

**SKRIPSI**

**PENGARUH JARAK KRIB KAYU TIPE IMPERMEABEL  
TERHADAP GERUSAN DI BELOKAN TEBING SUNGAI  
(STUDI EKSPERIMENTAL)**



Oleh :

**HAIRIL ANWAR**  
**105 81 2271 14**

**ERWIN IDRUS**  
**105 81 2276 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

### **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 JARAK KRIB KAYU TIPE IMPERMEABEL TERHADAP GERUSAN DI BELOKAN TEBING SUNGAI (Studi Eksperimental)

Nama : HAIRIL ANWAR

ERWIN IDRUS

No. Stambuk : 105 81 2271 14

105 81 2276 14

Makassar, 09 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, ST., MT

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT

NBM: 1163 084



**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>

**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama Hairil Anwar dengan nomor induk Mahasiswa 10581227114 dan Erwin Idrus dengan nomor induk Mahasiswa 10581227614, 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..

Makassar, 04 Jumadil Akhir 1440 H  
09 Februari 2019 M

Panitia Ujian :

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

b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MM

3. Anggota

1. Dr. Ir. Nenny, ST., MT

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

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

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, ST., MT

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT

NBM : 855 500

## KATA PENGANTAR



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

Hasil Penelitian 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 Jarak Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan hasil penelitian 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 – perhitungannya. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Hasil penelitian ini sebagai tugas akhir 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. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Bapak A. Makbul Syamsul, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr.Ir. Hj. Ratna Musa, M.T. selaku Pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, S.T., M.T. selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. 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.
5. Anggota Sepenelitian, Juju, Iman, Syafaat, Kurni, Anita, Yuyu, Gul, Budi, Novi, Atma, Akbar, dan Risman, atas *support*, bantuan dan kerja samanya hingga hasil penelitian sebagai tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Saudara – saudaraku serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan Vektor 2014 yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan hasil penelitian sebagai tugas akhir ini.
7. 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.

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

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

Makassar, ... ..... 2019

Penulis

**PENGARUH JARAK KRIB KAYU TIPE IMPERMEABEL TERHADAP  
GERUSAN DI BELOKAN TEBING SUNGAI  
(STUDI EKSPERIMENTAL)**

**Hairil Anwar<sup>1)</sup> dan Erwin Idrus<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
hairila442@gmail.com*

*<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
erwin.idrus09@gmail.com*

**Abstrak**

Pengaruh Jarak Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Tebing di Belokan Sungai (Studi Eksperimental). Dibimbing oleh Ratna Musa dan Amrullah Mansida. Penelitian ini bertujuan mendapatkan pengaruh bangunan krib kayu terhadap karakteristik aliran dan pengaruh jarak krib kayu terhadap gerusan dalam bentuk hubungan grafik. Penelitian ini menggunakan pemodelan krib dengan memvariasikan jarak krib impermeable yang dialiri air dengan menghidupkan pompa dari sumber dengan debit tertentu sampai pada kondisi aliran seragam atau kondisi stabil sudah tercapai. Setelah itu, dimulai proses pengamatan awal gerusan tebing sungai sampai sudah tidak terjadi lagi gerusan pada tebing, lalu, dilakukan pengambilan data gerusan tebing sungai pada tiap segmen sebelum dan sesudah dipasang krib. Kemudian di olah dengan Hasil simulasi menggambarkan pengaruh pemasangan krib kayu tipe impermeabel menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik dari sub kritis ke super kritis, sedangkan kekentalan aliran tetap pada rentan turbulen. Pemasangan jarak krib kayu tipe impermeabel dengan jarak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm berpengaruh terhadap penurunan volume pada gerusan tebing di belokan sungai. Namun diantara ketiga pemasangan krib kayu tipe impermeabel, pengaruh yang terbesar terhadap penurunan volume gerusan terjadi pada jarak 30 cm.

**Kata kunci :** jenis aliran, gerusan, krib

*Abstract*

Effect of Distance of Impermeable Type of Wood Crib on Cliff Scour in River Turns (Experimental Study). Guided by Ratna Musa and Amrullah Mansida. This study aims to obtain the effect of building wooden cribs on flow characteristics and the effect of distance of wood cribs on scour in the form of graphic relationships. This study uses crib modeling by varying the impermeable distance of the crib flowed by turning the pump from a source with a certain discharge until uniform flow conditions or stable conditions have been reached. After that, the initial process of scouring the river cliff begins until there is no more scouring on the cliffs, then the river cliff scouring is carried out in each segment before and after the crib is installed. Then it is processed. The simulation results illustrate the effect of the installation of impermeable type wooden cribs causing changes in flow characteristics at several points from sub-critical to super-critical, while the viscosity of the fixed flow at turbulent susceptibility. Installation of distance of impermeable type wood crib with a distance of 20 cm, 25 cm, and 30 cm influences the decrease in volume on the scour of a cliff at the river bend. But among the three impermeable type wood crib installations, the greatest influence on scour volume volume occurred at a distance of 30 cm.

Keywords: type of flow, scour, crib

**DAFTAR ISI**

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI SINGKATAN.....</b>	<b>xii</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 .....	8
4. Bentuk – Bentuk Sungai.....	9
5. Struktur Sungai.....	10
B. Hidrolika Sungai .....	12
1. Sifat – sifat Aliran .....	12
2. Regime Aliran .....	15
3. Kecepatan Aliran.....	16
4. Debit Aliran.....	17
5. Perilaku Aliran .....	19
C. Hukum Dasar Skala Model .....	20
1. Model Eksperimental .....	20
2. Model Prototipe.....	21
3. Model Numerik.....	21
D. Proses Erosi Pada Tebing Sungai.....	21
E. Bangunan Krib .....	22
1. Definisi Krib.....	22
2. Konstruksi Krib.....	23
3. Klasifikasi Krib .....	25
4. Fungsi Krib.....	27
5. Perencanaan Krib .....	28
6. Formasi Krib .....	29
7. Dimensi Krib.....	29
F. Matriks Penelitian Terdahulu.....	32



<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	36
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	36
C. Alat dan Bahan .....	37
1. Alat .....	37
2. Bahan .....	37
D. Variabel Penelitian .....	38
E. Tahapan Penelitian .....	38
1. Persiapan .....	38
2. Perencanaan Model .....	38
3. Pembuatan Model .....	42
4. Pengambilan Data .....	42
5. Metode Analisis .....	43
F. Bagan Alur Penelitian .....	44
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>45</b>
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian.....	45
B. Analisa Data Debit Thompson .....	46
C. Perhitungan Karakteristik Aliaran.....	46
D. Perhitungan Kekentalan Aliran .....	50
E. Kontur Pola Gerusan Pada Jarak Pemasangan Krib Impermeabel ....	56
1. Kontur Sebelum Pengaliran .....	56
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q1 .....	57

3. Kontur Pola Gerusan Pada Q2 .....	58
4. Kontur Pola Gerusan Pada Q3 .....	59
F. Analisis Pengaruh Jarak Pemasangan Krib Impermeabel .....	60
1. Analisis Debit Aliran dengan Volume Gerusan .....	60
2. Analisis Hubungan Debit Alirandengan Voume Gerusan .....	61
3. Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan .....	63
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
A. Kesimpulan.....	65
B. Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPRAN .....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

No.	(Halaman)
1	: Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai ..... 8
2	: Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah..... 9
3	: Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi..... 10
4	: Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran ..... 17
5	: Distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam saluran ..... 17
6	: Konstruksi sekat Ukur Thompson atau V-notch ..... 18
7	: Konstruksi krib tiang pancang ..... 24
8	: Konstruksi krib rangka ..... 24
9	: Konstruksi krib blok beton..... 25
10	: Konstruksi krib <i>permeable</i> ..... 26
11	: Konstruksi krib <i>impermeable</i> ..... 27
12	: Formasi Krib ..... 29
13	: Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai..... 30
14	: Denah Saluran ..... 38
15	: Potongan Memanjang Saluran ..... 39
16	: Potongan Melintang Saluran ..... 39
17	: Potongan Melintang Krib ..... 40
18	: Model Krib Jarak 30 cm..... 40
19	: Detail Denah Saluran ..... 41
20	: Bagan Alur Penelitian ..... 44
21	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Froude tanpa Krib ... 46

22	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Froude Jarak 20 cm.	47
23	:Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Froude Jarak 25 cm..	48
24	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Froude Jarak 30 cm.	49
25	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Reynoldtanpa Krib..	50
26	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Reynold Jarak 20 cm ...	51
27	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Reynold Jarak 25 cm ...	52
28	: Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan Reynold Jarak 30 cm ...	53
29	: Kontur Sebelum Pengaliran .....	56
30	: Kontur Tanpa Pemasangan Krib Q1 .....	57
31	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 20 cm Q1 .....	57
32	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q1 .....	57
33	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 30 cm Q1 .....	57
34	: Kontur Tanpa Pemasangan Krib Q2 .....	58
35	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 20 cm Q2 .....	58
36	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q2 .....	58
37	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 30 cm Q2 .....	58
38	: Kontur Tanpa Pemasangan Krib Q3 .....	59
39	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 20 cm Q3 .....	59
40	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q3 .....	59
41	: Kontur Pemasangan Krib Jarak 30 cm Q3 .....	59
42	:Grafik hubungan debit dengan volume gerusan tanpa krib .....	60
43	:Grafik hubungan debit dengan volume gerusan dengan krib.....	62

**DAFTAR PERSAMAAN**

No.		(Halaman)
1	: Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i> .....	13
2	: Menghitung Bilangan Bilanagan <i>Froude</i> .....	15
3	: Persamaan Menghitung Debit .....	18
4	: Persamaan Menghitung Debit dengan pintu Thompson .....	18
5	: Persamaan Jarak Antar Krib.....	31
6	: Persamaan <i>Chezy</i> .....	31

## DAFTAR TABEL

No.	(Halaman)
1	: Arah aliran dan sudut sumbu krib. .... 30
2	: Tabel bazin untuk koefisien pada kekasaran dinding..... 31
3	: Tabel Matriks Penelitian Terdahulu ..... 32
4	: Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson ..... 46
6	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) tanpa pemasangan krib ..... 46
7	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan jarak krib 20 cm ..... 47
8	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan jarak krib 25 cm ..... 48
9	: Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan jarak krib 30 cm ..... 49
10	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) Tanpa pemasangan krib ..... 50
11	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan jarak krib 20 cm ..... 51
12	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan jarak krib 25 cm ..... 52
13	: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan jarak krib 30 cm ..... 53
14	: Rekapitulasi Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> dan Bilangan <i>Reynold</i> ..... 55
15	: Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan tanpa krib ..... 60
16	: Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan adanya krib .... 61
17	: Rekapitulasi Perhitungan Persentase Volume Gerusan ..... 63

**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 sedikitnya 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.573 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km<sup>2</sup> (Lingkungan Hidup Indonesia, 2009)

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 keadaan ini perlu dijaga agar tetap berada pada kondisi yang baik.

