabel

### 1. Hubungan Volume Gerusan dengan Jarak Krib Permeabel

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan volume gerusan dengan jarak pemasangan krib permeabel yang diperlihatkan pada tabel 15 berikut ini.

Tabel 15. Rekapitulasi volume gerusan dengan jarak krib permeable

No.	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Jarak (cm)	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
1	Q1 0,0044	15	t1 = 3,00	0,00202
2			t2 = 6,00	0,00289
3			t3 = 9,00	0,00322
4		25	t1 = 3,00	0,00303
5			t2 = 6,00	0,00357
6			t3 = 9,00	0,00391
7		35	t1 = 3,00	0,00408
8			t2 = 6,00	0,00495
9			t3 = 9,00	0,00567
10	Q2 0,0086	15	t1 = 3,00	0,00281
11			t2 = 6,00	0,00322
12			t3 = 9,00	0,00378
13		25	t1 = 3,00	0,00401
14			t2 = 6,00	0,00472
15			t3 = 9,00	0,00491
16		35	t1 = 3,00	0,00513
17			t2 = 6,00	0,00578
18			t3 = 9,00	0,00622
19	Q3 0,0145	15	t1 = 3,00	0,00303
20			t2 = 6,00	0,00367
21			t3 = 9,00	0,00423
22		25	t1 = 3,00	0,00482
23			t2 = 6,00	0,00542
24			t3 = 9,00	0,00614
25		35	t1 = 3,00	0,00652
26			t2 = 6,00	0,00721
27			t3 = 9,00	0,00832

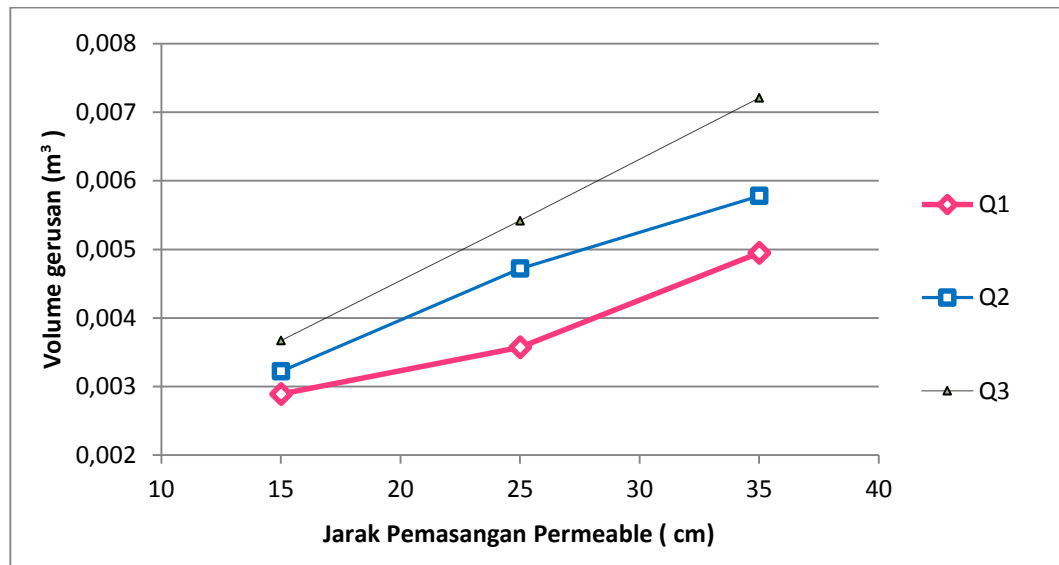


Gambar 35. Hubungan volume gerusan dengan jarak krib pengaliran 3 menit

Pada gambar 35 menunjukkan bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak 15 cm dengan nilai gerusan yaitu  $0.00202 \text{ m}^3$  dan gerusan paling besar terjadi pada jarak 35 cm dengan nilai gerusan yaitu  $0.00652 \text{ m}^3$

Pengaruh pemasangan jarak krib bamboo tipe permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran berpengaruh pada volume gerusan, dimana semakin kecil jarak pemasangan krib yang digunakan maka akan semakin kecil volume gerusan yang terjadi dan semakin besar jarak pemasangan krib yang digunakan maka semakin besar volume gerusan yang terjadi. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan dan kecepatan aliran yang datang di daerah krib bambu permeabel sehingga terjadi gerusan pada tebing di belokan saluran.

Jadi diantara ketiga jarak pemasangan krib pada gambar diatas, yang paling efektif dalam menanggulangi gerusan tebing di belokan saluran terjadi pada jarak yang paling kecil yaitu jarak 15 cm.

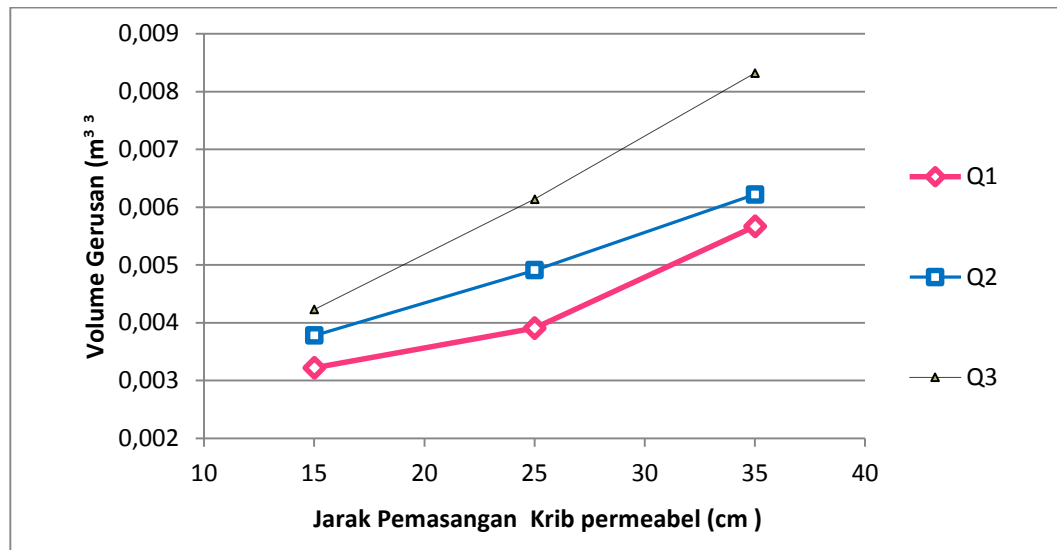


Gambar 36. Hubungan volume gerusan dengan jarak krib pengaliran 6 menit

Pada gambar 36 menunjukkan bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib yaitu jarak 15 cm dengan nilai gerusan yaitu  $0.00281 \text{ m}^3$  dan gerusan paling besar terjadi pada jarak 35 cm dengan nilai gerusan yaitu  $0.00721 \text{ m}^3$

Pengaruh pemasangan jarak krib bamboo tipe *permeabel* terhadap gerusan tebing di belokan saluran berpengaruh pada volume gerusan, dimana semakin kecil jarak pemasangan krib yang digunakan maka akan semakin kecil volume gerusan yang terjadi dan semakin besar jarak pemasangan krib yang digunakan maka semakin besar volume gerusan yang terjadi. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan dan kecepatan aliran yang datang di daerah krib bambu permeabel sehingga terjadi gerusan pada tebing di belokan saluran.