Kerusakandaerah 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. Gejala kerusakan daerah aliran sungai dapat dilihat dari penyusutan luas hutan dan kurusakan lahan terutama kawasan lindung di sekitar daerah aliran sungai yang biasanya disertai pula dengan proses erosi dan pengendapan.

Erosi tebing sungai terjadi sebagai akibat pengikisan tebing oleh air yang mengalir dari bagian atas atau oleh terjangan arus air yang kuat pada kelokan sungai. Erosi tebing akan lebih hebat jika vegetasi penutup tebing telah habis atau



jika dilakukan pengelolaan terlalu dekat dengan tebing sungai. (Sintanala Arsyad, 1989 :32).

Gerusan merupakan penurunan dasar sungai karena erosi di bawah permukaan alami atau datum yang diasumsikan (Legono, 1990).

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 pinggiran sungai (Azrul Aman &Lisdiana, 2017).

Pengendalian gerusan sungai yang ada kebanyakan berupa bangunan yang mahal, masif dan tidak alami, selain itu dapat bersifat merusak, mengotori dan tidak bersahabat dengan lingkungan,maka pengendalian gerusan sungai yang cocok adalah dengan berwawasan lingkungan sala satunya menggunakan bangunan krib yang terbuat dari kayu dimana sangat murah, mudah dilaksanakan, 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 sudut 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 menggunakan kayu sebagai krib, maka dari itu penulis akan mengadakan penelitian dengan judul:“**Pengaruh Jarak Bangunan Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan DiBelokan Tebing Sungai**”.

## **B. Rumusan Masalah**

- 1) Bagaimana pengaruh bangunan krib kayu terhadap karakteristik alirannya di daerah sekitar belokan tebing sungai?
- 2) Bagaimana pengaruh jarak krib kayu terhadap gerusan di belokan tebing sungai?

## **C. Tujuan Penelitian**

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

- 1) Mengetahui pengaruh bangunan krib kayu terhadap karakteristik alirannya di daerah sekitar belokan tebing sungai.
- 2) Mengetahui pengaruh jarak krib kayu terhadap gerusan di belokan tebing sungai.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat khususnya bagi penulis tentang cara penanggulangan gerusan di belokan tebing sungai tipe impermeabel menggunakan kayu.
- 2) Dapat digunakan oleh mahasiswa lain dalam menanggulangi gerusan tebing sungai menggunakan bangunan krib impermeabel 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 kayumaka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bangunan krib terbuat dari kayu.
- 2) Tipe krib yang digunakan adalah krib impermeabel (bangunan krib tidak tembus air).
- 3) Pemasangan krib impermeabel diletakkan pada tikungan bagian luar saluran.
- 4) Variasi jarak bangunan krib impermeabel yaitu 20 cm, 25 cm, dan 30 cm dari arah hulu.
- 5) Media dalam penelitian ini adalah saluran terbuka dengan bentuk trapesium.
- 6) Tidak meneliti tentang jenis tanah.
- 7) Tidak meneliti tentang gerusan dasar sungai.

### **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 dangrusan pada tebing sungai dengan adanya kribimpermeabel pada tikungan sungai.

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

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

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

Sungai mengalir dari hulu dalam kondisi kemiringan lahan yang curam berturut-turut menjadi agak curam,agak landai, dan relatif rata. Arus relatif lebih cepat di daerah hulu dan bergerak menjadi lebih lambat dan makin lambat pada daerah hilir. Sungai merupakan tempat berkumpulnya air di lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih renda. Daerah yang di sekitar sungai yang mensuplai air ke sungai di kenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga di pengaruhi aktifitas dan perilaku penghuninya (Wiwoho,2005)

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 (V.T Chow 1992) saluran terbuka merupakan saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas. Berdasarkan asal saluran dapat digolongkan menjadi saluran alamiah (natural) yang meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah dipermukaan bumi dan

saluran buatan (artificial) yang meliputi semua alur air hasil buatan manusia seperti drainase, gorong-gorong, terusan dan lain lain.

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

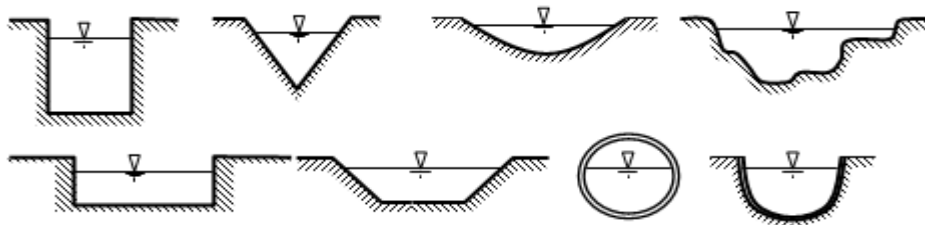
Sungai menurut Suyono Sosrodarsono, dkk, (2008), adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. 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 menurut Bambang Hardianto, dkk. (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.

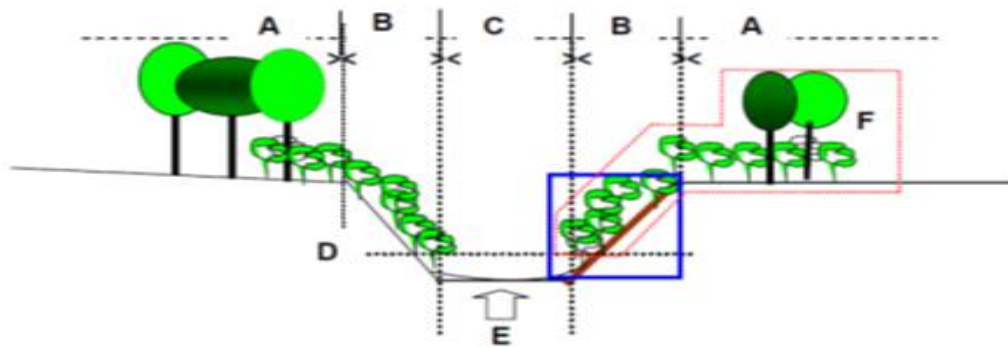


Gambar 2. Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah (<http://teknikmesinunisma.blogspot.com/2015/05/>)



## 5. Struktur Sungai

Menurut Forman dan Gordon (1983) dalam Agus Maryono (2009), morfologi sungai pada hakekatnya merupakan bentuk luar, yang secara rinci digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi (<http://4.bp.blogspot.com>)

Keterangan:

- A = bantaran sungai
- B = tebing/jering sungai
- C = badan sungai
- D = batas tinggi air semu
- E = dasar sungai
- F = vegetasi riparian

Lebih jauh Forman (1983) dalam Agus Maryono (2009), menyebutkan bahwa bagian dari bentuk luar sungai secara rinci dapat 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 tumbuhan yang spesifik (*vegetasi riparian*), yaitu tumbuhan yang komunitasnya tertentu mampu mengendalikan air pada saat musim penghujan 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, 1992 dalam 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. Suatu aliran seragam 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 laminer, aliran transisi, dan aliran turbulen (French, dalam Robert J. Kodatie 2009). Variable yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai :

$$R_e = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

$R_e$  = Angka Reynold

$\mu$  = Karakteristik kecepatan aliran, biasanya diambil dari kecepatan rata-rata (m/det)

$\rho$  = Kerapatan air dengan satuan  $\text{kg/m}^3$

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 Subkritis

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

## (3) Aliran Superkritis

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 :

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

Dimana:

$F_R$  = Angka Froude

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

$L$  = Panjang karakteristik. Dalam saluran terbuka panjang karakteristik diambil sama dengan  $D = A / T$  diambil  $T$  = lebar permukaan bebas,  $A$  = luas penampang (m)

$g$  = gaya gravitasi (m/det)

## 2. Regime Aliran

Regime aliran yang mungkin terjadi pada saluran terbuka (Andi Abd. 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 laminar.

#### c. Superkritis-Turbulen

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

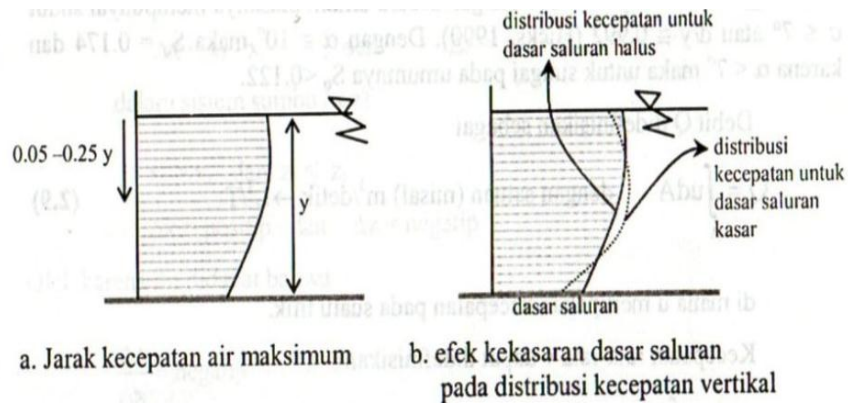
#### d. Subkritis-Turbulen

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

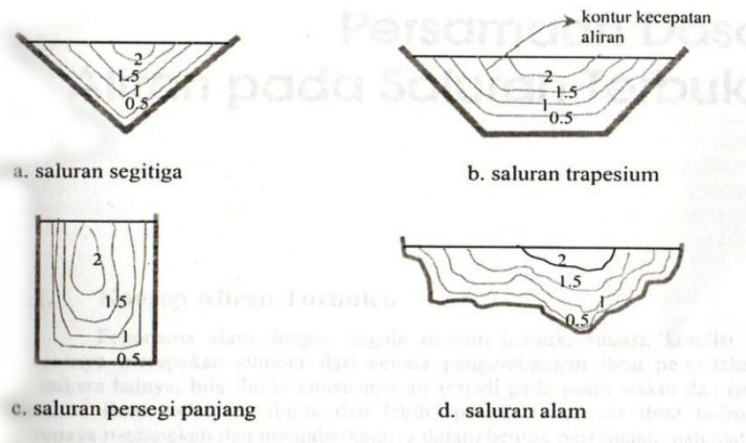
### 3. Kecepatan Aliran

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). Ketidakteraturan 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 (3.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 maksimumnya makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi distribusi kecepatan seperti ditunjukkan pada gambar (3.b).



Gambar 4. Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran (Addison.1944;Chow.1959dalam Robert. J Kodatie, 2009)



Gambar 5. Contoh distribusi kecepatan aliran beberapa macam bentuk saluran (Chow,1959dalam 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 ( $m^3/det$ ) (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.



- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:

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

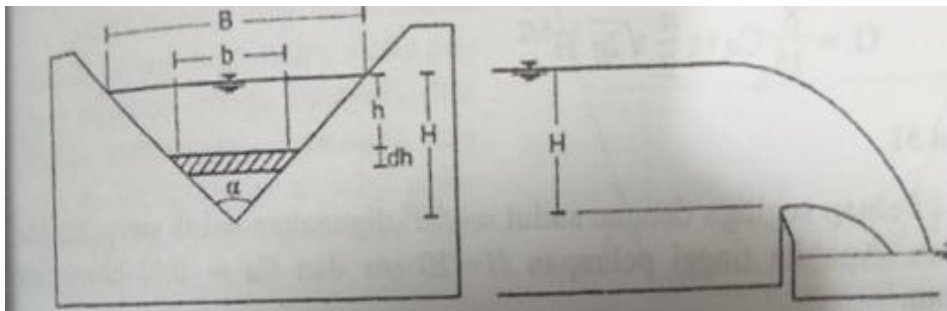
Dimana:

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

V = kecepatan aliran ( $m/det$ )

A = luas penampang ( $m^2$ )

- 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

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 :  $V = \sqrt{2gh}$

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

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalu peluap :

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

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

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

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

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

Dimana:

- Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)
- H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)
- $\theta$  = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)
- Cd = Koefisien Thompson (umumnya Cd = 0,6)
- g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det<sup>2</sup>)

## 5. Perilaku Aliran

Gaya sentrifugal pada tikungan saluran akan menyebabkan timbulnya arus melintang sungai yang selanjutnya bersama dengan aliran utama akan membentuk aliran *helicoidal*. Besarnya kecepatan arus melintang ini berkisar antara 10%-15% dari kecepatan arah utama aliran (Legono, 1990 dalam Ayu Marlina H, 2014). Dengan demikian pada sungai yang bermeander, erosi akan terjadi pada sisi

luar belokan dan pengendapan terjadi pada sisi dalam belokan. Pada daerah tikungan pengikisan terjadi diawal tikungan dan pengendapan terjadi diakhir tikungan dan pengikisan paling banyak dibagian luar tikungan dan pengendapan dibagian dalam tikungan. Pengaruh kemiringan (superelevasi tikungan), memperbesar pengikisan bila superelevasi miring ke arah dalam tikungan dan akan berkurang bila kemiringan sebaliknya. Tetapi penggerusan masih besar akibat aliran yang terpuntir (*turbulensi*) di tikungan.

### **C. Hukum Dasar Skala Model**

#### **1. Model Eksperimental**

Penelitian eksperimen menurut Sugiono (2010) merupakan suatu penelitian yang menjawab pertanyaan “jika kita melakukan sesuatu pada kondisi yang dikontrol secara ketat maka apakah yang akan terjadi?”. Untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang di control secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (*treatment*) pada kondisi tersebut dan hal inilah yang dilakukan pada penelitian eksperimen. Sehingga penelitian eksperimen dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

Menurut Solso & MacLin (2002), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitanya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari pengaruh, hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan.

## **2. Model Prototipe**

Konsep dasar pemodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di prototipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan sebangun (mirip) dengan yang terjadi di prototipe. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupasebangun geometrik, sebangun kinematik dan sebangun dinamik (Nur Yuwono, 1996).

## **3. Model Numerik**

Rochmad (2011) menyatakan terdapat banyak jenis metode numerik, namun pada dasarnya, masing-masing metode tersebut memiliki karakteristik umum, yaitu selalu mencakup sejumlah kalkulasi aritmetika. Jadi metode numerik adalah suatu teknik untuk memformulasikan masalah matematika sehingga dapat diselesaikan dengan operasi aritmetika yang terdiri dari operasi tambah, kurang, kali dan bagi.

## **D. Proses Erosi pada Tebing Sungai**

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

Erosi 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 longsor 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.

Faktor penyebab terjadinya erosi tebing sungai berdasarkan karakteristik fisik tebing sungai sebagai berikut :

- a. Erosi tebing sungai yang sebagian besar disebabkan oleh adanya gerusan aliran sungai, dalam hal ini pengaruh debit puncak terhadap terjadinya erosi adalah besar.
- b. Tebing sungai dengan karakteristik tanah terdiri dari bahan berpasir dan kelembaban tinggi. Erosi yang terjadi umumnya dalam bentuk tanah longsor.
- c. Tebing sungai dengan karakteristik tanah solid mempunyai resistensi tinggi terhadap pengelupasan partikel tanah. Erosi dengan skala kecil, umumnya terjadi oleh adanya penambangan tebing sungai atau ketika berlangsung debit aliran besar (banjir). Dalam penelitian tidak ditemukan bukti bahwa erosi tebing sungai dipengaruhi oleh besarnya intensitas hujan lokal.

## **E. Bangunan Krib**

### **1. Definisi Krib**

Problema 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.

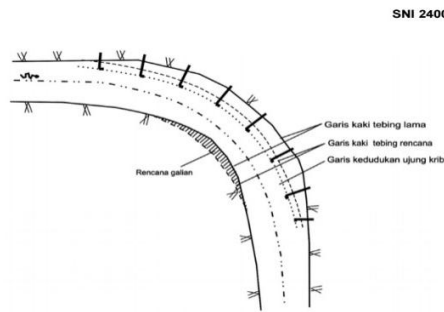
Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan krib yang berfungsi untuk mengarahkan aliran dan menghindarkan kuat arus dari sepanjang tepi sungai, termasuk pada belokan sungai perlindungan semacam ini merupakan perlindungan tak langsung.

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

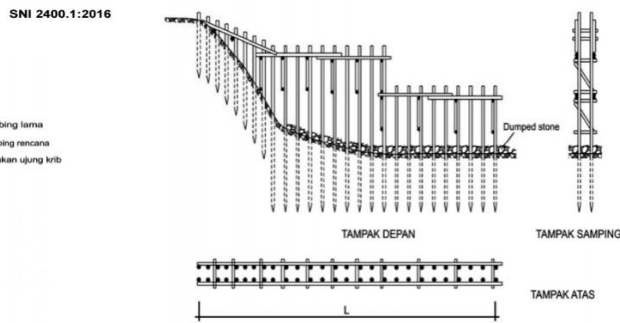
- 1) Mengatur arah arus sungai
- 2) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
- 3) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- 4) Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.

## **2. Konstruksi Krib**

- 1) Krib kayu / tiang pancang kayudapat digunakan baik untuk krib memanjang maupun krib melintang. Penggunaan material kayu untuk bangunan krib mempunyai keuntungan dimana bahan ini mudah dicari dan relatif lebih murah dari pada beton. Pada umumnya jenis kayu yang digunakan adalah kayu ulin (kayu besi) dimana kayu ini tahan terhadap berbagai cuaca. Konstruksinya sangat sederhana dan dapat meningkatkan proses pengendapan serta sangat cocok untuk sungai tidak berarus deras.



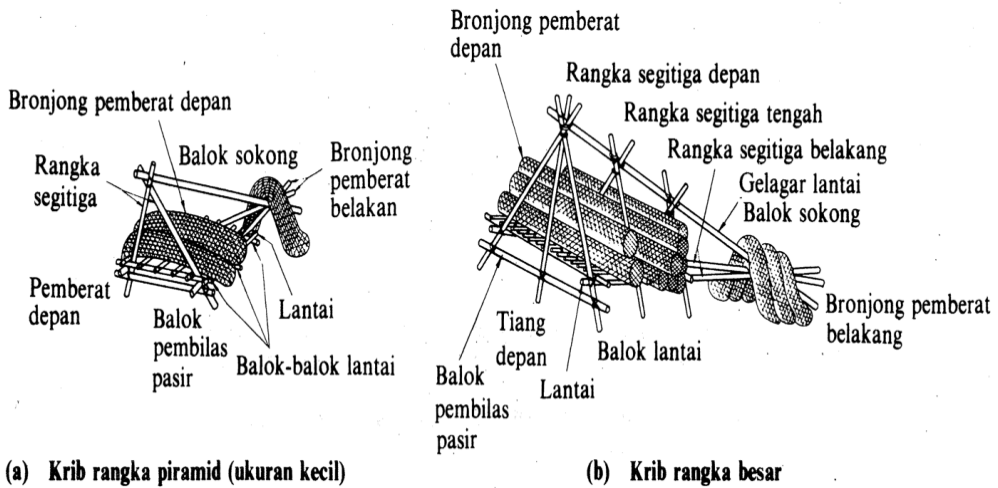
Gambar B.8 Sketsa perletakan krib pada tingkungan sungai



Gambar B.9 Contoh krib tiang pancang kayu

Gambar 7. Konstruksi krib tiang pancang kayu( Okimichi dan Suzuki, 1989 ).