Jadi diantara ketiga jarak pemasangan krib pada gambar diatas, yang paling efektif dalam menanggulangi gerusan tebing di belokan saluran terjadi pada jarak yang paling kecil yaitu jarak 15 cm.



Gambar 37. Hubungan volume gerusan dengan jarak krib pengaliran 9 menit

Pada gambar 37 menunjukkan bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib yaitu jarak 15 cm dengan nilai gerusan yaitu  $0.00303 \text{ m}^3$  dan gerusan paling besar terjadi pada jarak 35 cm dengan nilai gerusan yaitu  $0.00832 \text{ m}^3$

Pengaruh pemasangan jarak krib bamboo tipe *permeabel* terhadap gerusan tebing di belokan saluran berpengaruh pada volume gerusan, dimana semakin kecil jarak pemasangan krib yang digunakan maka akan semakin kecil volume gerusan yang terjadi dan semakin besar jarak pemasangan krib yang digunakan maka semakin besar volume gerusan yang terjadi. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan dan kecepatan aliran yang datang di daerah krib bambu permeabel sehingga terjadi gerusan pada tebing di belokan saluran.

Jadi diantara ketiga jarak pemasangan krib pada gambar diatas, yang paling efektif dalam menanggulangi gerusan tebing di belokan saluran terjadi pada jarak yang paling kecil yaitu jarak 15 cm.

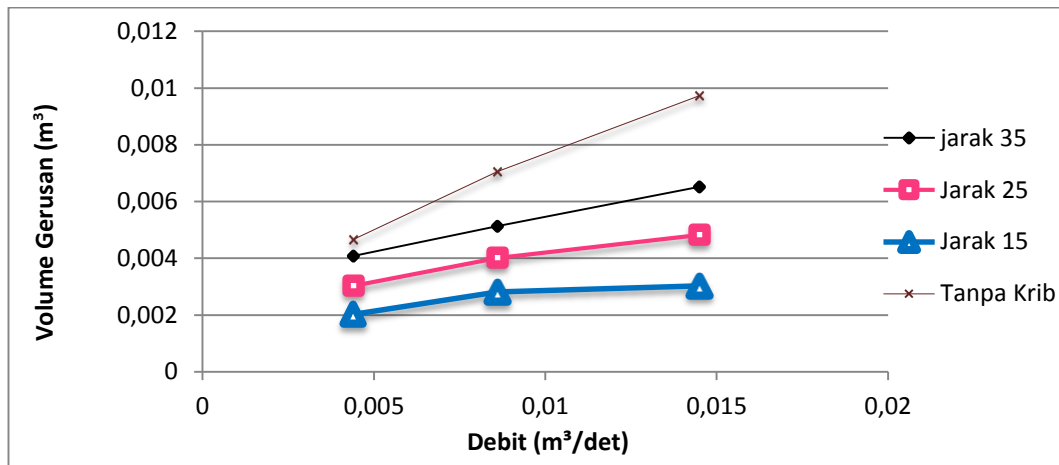


### 1. Hubungan Volume Gerusan ( $V_g$ ) dengan Debit Aliran ( $Q$ )

Berdasarkan dari data hasil penelitian di dapatkan tabel hubungan antara volume gerusan dengan debit aliran yang diperlihatkan pada tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Rekapitulasi volume gerusan dengan debit aliran.

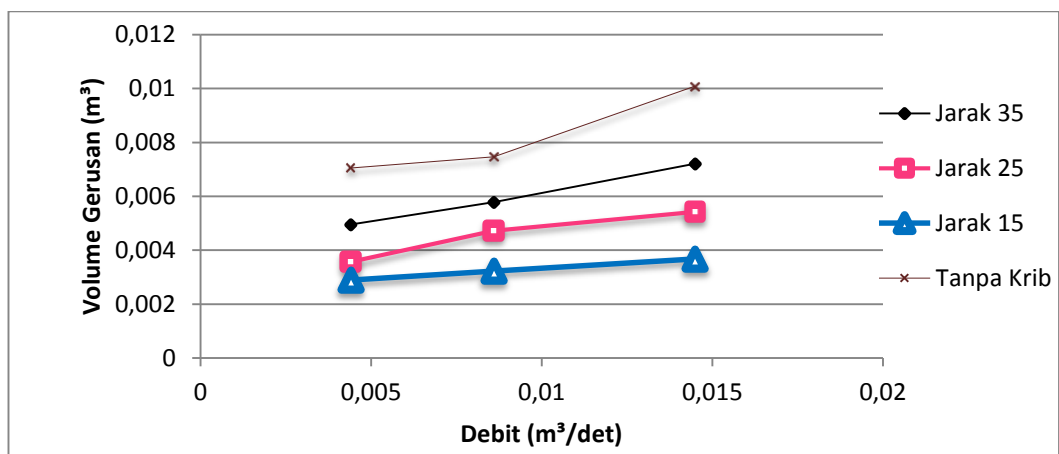
No.	Debit ( $Q$ ) m <sup>3</sup> /det	Jarak Krib (cm)	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan ( $V_g$ ) m <sup>3</sup>
1	Q1 0,0044	Tanpa Krib	t1 = 3,00	0,00466
2			t2 = 6,00	0,00705
3			t3 = 9,00	0,00752
4		15	t1 = 3,00	0,00202
5			t2 = 6,00	0,00289
6			t3 = 9,00	0,00322
7		25	t1 = 3,00	0,00303
8			t2 = 6,00	0,00357
9			t3 = 9,00	0,00391
10		35	t1 = 3,00	0,00408
11			t2 = 6,00	0,00495
12			t3 = 9,00	0,00567
13	Q2 0,0086	Tanpa Krib	t1 = 3,00	0,00706
14			t2 = 6,00	0,00746
15			t3 = 9,00	0,00761
16		15	t1 = 3,00	0,00281
17			t2 = 6,00	0,00322
18			t3 = 9,00	0,00378
19		25	t1 = 3,00	0,00401
20			t2 = 6,00	0,00472
21			t3 = 9,00	0,00491
22		35	t1 = 3,00	0,00513
23			t2 = 6,00	0,00578
24			t3 = 9,00	0,00622
25	Q3 0,0086	Tanpa Krib	t1 = 3,00	0,00973
26			t2 = 6,00	0,01009
27			t3 = 9,00	0,0117
28		15	t1 = 3,00	0,00303
29			t2 = 6,00	0,00367
30			t3 = 9,00	0,00423
31		25	t1 = 3,00	0,00482
32			t2 = 6,00	0,00542
33			t3 = 9,00	0,00614
34		35	t1 = 3,00	0,00652
35			t2 = 6,00	0,00721
36			t3 = 9,00	0,00832