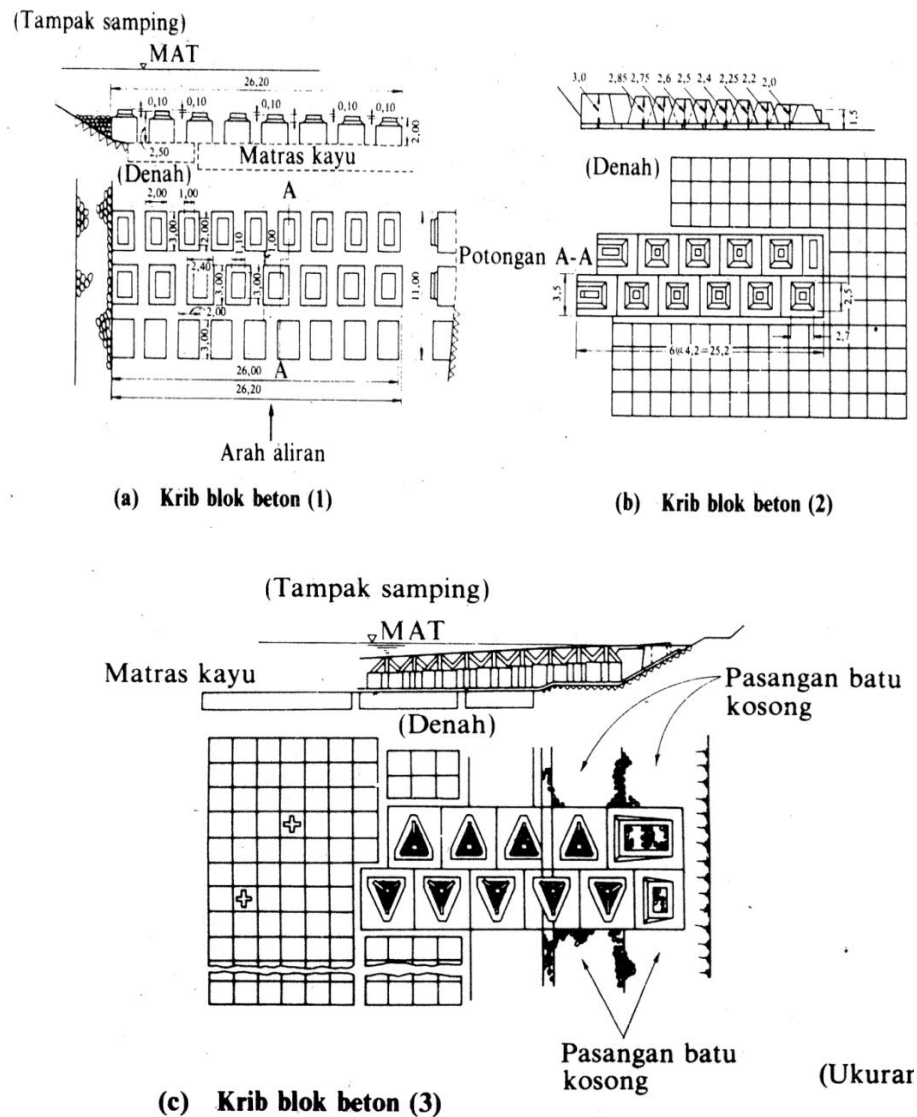
2) Krib rangka adalah krib yang cocok untuk sungai-sungai yang dasarnya terdiri dari lapisan batu atau krikil yang sulit dipancang dan krib rangka ini mempunyai kemampuan bertahan yang lebih besar terhadap arus sungai dibandingkan dengan krib tiang pancang.



Gambar 8. Konstruksi krib rangka( Suyono Sosrodarsono,2008 )

3) Krib blok beton mempunyai kekuatan yang baik dan awet serta sangat fleksibel dan umumnya dibangun pada bagian sungai yang arusnya deras. Bentuk dan denah krib serta berat masing-masing blok beton sangat bervariasi tergantung dari kondisi setempat antara lain dimensi serta

kemiringan sungai dan penetapannya didasarkan pada contoh-contoh yang sudah ada atau pengalaman-pengalaman pada krib-krib sejenis yang pernah dibangun.



Gambar 9. Konstruksi krib blok beton( Suyono Sosrodarsono,2008)

### 3. Klasifikasi Krib

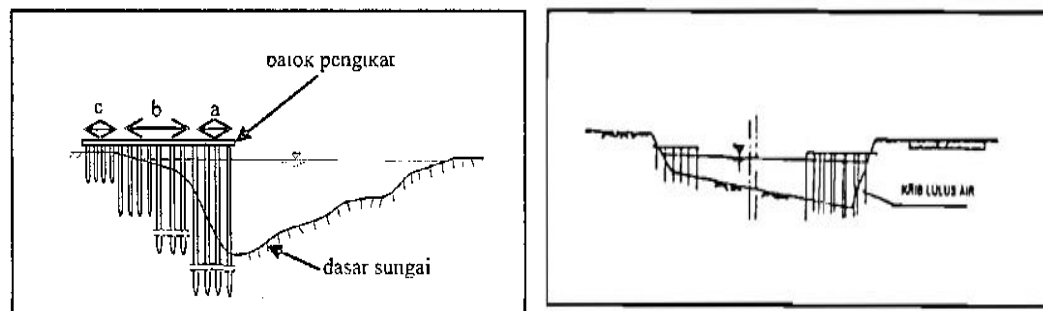
Secara garis besarnya terdapat 3 tipe konstruksi krib yaitu: tipe *permeabel* (*permeabel type*) dimana air sungai dapat mengalir melalui krib tersebut, tipe *impermeabel* (*impermeabel type*) dimana air sungai tidak dapat mengalir melalui



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*

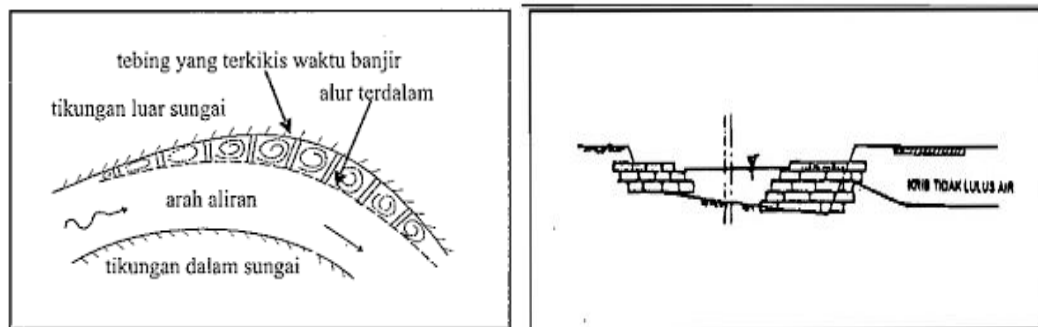
Pada tipe *permeable* air dapat mengalir melalui krib (*permeable spur*). Krib permeabel tersebut melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran tersebut.



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 di sebelah 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 arus 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):

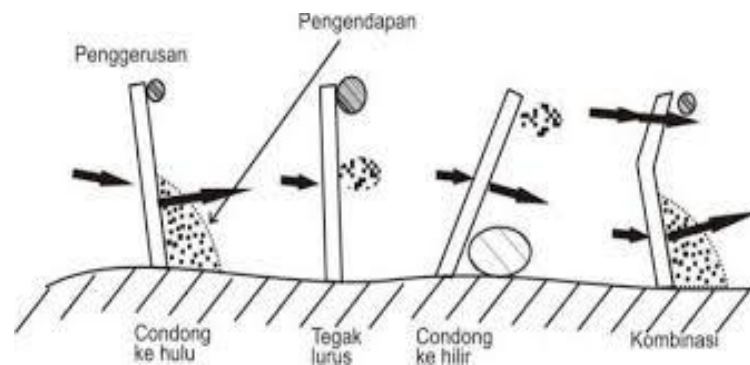
- 1) Mengingat metode pembuatan krib-krib sangat tergantung dari resim sungainya perlu diperoleh data mengenai pengalaman pembuatan krib pada sungai yang sama atau yang hampir sama, kemudahan pelaksanaannya dan besarnya pembiayaan.
- 2) Pada sungai-sungai yang terlalu lebar dan untuk mengurangi turbulensi 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 3 macam formasi krib yang umum diterapkan yaitu tegak lurus arus, condong kearah hulu dan condong ke arah hilir.



Gambar 12. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2016)

## 7. Dimensi Krib

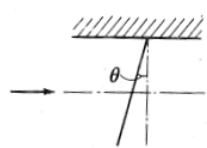
### 1) Penetapan Tinggi Krib (T)

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

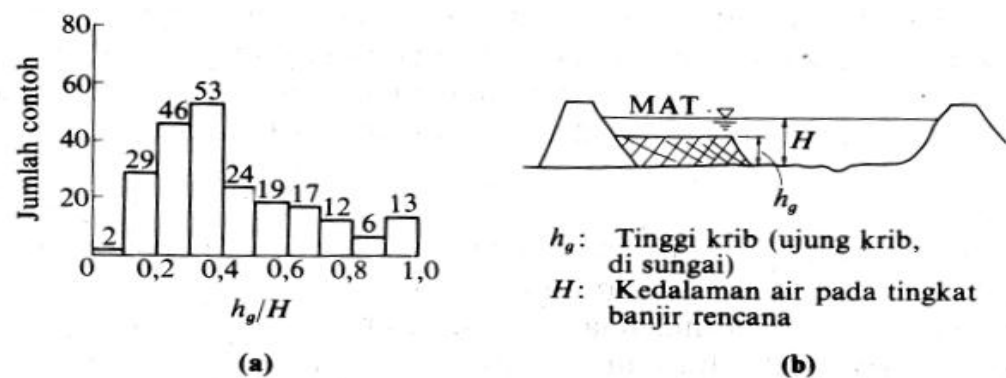
elavasi rata-rata permukaan air rendah Dari hasil pengamatan tinggi bebagai jenis krib yang telah dibangun dan berfungsi dengan baik, diperoleh angka perbandingan antara tinggi krib dan kedalaman air banjir ( $h_g/h$ ) sebesar 0.20 – 0,30 (Sidharta S.K. 1997).

Tabel 1. Arah aliran dan sudut sumbu krib

Lokasi pembuatan krib di sungai	Arah aliran & sudut sumbu krib $\theta$
Bagian lurus	$10^\circ - 15^\circ$
Belokan luar	$5^\circ - 15^\circ$
Belokan dalam	$0^\circ - 10^\circ$



Sumber :Sidharta S.K. 1997.



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

## 2) Panjang Krib ( $L_b$ )

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 (Sidharta S.K. 1997). Dengan demikian Penetapan panjang krib yang dilakukan dengan pendekatan Akikusa dkk, dalam M. Haris.2013, dimana panjang krib pada umumnya 10 % dari lebar saluran.

## 3) Jarak antar Krib (L)

Jarak antara masing-masing krib adalah (KP. 02, 2010):

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

Dimana:        L        = jarak antar krib, m  
                    $\alpha$         = parameter empiris ( $\approx 0,6$ )  
                   C        = koefisien Chezy, m<sup>1/2</sup>/det  
                   g        = percepatan gravitasi, m/det<sup>2</sup> ( $\approx 9,8$ )

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 : R        = Jari-jari hidrolis  
                    $\gamma_B$         = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

Tabel 2. Tabel bazin untuk koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

Jenis Dinding	$\gamma_B$
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 : Ir. V Sunggono kh, 1995

## E. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1.	<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 ( $Fr < 1$ ). Dapat diketahui pula bahwa penggunaan model krib membawa pengaruh terhadap nilai Fr, secara keseluruhan aliran terjadi penurunan nilai Fr yaitu nilai Fr menjadi lebih kecil ketika menggunakan model krib dibandingkan dengan nilai Fr ketika tanpa menggunakan model krib. Pada grafik Reynolds dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi baik sebelum pemasangan model krib maupun model krib M-1, M-2, maupun M-3 adalah turbulen ( $Re > 4000$ ), dan diketahui pula bahwa penggunaan model krib	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan 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.

				membawa pengaruh terhadap nilai Re yang terjadi, yakni ketika penggunaan model krib nilai Re mengalami kenaikan dibandingkan dengan percobaan tanpa menggunakan model krib.	
2.	<b>Krib Impermeabel Sebagai Pelindung Pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas di Depan Lab. Sipil UMM)</b>	Ernawan Setyono (2007)	Data geometri sungai yang diukur adalah panjang, lebar, kemiringan dan ketinggian elavasi. Ditunjukkan dengan membuat peta situasi medan 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.	Didapatkan kedalaman 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. Disamping itu, karena ruas belokan berada pada segmen sungai bagian hulu, maka terdapat batu batu bongkahan besar besar yang dapat mereduksi secara langsung sehingga hasil o\perhitungan empiris tersebut tidak perlu dikuatirkan untuk pemakaian praktis krib perlu dilengkapi dengan stabilitas pondasi dan	Dari analisa yang telah di lakukan dapat disimpulkan:  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.



				matras pelindung sehingga besarnya sungai tidak dapat direduksi dan di netralisir.	
3.	<b>Pengaruh Krib Hulu Tipe Permeabel Pada Gerusan Di Belokan Sungai</b>	Hasdaryatmin Djufri (2017)	Kecepatan aliran ( $U_0$ ) diukur dengan menggunakan flow watch yang memberikan data kecepatan secara otomatis terhadap aliran pada saluran untuk titik pengamatan yang ditentukan. Media yang digunakan berupa pasir diameter butiran 0,74 mm, krib permeabel dari besi tulangan diameter 0,30 cm, serta alat ukur kedalam dengan menggunakan 3 variasi kedalaman ( $h_1$ , $h_2$ , dan $h_3$ )	Berdasar kedalaman aliran yang didapatkan pada saat pengukuran serta kecepatan aliran pada kondisi saluran normal (pada bagian hulu) antara lain $h_1 = 3,50$ cm, kecepatan alirannya adalah 30 cm/det; $h_2 = 4,50$ cm, kecepatan alirannya adalah 35 cm/det; $h_3 = 5,50$ cm, kecepatan alirannya adalah 40 cm/det. Berdasarkan debit aliran yang terjadi adalah $Q_1 = 5617,50$ cm <sup>3</sup> /det, $Q_2 = 8583,75$ cm <sup>3</sup> /det, dan $Q_3 = 12210$ cm <sup>3</sup> /det. Jenis aliran air pada saluran diklarifikasikan sebagai aliran turbulen dengan nilai bilangan reynolds rata – rata adalah 18183 atau $Re > 1000$ , dan subkritis dengan rata – rata angka froude 0,53 atau $Fr < 1$ , dengan kondisi aliran ini maka saluran penelitian mengalami gerusan. Penelitian menunjukkan bahwa volume gerusan akan mengalami peningkatan bilamana kecepatan aliran disaluran mengalami peningkatan sedangkan pemasangan krib dengan jarak antar	Berdasarkan hasil studi mengenai gerusan di balokan sungai dapat disimpulkan bahwa volume gerusan yang terjadi akibat peningkatan debit aliaran baik dengan simulasi tanpa krib hulu tipe permeabel maupun dengan krib hulu tipe permeabel mengalami peningkatan sejalan dengan peningkatan debit aliran, hal ini diakibatkan oleh meningkatnya kecepatan yang juga berbanding lurus terhadap debit aliran. Pemasangan krib permeabel berdampak pada pengurangan gerusan di belokan sungai yang terlihat dari volume gerusan sebelum dan sesudah pemasangan krib, hal ini diakibatkan oleh penurunan kecepatan aliran di belakang krib.

				tiang yang semakin rapat akan mengurangi gerusan yang terjadi.	
4.	<b>Methode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung Terhadap Bahaya Erosi Tebing Sungai</b>	Suharjoko (2008)	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.	Dari penyelesaian tersebut didapat hubungan antara bilangan <i>Froude</i> ( <i>Fr.</i> ) dengan <i>Dh/PB</i> , yang dapat ditulis sebagai : Kemudian dari hasil simulasi terhadap 45 model kasus dicari hubungannya dengan melakukan tabulasi dan menghitung harga bilangan <i>Froude</i> ( <i>Fr.</i> ) dengan <i>Dh/PB</i> seperti yang disajikan pada Tabel 2 berikut ini. Kemudian antara besarnya nilai <i>Froude</i> ( <i>Fr.</i> ) dan <i>Dh/PB</i> di plot dan kemudian dicari garis regresinya. Nampak pada gambar tersebut bahwa dari tiga alternatif model tersebut secara umum dapat dikatakan <i>Model 1</i> yaitu Krib dengan sudut $\alpha = 90^\circ$ merupakan pilihan yang paling baik dibanding dengan model lain yang telah diajukan. Oleh karena itu disarankan dipilih bangunan krib tegak lurus dengan arah aliran.	Hasil temuan pada penelitian di atas 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.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

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

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

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium. Menurut Moh. Nasir, (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 pembanding.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu :

1. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari uji simulasi fisik di laboratorium.

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 pemasangan bangunan krib impermeabel.

### C. Alat dan Bahan

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang 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 mengelolah data                 | 19) Tali             |
| 10) <i>Flow Watch</i>                           | 20) Patok            |
|   | 21) Ember            |

#### 2. Bahan

- 1) Kayu
- 2) Air tawar
- 3) Tanah timbunan
- 4) Paku 2 cm

## 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 ( $^\circ$ ) dan Jarak Krib ( $L$ ).
- 2) Variabel Terikat adalah Variabel yang dipengaruhi variabel lain Seperti Volume Gerusan ( $V_g$ ), Kecepatan Aliran ( $V$ ) dan Kedalaman Aliran ( $Y$ ).

## E. Tahapan Penelitian

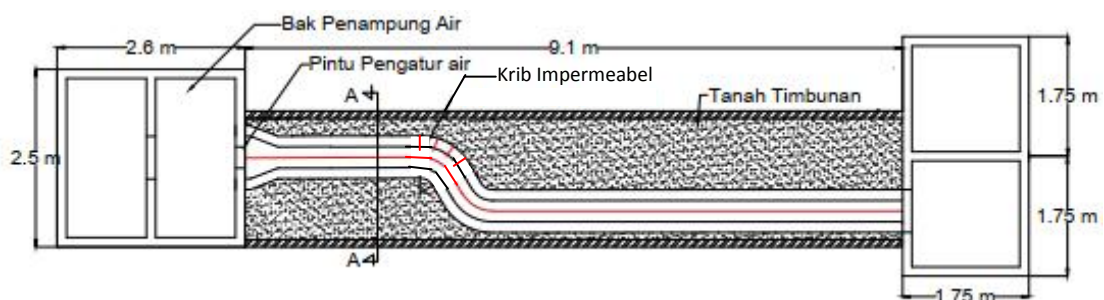
### 1. Persiapan

Adapun kegiatan persiapan yang kami lakukandalampenelitianiniadalahmelakukankegiatanpembersihanpada area yang akandibangunsalurandanmempersiapkan data-data perancanganmaupunalatdanbahan yang dibutuhkan.