Gambar 38. Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 3 menit

Pada gambar 38, dapat dilihat bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib permeabel yaitu jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0,00202 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 35 cm dengan nilai gerusan  $0,00652 \text{ m}^3$

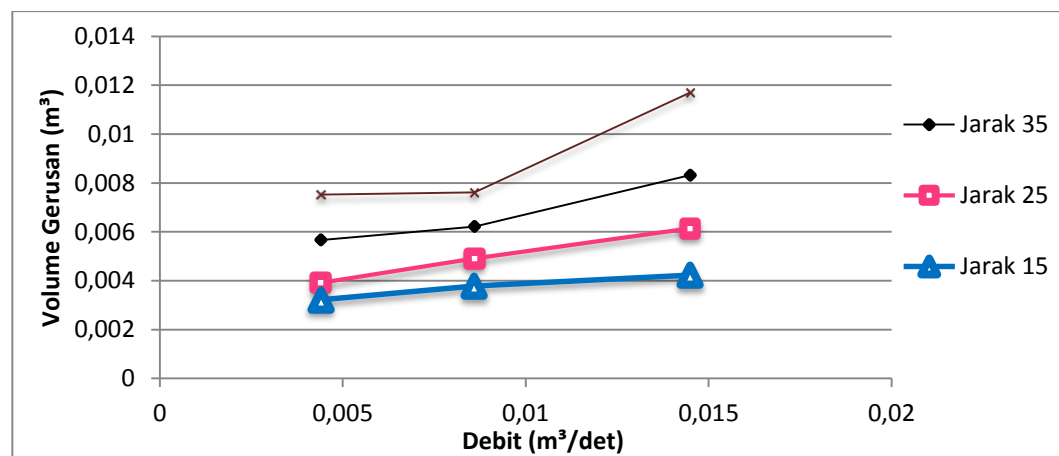
Pengaruh pemasangan jarak krib bamboo tipe permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran berpengaruh pada volume gerusan dimana semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar volume gerusan yang terjadi pada tebing di belokan saluran. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan dan kecepatan aliran yang datang di daerah krib bambu permeabel sehingga terjadi gerusan.



Gambar 39. Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 6 menit

Pada gambar 39, dapat dilihat bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib permeabel yaitu jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0,00289 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 35 cm dengan nilai gerusan  $0,00721 \text{ m}^3$

Pengaruh pemasangan jarak krib bamboo tipe *permeabel* terhadap gerusan tebing di belokan saluran berpengaruh pada volume gerusan dimana semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar volume gerusan yang terjadi pada tebing di belokan saluran. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan dan kecepatan aliran yang datang di daerah krib bambu permeabel sehingga terjadi gerusan.



Gambar 40. Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 9 menit

Pada gambar 40, dapat dilihat bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib permeabel yaitu jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0,00322 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 35 cm dengan nilai gerusan  $0,00832 \text{ m}^3$ .

Pengaruh pemasangan jarak krib bamboo tipe *permeabel* terhadap gerusan tebing di belokan saluran berpengaruh pada volume gerusan dimana semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar volume gerusan yang terjadi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang ada pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh pemasangan krib tipe *permeabel* terhadap karakteristik aliran dan tanpa pemasangan krib menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik dari super kritis ke sub kritis.
2. Pengaruh pemasangan jarak krib bambu tipe *permeabel* terhadap gerusan tebing di belokan sungai berpengaruh pada volume gerusan, dimana semakin kecil jarak pemasangan krib yang digunakan maka akan semakin kecil volume gerusan yang terjadi dan semakin besar jarak pemasangan krib yang digunakan maka semakin besar volume gerusan yang terjadi. Diantara ketiga jarak pemasangan krib, yang paling efektif dalam menanggulangi gerusan terjadi pada jarak yang paling kecil yaitu jarak 15 cm.

#### **B. Saran**

Dari pengamatan di dalam penelitian ini penulis memberikan saran – saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan pemasangan krib tidak hanya berfokus pada belokan saja sehingga dapat diperoleh penanggulangan ganguhan yang lebih efektif.
2. Diharapkan untuk selanjutnya dilakukan penelitian dan pengambilan data dibagian sebelum belokan sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. *Pengaruh Jaraj Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran (Skripsi)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Asdak Chay, 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Cahaya Yuni. 2012. *Kajian Perubahan Pola Gerusan Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit (Jurnal)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Aman Azrul, 2017. *Pengaruh Sudut Pemasangan Bangunan Krib Impermeabel Dalam Menanggulangi Gerusan Tebing Sungai (Skripsi)*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
- Dwi Lestari, Ragil. 2016. *Laporan Praktikum Teknik Irigasi*. Universitas Padjajaran Bandung.
- [http://www.slideshare.net /mobile/fretea/24-struktursungai. png](http://www.slideshare.net/mobile/fretea/24-struktursungai.png)(diunduh tanggal 12 september 2018, 13.15) Gambar bentuk morfologi sungai dimodifikasi.
- <http://civilersc09.files.wordpress.com/2012/12/tr.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 15.30) Gambar krib impermeabel.
- <http://civilersc09.files.wordpress.com/2012/12/tr.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 15.40) Gambar krib permeabel.
- <http://lifeeofnadya.blogspot.com/2017/11/pengukuran-debit-air-v-notchthompson.html?m=1.png>(diunduh pada tanggal 27 september 2018, 16.30) Gambar Sekat Ukur Thompson.
- Hardianto Bambang, dkk. 2014. *Open Channel, Closed Conduit, dan Tipe – tipe Aliran (Makalah)*. Universitas Islam Malang. Malang
- Haris M. 2013. *Studi Pola Aliran pada Krib Impermeabel di Tikungan Sungai (Skripsi)*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
- Kodatie Robert J, 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Edisi Revisi, Penerbit Andi. Yogyakarta
- LoebisJoerson, M. Eng, Drs. Soewarno, Drs Suprihadi B, 1993. *Hidrologi Sungai*. Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta

- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Teknik Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Morfologi Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mardijikoen, P., 1987. *Angkutan Sedimen*. Diklat, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta
- Marlina H Ayu. 2014. *Studi Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Jurnal)*, Universitas Sriwijaya. Palembang
- Maryono, A. 2009. *Eko-Hidrolika Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Nensi E.V Rosalina. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Cetakan ketiga, Diterbitkan oleh Erlangga, Jakarta.
- Paresa Jeni, 2015. *Studi Pngaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai (Jurnal)*. Universitas Musamus. Merauke
- Setyono Ernawan, 2007. *Krib Impermeabel sebagai Pelindung pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas di Depan Lab. Sipil UMM) (Jurnal)*, Univrsitas Muhammadiyah Malang. Malang
- SosrodarsonoSuyono.Masateru Tominang; penerjemah, Ir M. Yusuf Gayo, dkk, 2008. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta
- Suharjoko, 2008. *Metode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung terhadap Bahaya Erosi Tebing Sungai (Jurnal)*. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya
- Sunaryo dkk, 2010. *Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120° (Jurnal)*, Univrsitas Andalas. Surabaya
- Sughono, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Penerbit Nova. Bandung
- [http://sda.pu.go.id:8183/panduan/unduh-referensi-peraturan/PP\\_35\\_1991.pdf](http://sda.pu.go.id:8183/panduan/unduh-referensi-peraturan/PP_35_1991.pdf) (diakses tanggal 25-September-2018) Undang-undang Republik Indonesia, 1991.LN 1991/44; TLN No. 3445. *Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991.Sungai*

## Lampiran 1

### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran Tanpa Krib  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 20 November 2018  
 Tinggi Buakan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m							
1	Tanpa Krib	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,5	1,0	0,9	0,06	0,06	0,10	31,9	31,2	30,1	0,00466	
2				0,4	0,7	0,9	0,05	0,07	0,11	29,6	29,4	29,0		
3				0,4	1,1	1,0	0,08	0,05	0,06	28,7	28,7	28,7		
4			t2 = 6	0,1	1,3	1,2	0,06	0,07	0,10	29,4	29,3	29,0		0,00705
5				0,1	0,8	1,2	0,05	0,06	0,13	28,9	28,9	28,7		
6				0,4	1,1	1,1	0,08	0,06	0,07	28,7	28,6	28,5		
7			t3 = 9	0,1	1,1	1,1	0,06	0,07	0,10	30,2	29,9	29,6		0,00752
8				0,4	0,4	1,1	0,05	0,06	0,12	29,4	29,4	29,1		
9				0,2	1,3	1,1	0,07	0,06	0,08	28,9	28,8	28,8		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,1	0,7	1,6	0,08	0,08	0,07	30,3	30,2	29,6	0,00706	
11				0,4	0,4	1,2	0,07	0,08	0,12	29,2	29,3	29,0		
12				0,2	1,1	1,5	0,08	0,07	0,06	28,9	28,8	28,7		
13			t2 = 6	0,1	1,2	1,5	0,07	0,08	0,07	29,0	29,0	28,8	0,00746	
14				0,1	0,5	1,4	0,07	0,08	0,14	28,8	28,8	28,7		
15				0,4	1,3	1,6	0,09	0,08	0,07	28,6	28,6	28,5		
16			t3 = 9	0,1	0,7	1,9	0,08	0,08	0,07	29,6	29,4	28,9	0,00761	
17				0,4	0,2	1,4	0,07	0,08	0,14	28,8	28,8	28,7		
18				0,4	1,0	1,4	0,09	0,08	0,07	28,6	28,5	28,5		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,1	0,6	2,1	0,08	0,08	0,09	28,1	28,0	28,1	0,00973	
20				0,1	0,3	1,2	0,07	0,08	0,13	28,1	28,1	28,1		
21				0,3	1,4	1,7	0,08	0,08	0,07	28,1	28,1	28,1		
22			t2 = 6	0,1	0,5	2,0	0,07	0,08	0,07	28,2	28,2	28,1	0,01009	
23				0,3	0,5	2,1	0,06	0,09	0,14	28,1	28,1	28,1		
24				0,3	1,4	1,7	0,09	0,09	0,07	28,1	28,1	28,1		
25			t3 = 9	0,1	1,0	2,0	0,07	0,08	0,07	27,9	28,0	28,1	0,01170	
26				0,6	0,4	1,6	0,07	0,09	0,11	28,1	28,0	28,0		
27				0,6	1,4	1,8	0,08	0,06	0,06	28,0	28,0	28,1		

Keterangan Rumus :

$$Q \text{ (Thompson)} = 1,417 \times h^{5/2} = 1,417 \times 0,1^{5/2} \\ = 0,0044 \text{ m}^3/\text{det}$$



## Lampiran 2

### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Permeabel Tipe Bambu Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 35 cm  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 21 November 2018  
 Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	35	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,1	1,2	1,1	0,07	0,08	0,14	29,8	29,8	29,8	
2				0,2	1,2	0,4	0,07	0,08	0,11	28,9	28,9	28,9	0,00408
3				0,8	1,1	0,6	0,09	0,11	0,09	29,4	29,4	29,3	
4			t2 = 6	0,3	0,8	1,0	0,07	0,09	0,15	29,8	29,8	29,5	
5				0,5	1,2	0,5	0,07	0,09	0,10	29,2	29,1	29,0	0,00495
6				0,7	1	0,4	0,08	0,11	0,10	28,8	28,7	28,6	
7			t3 = 9	0,1	0,9	1,1	0,07	0,08	0,14	30,3	31,2	30,0	
8				0,6	1,1	0,5	0,08	0,10	0,11	30,0	30,0	29,8	0,00567
9				0,7	1,1	0,4	0,09	0,09	0,10	29,5	29,5	29,4	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,8	1,3	0,6	0,08	0,08	0,13	31,8	31,8	31,6	
11				0,6	1,2	0,5	0,10	0,11	0,10	31,4	31,4	31,2	0,00513
12				0,8	1,1	0,6	0,07	0,10	0,10	31,0	30,9	30,8	
13			t2 = 6	0,4	1,3	0,8	0,08	0,08	0,14	31,9	31,9	31,9	
14				0,2	1,2	0,7	0,09	0,10	0,10	31,6	31,5	31,4	0,00578
15				0,6	1,1	0,6	0,08	0,11	0,10	31,3	31,3	31,2	
16			t3 = 9	0,4	1,4	0,7	0,08	0,07	0,15	31,8	31,8	31,6	
17				0,6	1,2	0,4	0,09	0,11	0,11	31,4	31,3	31,2	0,00622
18				0,7	1,2	0,5	0,09	0,10	0,10	31,2	31,1	31,1	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,2	1,3	1,8	0,09	0,10	0,14	31,5	31,5	31,5	
20				0,2	1	1,5	0,09	0,11	0,10	31,4	31,3	31,3	0,00652
21				0,5	1,1	0,7	0,08	0,10	0,09	31,4	31,1	31,1	
22			t2 = 6	0,1	1,6	1,3	0,08	0,09	0,14	30,6	30,6	30,6	
23				0,1	1	0,8	0,09	0,11	0,10	30,4	30,4	30,4	0,00721
24				0,7	0,1	1,7	0,09	0,11	0,01	30,3	30,2	30,1	
25			t3 = 9	0,1	1,6	1,6	0,08	0,09	0,14	30,9	30,9	30,8	
26				0,1	1,4	1,2	0,09	0,11	0,10	30,7	30,6	30,6	0,00832
27				0,8	0,9	0,6	0,09	0,12	0,10	30,5	30,4	30,4	

Keterangan Rumus :

$$Q \text{ (Thompson)} = 1,417 \times h^{5/2} = 1,417 \times 0,1^{5/2}$$

$$= 0,0044 \text{ m}^3/\text{det}$$

### Lampiran 3

#### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Permeabel Tipe Bambu Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 25 cm  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 21 November 2018  
 Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	25	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,1	1,2	0,9	0,06	0,07	0,13	29,3	29,3	29,0	
2				0,3	1,1	0,6	0,07	0,10	0,09	28,8	28,8	28,8	0,00303
3				0,8	0,9	0,2	0,10	0,11	0,08	28,7	28,7	28,6	
4			t2 = 6	0,1	0,9	1,4	0,07	0,08	0,13	28,8	28,8	28,8	
5				0,3	1	0,5	0,08	0,10	0,12	28,7	28,7	28,7	0,00357
6				0,7	1,1	0,1	0,10	0,11	0,09	28,6	28,6	28,5	
7			t3 = 9	0,1	1,1	0,9	0,07	0,08	0,14	29,1	29,0	28,9	
8				0,4	0,9	0,1	0,08	0,10	0,10	28,8	28,8	28,8	0,00391
9				0,7	1	0,7	0,10	0,11	0,10	28,7	28,7	28,7	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,1	1,2	1,1	0,09	0,10	0,13	29,5	29,5	29,3	
11				0,1	1,3	0,9	0,10	0,09	0,09	29,3	29,3	29,3	0,00401
12				0,4	1,4	0,6	0,09	0,11	0,09	29,2	29,2	29,2	
13			t2 = 6	0,2	0,9	1,3	0,08	0,09	0,14	29,7	29,7	29,7	
14				0,2	1	0,8	0,09	0,11	0,10	29,6	29,6	29,6	0,00472
15				0,7	1,1	0,4	0,09	0,11	0,08	29,5	29,5	29,5	
16			t3 = 9	0,1	1,3	1,2	0,08	0,09	0,14	29,0	29,0	29,0	
17				0,2	1,2	0,7	0,10	0,11	0,08	28,9	28,9	28,9	0,00491
18				0,4	1	0,6	0,10	0,08	0,10	28,9	28,9	28,9	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,3	1,1	1,5	0,08	0,08	0,14	28,8	28,7	28,7	
20				0,2	0,9	1,3	0,09	0,12	0,10	28,7	28,7	28,7	0,00482
21				0,5	1	0,9	0,10	0,11	0,08	28,7	28,7	28,7	
22			t2 = 6	0,3	0,8	1,6	0,09	0,08	0,12	29,7	29,7	29,7	
23				0,2	0,9	1,4	0,09	0,12	0,08	29,6	29,6	29,6	0,00542
24				0,3	1	0,7	0,10	0,11	0,09	29,6	29,6	29,6	
25			t3 = 9	0,3	1,1	1,5	0,09	0,09	0,12	29,2	29,2	29,2	
26				0,2	1,1	1,3	0,09	0,12	0,10	29,1	29,1	29,1	0,00614
27				0,4	0,7	1,1	0,10	0,11	0,10	29,1	29,1	29,1	

Keterangan Rumus :

$$Q \text{ (Thompson)} = 1,417 \times h^{5/2} = 1,417 \times 0,1^{5/2}$$

$$= 0,0044 \text{ m}^3/\text{det}$$

## Lampiran 4

## TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Permeabel Tipe Bambu Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 15 cm  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 21 November 2018  
 Tinggi Bukaannya Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m							
1	15	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,1	0,8	1,0	0,06	0,08	0,14	30,0	30,1	30,1	0,00202	
2				0,3	0,9	0,7	0,07	0,09	0,10	29,7	29,6	29,6		
3				0,4	1,0	0,5	0,09	0,10	0,10	29,6	29,6	29,6		
4			t2 = 6	0,2	0,7	1,2	0,06	0,07	0,14	30,8	30,5	30,2		0,00289
5				0,2	0,8	0,6	0,07	0,09	0,12	30,7	29,9	29,0		
6				0,5	0,9	0,6	0,09	0,09	0,09	29,6	29,5	29,6		
7			t3 = 9	0,1	1,1	1,3	0,06	0,08	0,12	31,0	30,8	30,7		0,00322
8				0,3	1,1	0,4	0,09	0,10	0,11	30,6	30,6	30,5		
9				0,0	1,0	0,3	0,09	0,09	0,10	30,5	30,4	30,3		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,1	0,8	1,2	0,08	0,09	0,14	31,6	30,6	30,5	0,00281	
11				0,3	1,1	0,6	0,07	0,11	0,09	30,3	30,3	30,2		
12				0,6	1,4	0,6	0,08	0,09	0,08	30,2	30,2	30,3		
13			t2 = 6	0,3	0,6	1,2	0,09	0,10	0,15	30,5	30,4	30,3	0,00322	
14				0,4	0,8	0,9	0,10	0,11	0,09	30,1	30,0	29,9		
15				0,8	0,9	0,3	0,08	0,10	0,10	29,9	29,9	29,9		
16			t3 = 9	0,1	0,9	0,7	0,08	0,09	0,11	29,4	29,4	29,4	0,00378	
17				0,5	1,1	0,6	0,10	0,09	0,10	29,3	29,3	29,3		
18				0,8	1,2	0,5	0,09	0,10	0,11	29,3	29,3	29,3		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,3	0,9	1,3	0,10	0,10	0,15	29,8	29,8	29,8	0,00303	
20				0,4	1,2	1,0	0,08	0,12	0,10	29,6	29,6	29,6		
21				0,8	0,9	0,6	0,09	0,10	0,10	29,5	29,5	29,5		
22			t2 = 6	0,3	0,8	1,2	0,08	0,09	0,10	29,6	29,6	29,6	0,00367	
23				0,3	1,1	0,9	0,05	0,08	0,08	29,6	29,5	29,5		
24				0,4	0,9	0,8	0,06	0,08	0,07	29,5	29,5	29,5		
25			t3 = 9	0,3	0,9	1,3	0,10	0,09	0,10	29,5	29,4	29,3	0,00423	
26				0,3	1,1	1,2	0,09	0,10	0,09	29,3	29,3	29,2		
27				0,5	1,0	0,8	0,08	0,10	0,10	29,2	29,2	29,2		