### 2. Perancangan Model

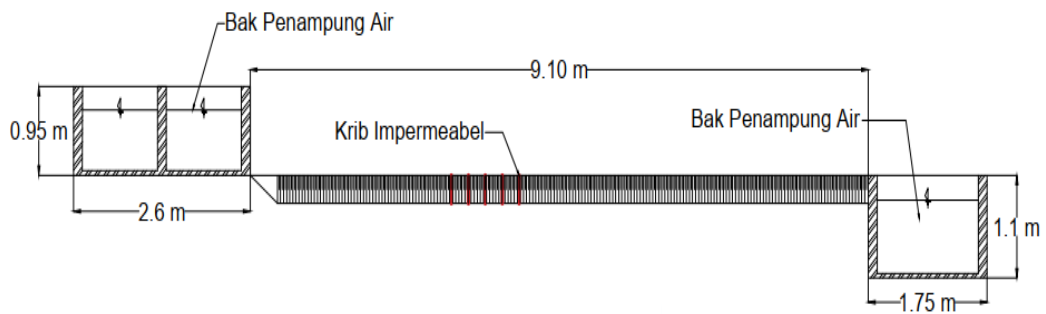
Adapun bentuk perancangan model yang kami lakukandalampenelitianiniyaitu :

#### 1) Denah saluran



Denah Saluran  
Skala 1 cm : 100 cm

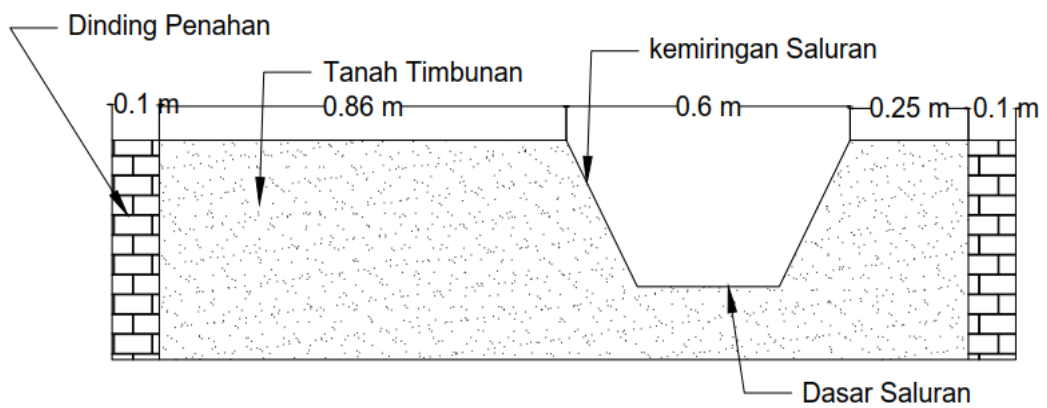
Gambar 14. Denah Saluran  
2) Potongan Memanjang Saluran



Potongan Memanjang Saluran  
Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 15. Potongan Memanjang Saluran

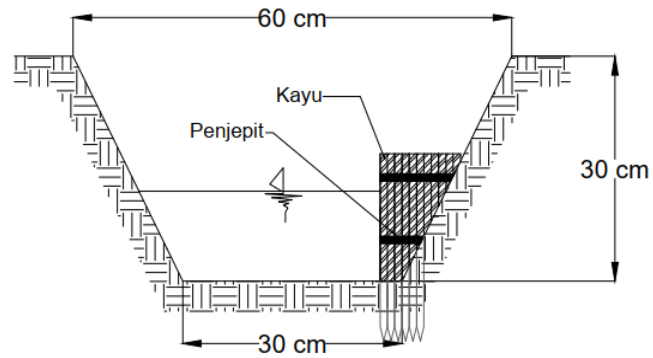
3) Potongan Melintang Saluran



Detail Potongan A-A  
Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 16. Potongan Melintang Saluran.

## 4) Model Krib Impermeabel

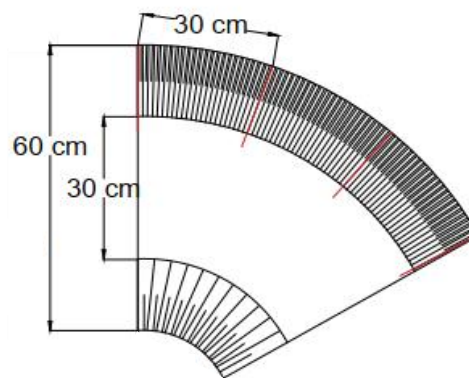


Det. Penampang Krib  
Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 17. Potongan Melintang Krib

## 5) Jarak Pemasangan Krib Impermeabel (Kayu)

Jarak pemasangan krib impermeabel menggunakan 3 (tiga) jarak yang berbeda yaitu jarak 20 cm, 25 cm dan 30 cm. Berikut salah satu contoh gambar pemasangan jarak :



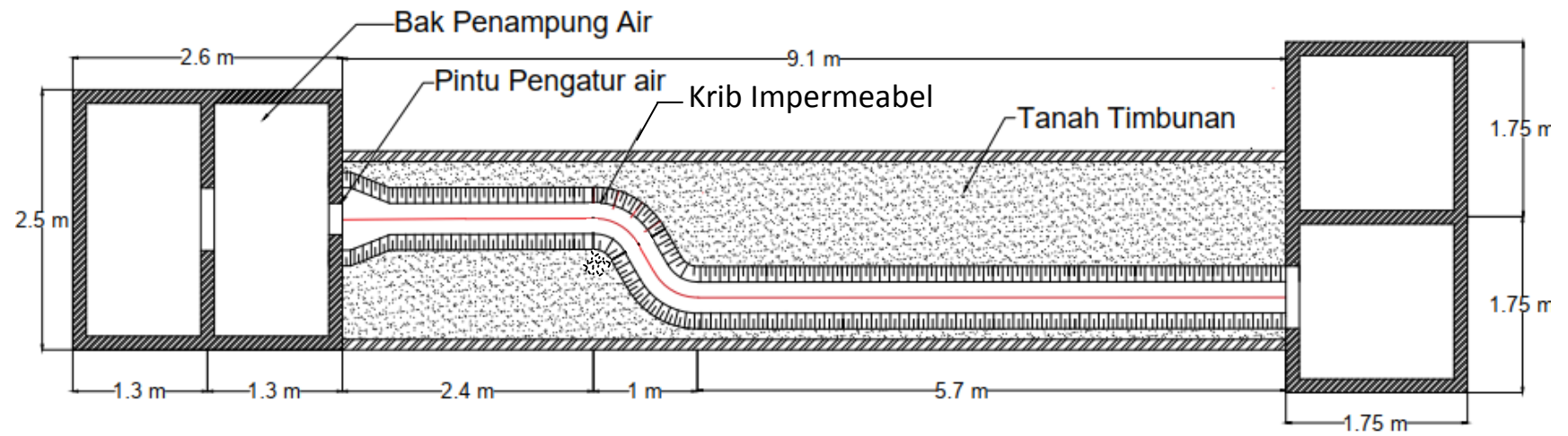
Jarak Pemasangan Krib 30 cm  
Skala 1 cm : 25cm

Gambar 18. Model Krib Jarak 30 cm





6) Detail Denah Saluran



Detail Denah Saluran  
Skala 1 cm : 50 cm

Gambar 19. Detail Denah Saluran

### 3. Pembuatan Model

Adapun tahap-tahap pembuatan model yaitu sebagai berikut:

#### 1) Pembuatan model saluran

(1) Pembuatan bak penampungan air.

(2) Pembuatan dimensi saluran dengan bentuk trapezium dengan dimensi saluran yaitu  $b = 30$  cm dan  $h = 30$  cm kemiringan 1:0,5 .

(3) Pembuatan tikungan sungai

#### 2) Pembuatan model krib

(1) Krib menggunakan kayu dengan lebar 1 cm.

(2) 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 disesuaikan dengan tinggi muka air banjir atau tinggi bantaran sungai dan panjang krib kayu adalah 10% dari lebar saluran sehingga didapat dimensi sebagai berikut:

a) Tinggi Mercu krib ( $T$ ) = Sedikit diatas muka air normal

b) Panjang krib ( $L_b$ ) = 10% dari lebar saluran, dimensi lebar saluran adalah 30 cm, sehingga panjang krib =  $30 \times 10\% = 3$  cm atau 0,03 m.

Jarak antar krib dapat ditentukan secara empiris, dimana jarak antara masing – masing krib dengan menggunakan persamaan (5) atau dari penelitaian sebelumnya.

### 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 impermeabel, kedalam gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.