Keterangan Rumus :

$$Q \text{ (Thompson)} = 1,417 \times h^{5/2} = 1,417 \times 0,1^{5/2} \\ = 0,0044 \text{ m}^3/\text{det}$$



## Lampiran 6

Tabel Kedalaman Gerusan Dengan Jarak Pemasangan Krib 15 cm

Topografi Debit Q1 =																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-13	-11	-9	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-16	-13	-11	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-12	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-12	-7	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-9	-6	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-11	-6	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-11	-6	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-15	-10	-6	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-22	-15	-10	-6
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-15	-10
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-18	-14
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Topografi Debit Q2 =																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-13	-10	-9	-7	-6	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-16	-12	-11	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-9	-8	-6	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-13	-8	-4	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-6	-4	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-8	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-8	-6	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-7	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-13	-9	-6	-3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-13	-9	-3
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-24	-18	-13	-9
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-17	-14
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-17
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-24
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Topografi Debit Q3 =																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-14	-12	-9	-8	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-13	-11	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-14	-11	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-9	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-11	-6	-3	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-6	-4	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-8	-5	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-13	-9	-5	0	0
13	-11	-13	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-12	-8	-6	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-23	-12	-8	-4	-4
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-15	-11	-8
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-20	-17	-12
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-17	-13
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-13
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

## Lampiran 7

Tabel Kedalaman Gerusan Dengan Jarak Pemasangan Krib 25 cm

Topografi Debit Q3 =																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-12	-10	-9	-8	-6	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-14	-11	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-11	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-12	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-11	-6	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-10	-6	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-14	-10	-5	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-15	-10	-5	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-24	-20	-14	-9	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-20	-14	-9
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-20
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-19
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Topografi Debit Q2 =																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-15	-13	-11	-9	-7	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-17	-14	-11	-7	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-12	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-13	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-15	-4	-5	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-13	-8	-4	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-9	-6	-4	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-9	-7	-4	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-5	-3	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-15	-11	3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-24	-26	-9	-7
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-15	-11
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-15
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-20
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-28
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Topografi Debit Q3 =																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-16	-13	-10	-9	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-15	-12	-11	-8	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-12	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-9	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-11	-6	-3	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-10	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-9	-4	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-19	-14	-10	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-24	-15	-10	-5	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-18	-16	-8	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19	-15	-8
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-23	-18	-13
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-17
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30



## Lampiran 9

## TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran Tanpa Krib  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 20 November 2018  
 Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	tanpa Krib (°)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) m/det	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	tanpa Krib	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0,80	Y0 = 0,073	31,07	
2				V1 = 0,67	Y1 = 0,077	29,33	0,00466
3				V2 = 0,83	Y2 = 0,063	28,70	
4			t2 = 6	V0 = 0,87	Y0 = 0,077	29,23	
5				V1 = 0,70	Y1 = 0,080	28,83	0,00705
6				V2 = 0,87	Y2 = 0,070	28,60	
7			t3 = 9	V0 = 0,77	Y0 = 0,077	29,90	
8				V1 = 0,63	Y1 = 0,077	29,30	0,00752
9				V2 = 0,87	Y2 = 0,070	28,83	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0,80	Y0 = 0,077	30,03	
11				V1 = 0,67	Y1 = 0,090	29,17	0,00706
12				V2 = 0,93	Y2 = 0,070	28,80	
13			t2 = 6	V0 = 0,93	Y0 = 0,073	28,93	
14				V1 = 0,67	Y1 = 0,097	28,77	0,00746
15				V2 = 1,10	Y2 = 0,080	28,57	
16			t3 = 9	V0 = 0,90	Y0 = 0,077	29,30	
17				V1 = 0,67	Y1 = 0,097	28,77	0,00761
18				V2 = 0,93	Y2 = 0,080	28,53	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0,93	Y0 = 0,083	28,07	
20				V1 = 0,53	Y1 = 0,093	28,10	0,00973
21				V2 = 1,13	Y2 = 0,077	28,10	
22			t2 = 6	V0 = 0,87	Y0 = 0,073	28,17	
23				V1 = 0,97	Y1 = 0,097	28,10	0,01009
24				V2 = 1,13	Y2 = 0,083	28,10	
25			t3 = 9	V0 = 1,03	Y0 = 0,073	28,00	
26				V1 = 0,87	Y1 = 0,090	28,03	0,0117
27				V2 = 1,27	Y2 = 0,067	28,03	



### Lampiran 10

#### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 35 cm

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 22November 2018

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	
				Kecepatan (V) m/det	Kedalaman Aliran (Y) m			
1	35	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0,800	Y0 = 0,097	29,80	0,00408	
2				V1 = 0,600	Y1 = 0,087	28,90		
3				V2 = 0,833	Y2 = 0,097	29,37		
4			t2 = 6	V0 = 0,700	Y0 = 0,103	29,70		0,00495
5				V1 = 0,733	Y1 = 0,087	29,10		
6				V2 = 0,700	Y2 = 0,097	28,70		
7			t3 = 9	V0 = 0,700	Y0 = 0,097	30,50		0,00567
8				V1 = 0,733	Y1 = 0,097	29,93		
9				V2 = 0,733	Y2 = 0,093	29,47		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0,900	Y0 = 0,097	31,73	0,00513	
11				V1 = 0,767	Y1 = 0,103	31,33		
12				V2 = 0,833	Y2 = 0,090	30,90		
13			t2 = 6	V0 = 0,833	Y0 = 0,100	31,90	0,00578	
14				V1 = 0,700	Y1 = 0,097	31,50		
15				V2 = 0,767	Y2 = 0,097	31,27		
16			t3 = 9	V0 = 0,833	Y0 = 0,100	31,73	0,00622	
17				V1 = 0,733	Y1 = 0,103	31,30		
18				V2 = 0,800	Y2 = 0,097	31,13		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 1,100	Y0 = 0,110	31,50	0,00652	
20				V1 = 0,900	Y1 = 0,100	31,33		
21				V2 = 0,767	Y2 = 0,090	31,20		
22			t2 = 6	V0 = 1,000	Y0 = 0,103	30,60	0,00721	
23				V1 = 0,633	Y1 = 0,100	30,40		
24				V2 = 0,833	Y2 = 0,070	30,20		
25			t3 = 9	V0 = 1,100	Y0 = 0,103	30,87	0,00832	
26				V1 = 0,900	Y1 = 0,100	30,63		
27				V2 = 0,767	Y2 = 0,103	30,43		

## Lampiran 11

## TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 25 cm  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 22 November 2018

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	
				Kecepatan (V) m/det	Kedalaman Aliran (Y) m			
1	25	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0,73	Y0 = 0,087	29,20	0,00303	
2				V1 = 0,67	Y1 = 0,087	28,80		
3				V2 = 0,63	Y2 = 0,097	28,67		
4			t2 = 6	V0 = 0,80	Y0 = 0,093	28,80		0,00357
5				V1 = 0,60	Y1 = 0,100	28,70		
6				V2 = 0,63	Y2 = 0,100	28,57		
7			t3 = 9	V0 = 0,70	Y0 = 0,097	29,00		0,00391
8				V1 = 0,47	Y1 = 0,093	28,80		
9				V2 = 0,80	Y2 = 0,103	28,70		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0,80	Y0 = 0,107	29,43	0,00401	
11				V1 = 0,77	Y1 = 0,093	29,30		
12				V2 = 0,80	Y2 = 0,097	29,20		
13			t2 = 6	V0 = 0,80	Y0 = 0,103	29,70	0,00472	
14				V1 = 0,67	Y1 = 0,100	29,60		
15				V2 = 0,73	Y2 = 0,093	29,50		
16			t3 = 9	V0 = 0,87	Y0 = 0,103	29,00	0,00491	
17				V1 = 0,70	Y1 = 0,097	28,90		
18				V2 = 0,67	Y2 = 0,093	28,90		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0,97	Y0 = 0,100	28,73	0,00482	
20				V1 = 0,80	Y1 = 0,103	28,70		
21				V2 = 0,80	Y2 = 0,097	28,70		
22			t2 = 6	V0 = 0,90	Y0 = 0,097	29,70	0,00542	
23				V1 = 0,83	Y1 = 0,097	29,60		
24				V2 = 0,67	Y2 = 0,100	29,60		
25			t3 = 9	V0 = 0,97	Y0 = 0,100	29,20	0,00614	
26				V1 = 0,87	Y1 = 0,103	29,10		
27				V2 = 0,73	Y2 = 0,103	29,10		

## Lampiran 12

## TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 15 cm  
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
 Hari/Tanggal : 22 November 2018

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	
				Kecepatan (V) m/det	Kedalaman Aliran (Y) m			
1	15	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0,63	Y0 = 0,093	30,07	0,00202	
2				V1 = 0,63	Y1 = 0,087	29,63		
3				V2 = 0,63	Y2 = 0,097	29,60		
4			t2 = 6	V0 = 0,70	Y0 = 0,090	30,50		0,00289
5				V1 = 0,53	Y1 = 0,093	29,87		
6				V2 = 0,67	Y2 = 0,090	29,57		
7			t3 = 9	V0 = 0,83	Y0 = 0,087	30,83		0,00322
8				V1 = 0,60	Y1 = 0,100	30,57		
9				V2 = 0,43	Y2 = 0,093	30,40		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0,70	Y0 = 0,103	30,90	0,00281	
11				V1 = 0,67	Y1 = 0,090	30,27		
12				V2 = 0,87	Y2 = 0,083	30,23		
13			t2 = 6	V0 = 0,70	Y0 = 0,113	30,40	0,00322	
14				V1 = 0,70	Y1 = 0,100	30,00		
15				V2 = 0,67	Y2 = 0,093	29,90		
16			t3 = 9	V0 = 0,57	Y0 = 0,093	29,40	0,00378	
17				V1 = 0,73	Y1 = 0,097	29,30		
18				V2 = 0,83	Y2 = 0,100	29,30		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0,83	Y0 = 0,117	29,80	0,00303	
20				V1 = 0,87	Y1 = 0,100	29,60		
21				V2 = 0,77	Y2 = 0,097	29,50		
22			t2 = 6	V0 = 0,77	Y0 = 0,090	29,60	0,00367	
23				V1 = 0,77	Y1 = 0,070	29,53		
24				V2 = 0,70	Y2 = 0,070	29,50		
25			t3 = 9	V0 = 0,83	Y0 = 0,097	29,40	0,00423	
26				V1 = 0,87	Y1 = 0,093	29,27		
27				V2 = 0,77	Y2 = 0,093	29,20		

### Lampiran 13

#### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)  
 Tahapan Penelitian : Volume Gerusan Tanpa Krib dan dengan pemasangan krib permeabel  
 Lokasi Penelitian :Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

No.	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>											
			Tanpa Krib	Krib Jarak 35 cm	Krib Jarak 25 cm	Krib Jarak 15 cm								
1	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,00466	0,00408	0,00303	0,00202								
2														
3														
4		t2 = 6												
5							0,00705	0,00495	0,00357	0,00289				
6														
7														
8		t3 = 9					0,00752	0,00567	0,00391	0,00322				
9														
10														
11	Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,00706	0,00513	0,00401	0,00281								
12														
13														
14		t2 = 6					0,00746	0,00578	0,00472	0,00322				
15														
16														
17		t3 = 9									0,00761	0,00622	0,00491	0,00378
18														
19														
20	Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,00973	0,00973	0,00482	0,00303								
21														
22														
23		t2 = 6					0,01009	0,00721	0,00542	0,00367				
24														
25														
26		t3 = 9									0,0117	0,00832	0,00614	0,00423
27														

**Lampiran 14****Tabel Viskositas Kinematik sebagai Hubungan Fungsi Suhu**

T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(°)
$\nu$	1,75	1,52	1,31	1,14	1,01	0,9	0,8	0,72	0,65	$10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$

Sumber : (Mardjikoen, 1987)

## Lampiran 15

### Cara Pengolahan Data

Adapun data hasil penelitian dari hasil pengamatan di laboratorium adalah sebagai berikut :

Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu ( $h$ ) = 10 cm

Dimana :  $h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

$$\text{Rumus : } Q = \frac{8}{15} C d. \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} h^{5/2}$$

$$Q = \frac{8}{15} 0,62 \cdot \operatorname{tg} \frac{90}{2} \sqrt{2 \cdot 9,8} h^{5/2}$$

$$Q = 1,417 \times h^{5/2}$$

$$Q = 1,417 \times 0,1^{5/2}$$

$$= 0,0044 \text{ m}^3/\text{det}$$

Berdasarkan data – data hasil penelitian diatas maka dapat dihitung bilangan *Froude* (Fr) dan bilangan *Reynold* (Re) pada sudut  $45^\circ$  sebagai berikut.