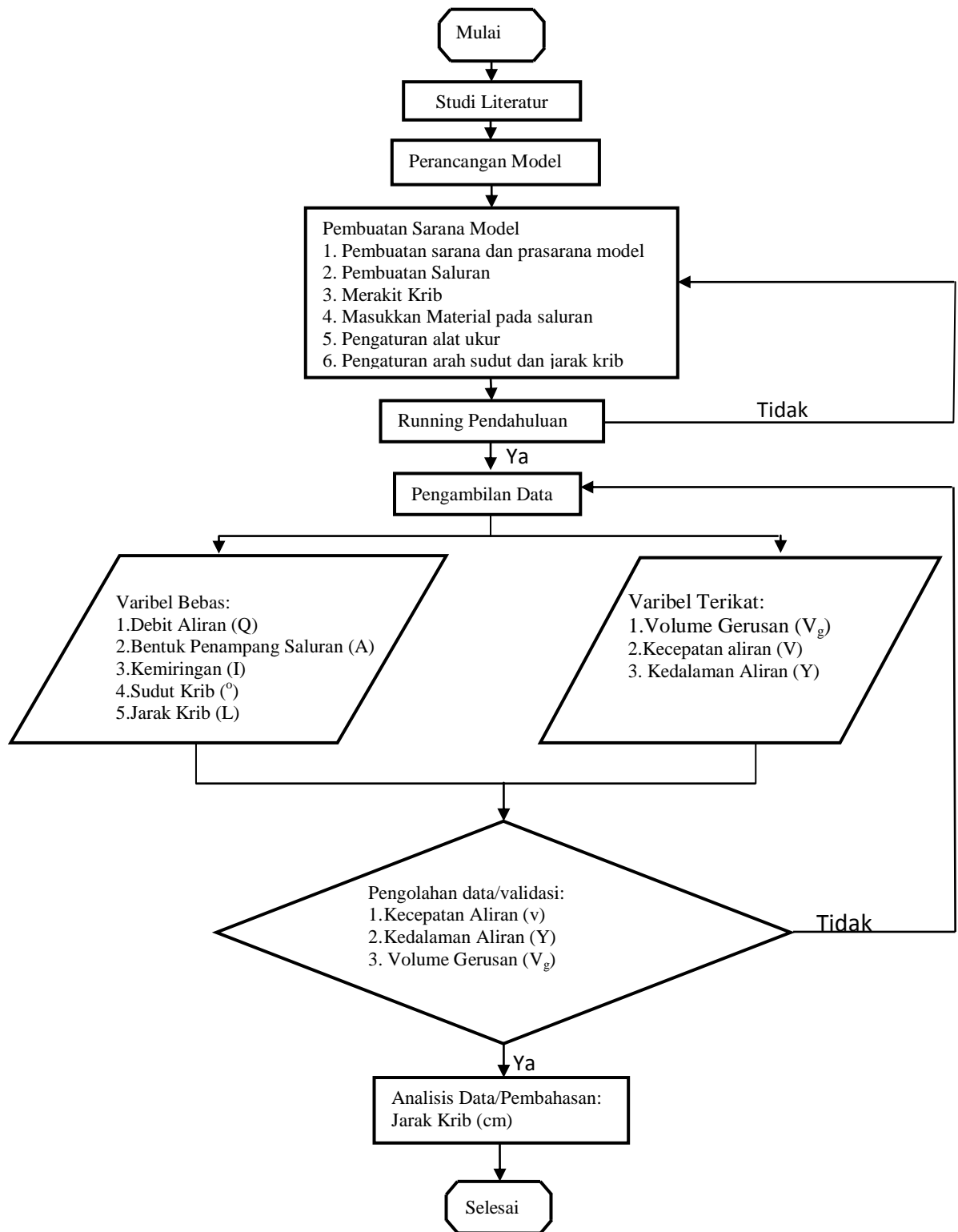
## 5. Metode Analisis

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) Kecepatan aliran dijadikan sebagai perbandingan dari pengaruh jarak kribimpermeabel yang digunakan. Selain itu juga mengetahui sifat – sifat aliran menggunakan persamaan (1) dan (2).
- 2) Menentukan koefisien Chezy dengan menggunakan persamaan (6).
- 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 impermeabel. Dimana volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.

Untuk masing-masing data yang telah diambil akan dibuatkan kurva perbandingan kecepatan aliran ( $v$ ) pada setiap titik pengamatan untuk masing-masing jarak pemasangan krib impermeabel.

## F. Bagan Alur Penelitian



Gambar 20. 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 dan kekentalan aliran yang terjadi di sekitar daerah pemasangan krib dan Pengaruh volome terhadap pemasangan krib impermeabel, data tersebut di dapatkan dengan cara sebagai berikut :

1. Analisa Saringan, untuk menguji jenis tanah yang digunakan membuat atau membentuk saluran.
2. Jarak krib impermeabel, divariasikan yaitu jarak 20 cm, 25 cm dan 30 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. Analisis Data Debit Thompson

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

Tabel 4 . Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson

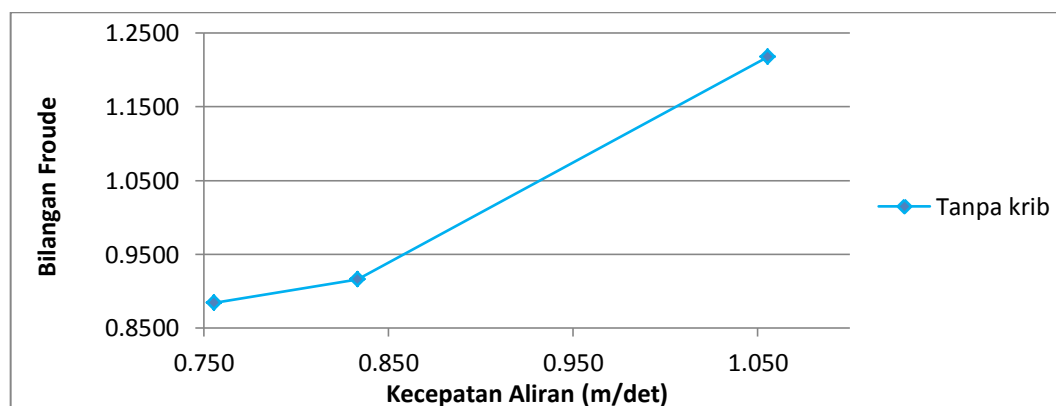
No.	Tinggi Bukaan Pintu (h) (m)	Koefisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m <sup>3</sup> /det
1	0,10	0,62	0,00448
2	0,13	0,62	0,00863
3	0,16	0,62	0,01451

## C. Perhitungan Karakteristik Aliran

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

Tabel 5. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) Tanpa pemasangan krib

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/det	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	0,767	0,0239	0,459	0,052	0,918	sub kritis
	6	0,076	0,30	0,811	0,0255	0,469	0,054	0,943	sub kritis
	9	0,074	0,30	0,756	0,0251	0,466	0,054	0,885	sub kritis
0,0086	3	0,079	0,30	0,800	0,0268	0,476	0,056	0,910	sub kritis
	6	0,083	0,30	0,900	0,0285	0,486	0,059	0,996	sub kritis
	9	0,084	0,30	0,833	0,0289	0,489	0,059	0,916	sub kritis
0,0145	3	0,084	0,30	0,867	0,0289	0,489	0,059	0,953	sub kritis
	6	0,083	0,30	0,989	0,0285	0,486	0,059	1,094	super kritis
	9	0,077	0,30	1,056	0,0259	0,471	0,055	1,218	super kritis



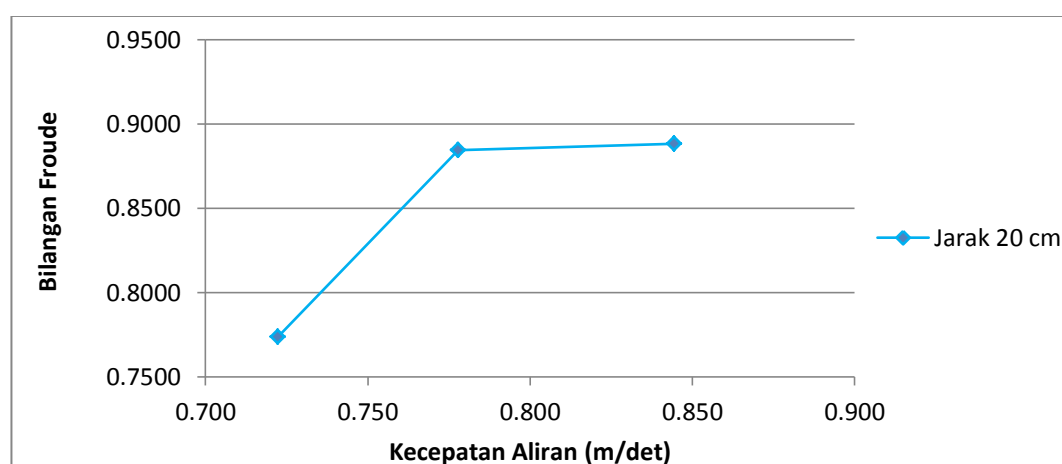
Gambar 21. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Froude* pada pengaliran Tanpa Krib

Pada gambar 21 dapat diketahui nilai *Froude* paling rendah adalah 0,885 dari kecepatan 0,756 m/det dan nilai *Froude* paling tinggi adalah 1,218 dengan kecepatan 1,056 m/det .

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar nilai bilangan *Froude*, hal ini disebabkan karena laju aliran yang keluar dari penampang saluran memiliki tekanan yang besar sehingga energi aliran yang dihasilkan semakin besar.

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* (*Fr*) dengan jarak 20 cm

Debit Pintu Thompson	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m/det	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,083	0,30	0,711	0,0285	0,486	0,059	0,787	sub kritis
	6	0,081	0,30	0,700	0,0276	0,481	0,057	0,785	sub kritis
	9	0,089	0,30	0,722	0,0306	0,499	0,061	0,774	sub kritis
0,0086	3	0,092	0,30	0,844	0,0319	0,506	0,063	0,888	sub kritis
	6	0,090	0,30	0,744	0,0311	0,501	0,062	0,793	sub kritis
	9	0,079	0,30	0,778	0,0268	0,476	0,056	0,885	sub kritis
0,0145	3	0,092	0,30	0,922	0,0319	0,506	0,063	0,970	sub kritis
	6	0,096	0,30	0,822	0,0332	0,514	0,065	0,850	sub kritis
	9	0,092	0,30	0,844	0,0319	0,506	0,063	0,888	sub kritis



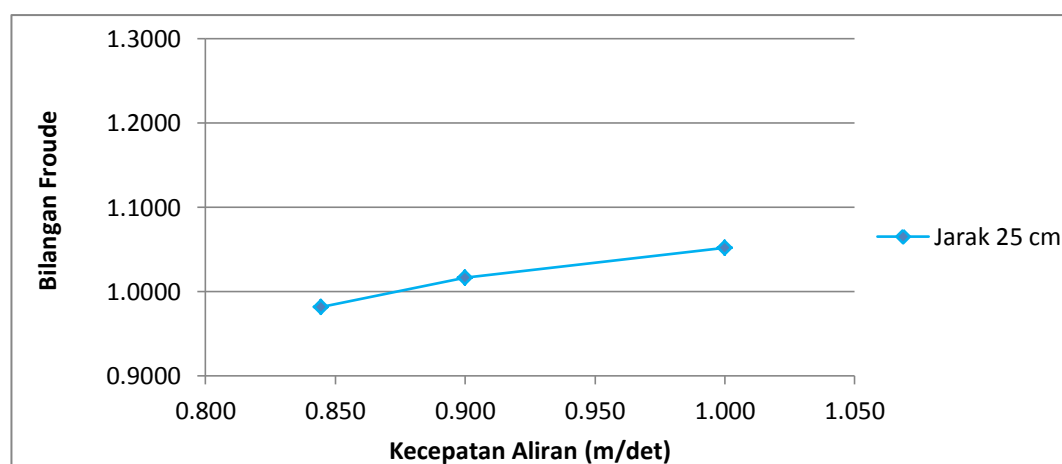
Gambar 22. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Froude* pada pengaliran Krib jarak 20 cm

Pada gambar 22 dapat diketahui nilai *Froude* paling rendah adalah 0,774 dari kecepatan 0,722 m/det dan nilai *Froude* paling tinggi adalah 0,888 dengan kecepatan 0,884 m/det.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar nilai bilangan *Froude*, hal ini disebabkan karena laju aliran yang keluar dari penampang saluran memiliki tekanan yang besar sehingga energi aliran yang dihasilkan semakin besar.