Pehitungan Luas Penampang (A)

$$\text{Rumus : } A = A = (B + my)y$$

Dimana :  $B = 0,3 \text{ m}$ ,  $y = (0,083+0,083+0,080)/3 = 0,082 \text{ m}$ ,  $m = 0,5 \text{ m}$

$$A = (0,30 + 0,5 \times 0,083) \times 0,083 = 0,0280 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

$$\text{Rumus : } P = B + 2 \cdot y \sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,3 + 2 \cdot 0,082 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,484 \text{ m}$$

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

Rumus :  $R = A/P$

$$R = 0,0280/0,484 = 0,058 \text{ m}$$

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

Rumus :  $F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gY}}$

$$F_R = \frac{1,067}{\sqrt{9,8 \cdot 0,082}} = 1,188$$

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

Rumus :  $Re = \frac{VR}{\nu}$

Dimana :  $\nu = 0,000000812$  (29,389°)

$$Re = \frac{1,07 \cdot 0,058}{0,000000812} = 76124,450$$

Untuk perhitungan Bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* pada setiap tanpa pemasangan dan pemasangan krib semi permeabel dengan sudut yang berbeda dapat dilihat pada tabel – tabel halaman 45 sampai halaman 47.

## Lampiran 16

### Karakteristik Material Tanah

Karakteristik material Tanah digunakan dalam penelitian ini adalah tanah urugan dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dan gradasi ukuran butiran yang disajikan pada tabel 4 dan gambar 23 dibawah ini.

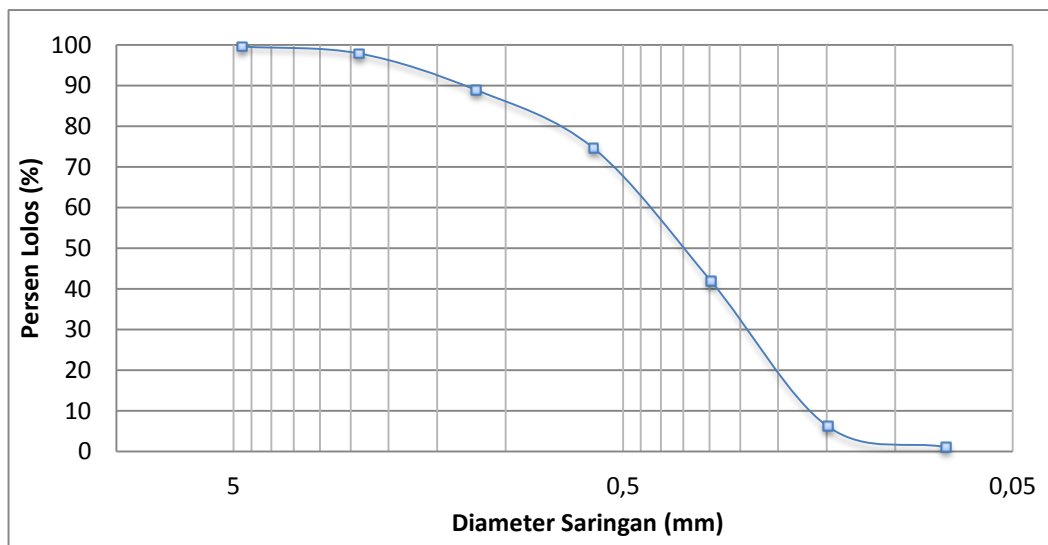
Tabel 4. Tabel hasil perhitungan analisa saringan

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (Gram)	Berat Komulatif (Gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,76	4	4	0,4	99,6
8	2,38	17	21	2,1	97,9
16	1,19	90	111	11,1	88,9
40	0,595	143	254	25,4	74,6
50	0,297	327	581	58,1	41,9
100	0,149	357	938	93,8	6,2
200	0,074	51	989	98,9	1,1
Pan	-	11	1000	100	0

Pada tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan analisa saringan pada tanah yang digunakan dengan sampel berat kumulatif/total sampel tanah sebelum di saring adalah 1000 gram. Pada pengujian tersebut di peroleh data hasil uji



saringan dari berbagai no. saringan yang digunakan, yaitu berat tertahan, persen (%) tertahan dan persen (%) lolos yang ada pada setiap no saringan. Hasil data yang akan diambil untuk menentukan jenis tanahnya adalah berat terbesar yang tertahan yaitu di no. saringan 100.



Gambar 23. Gradasi ukuran butiran tanah (sampel)

Pada gambar 21 di atas diperoleh gradasi ukuran butiran tanah yang telah disaring pada berbagai no saringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sand* (tanah berpasir halus) berdasarkan klasifikasi ukuran butir sedimen menurut Wentworth. Dimana diameter partikel *sand* adalah (0,25 – 0,125).

**Lampiran 17****Pembersihan Lokasi Penelitian**

Proses Pembersihan Lokasi Penelitian

**Penimbunan dan Pematatan Tanah**

Proses Penimbangan sampel tanah



. Proses Penyaringan

**Lampiran 18**

**Penimbunan dan Pematatan Tanah**



Proses Pembentukan Lokasi Penelitian



Proses Pematatan Timbunan

**Pembuatan Model Saluran**



Proses Penggalian Saluran



Pembentukan Kemiringan Saluran



**Lampiran 19**



Denah Saluran

**Pembuatan Bak Penampungan**



Proses Pembuatan Bak Penampungan



Bak Penampungan

**Lampiran 20**

**Pembuatan Pintu Thompson (V-Notch)**



Proses Rancangan Pelimpah Thompson



Proses Pembuatan Pelimpah Thompson

**Perakitan Krib**



Proses Pembuatan Krib Semi Permeabel



Model Krib Semi Permeabel



**Lampiran 21**

**Pemasangan Krib pada Tikungan Saluran**



Proses Pemasangan Krib Semi Permeabel



Model Pemasangan

**Running dan Pengambilan Data**



Proses Pengukuran Kecepatan dengan *Flow Watch*



Proses Pengukuran Kedalaman aliran



Proses Pengaliran



Alat Ukur Kecepatan *Flow Watch*



Proses Pencatatan Hasil Kecepatan



Hasil Gerusan saat pemasangan Krib



## Lampiran 22



Proses Pemasangan Grid



Proses Pengukuran Tofografi Saluran