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) dengan jarak krib 25 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Bilangan	Keterangan
		Rata-rata (y) m	Saluran (b) m	Aliran (v) m/det	Penampang (A) m <sup>2</sup>	Basah (P) m	Hidrolis (R) m	<i>Froude</i> (Fr)	
0,0044	3	0,070	0,30	0,889	0,0235	0,457	0,051	1,073	super kritis
	6	0,067	0,30	0,867	0,0222	0,449	0,049	1,072	super kritis
	9	0,076	0,30	0,844	0,0255	0,469	0,054	0,981	sub kritis
0,0086	3	0,079	0,30	0,933	0,0268	0,476	0,056	1,061	super kritis
	6	0,080	0,30	0,922	0,0272	0,479	0,057	1,042	super kritis
	9	0,080	0,30	0,900	0,0272	0,479	0,057	1,016	super kritis
0,0145	3	0,084	0,30	1,022	0,0289	0,489	0,059	1,124	super kritis
	6	0,089	0,30	1,078	0,0306	0,499	0,061	1,155	super kritis
	9	0,092	0,30	1,000	0,0319	0,506	0,063	1,052	super kritis



Gambar 23. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Froude* pada pengaliran Krib jarak 25 cm

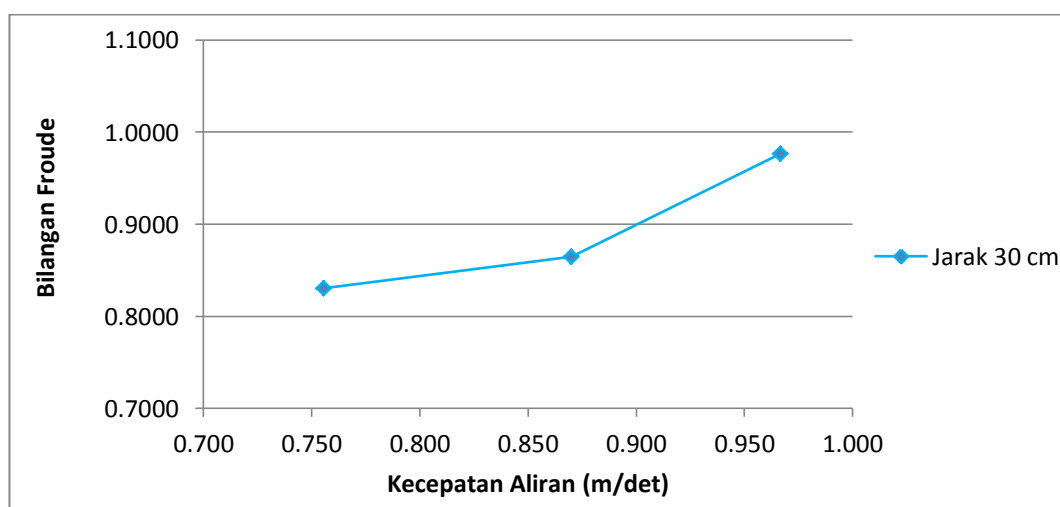


Pada gambar 23 dapat diketahui nilai *Froude* paling rendah adalah 0,981 dari kecepatan 0,844 m/det dan nilai *Froude* paling tinggi adalah 1,052 dengan kecepatan 1,000 m/det.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar nilai bilangan *Froude*, hal ini disebabkan karena laju aliran yang keluar dari penampang saluran memiliki tekanan yang besar sehingga energi aliran yang dihasilkan semakin besar.

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) dengan jarak krib 30 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/det	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidroliis (R) m	Bilangan <i>Froude</i> (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,079	0,30	0,811	0,0268	0,476	0,056	0,922	sub kritis
	6	0,077	0,30	0,767	0,0259	0,471	0,055	0,884	sub kritis
	9	0,084	0,30	0,756	0,0289	0,489	0,059	0,831	sub kritis
0,0086	3	0,100	0,30	0,878	0,0350	0,524	0,067	0,887	sub kritis
	6	0,103	0,30	0,878	0,0363	0,531	0,068	0,872	sub kritis
	9	0,103	0,30	0,870	0,0363	0,531	0,068	0,865	sub kritis
0,0145	3	0,104	0,30	1,011	0,0368	0,534	0,069	0,999	sub kritis
	6	0,107	0,30	0,989	0,0377	0,539	0,070	0,967	sub kritis
	9	0,100	0,30	0,967	0,0350	0,524	0,067	0,976	sub kritis



Gambar 24. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Froude* pada pengaliran Krib jarak 30 cm

Pada gambar 24 dapat diketahui nilai *Froude* paling rendah adalah 0,831 dari kecepatan 0,756 m/det dan nilai *Froude* paling tinggi adalah 0,976 dengan kecepatan 0,976 m/det.

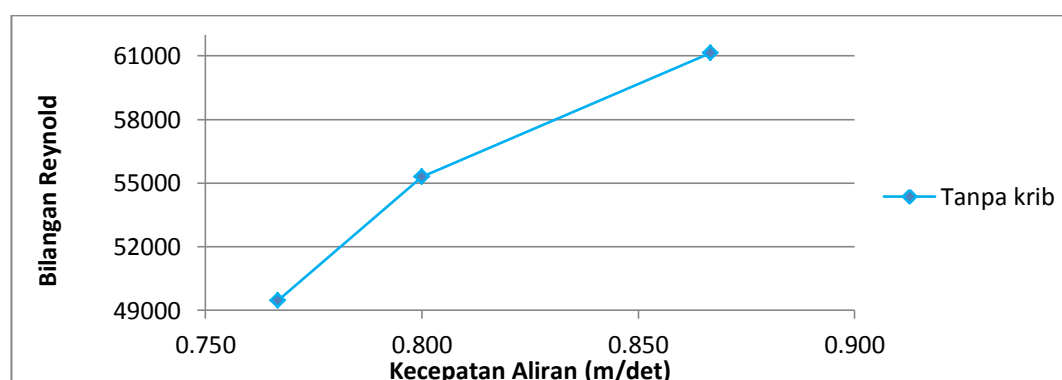
Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar nilai bilangan *Froude*, hal ini disebabkan karena laju aliran yang keluar dari penampang saluran memiliki tekanan yang besar sehingga energi aliran yang dihasilkan semakin besar.

#### D. Perhitungan Kekentalan Aliran

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

Tabel 9. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) Tanpa pemasangan krib

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/det	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 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	28,756	0,00000825	59724,222	turbulen
0,0145	3	0,084	0,30	0,87	0,0289	0,489	0,059	28,089	0,00000838	61125,176	turbulen
	6	0,083	0,30	0,99	0,0285	0,486	0,059	28,122	0,00000838	69121,976	turbulen
	9	0,077	0,30	1,06	0,0259	0,471	0,055	28,022	0,00000840	69177,375	turbulen



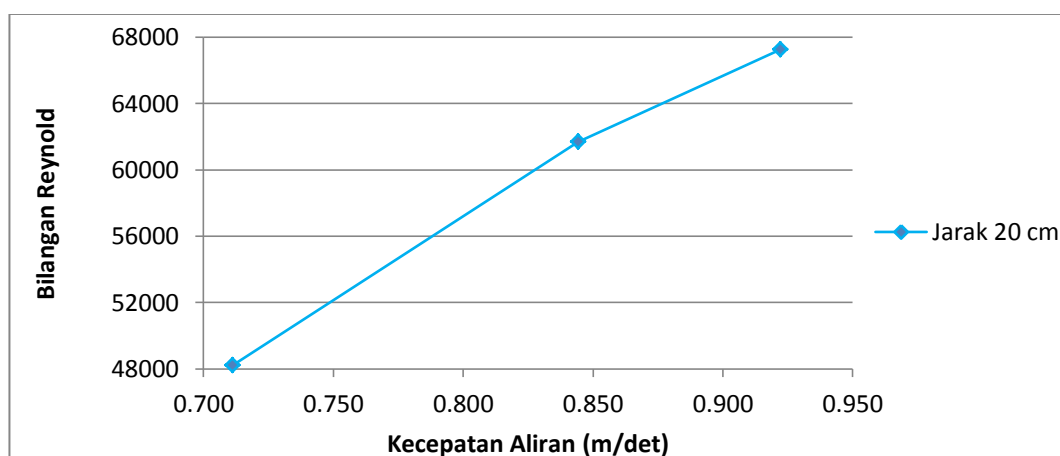
Gambar 25. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Reynold* pada pengaliran Tanpa Krib

Pada gambar 25 dapat diketahui nilai Reynold paling rendah adalah 49448,369 dengan kecepatan 0,77 m/det dan nilai Reynold paling tinggi adalah 61125,176 dengan kecepatan 0,87 m/det.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa nilai Reynold lebih besar dari 12.000 , berarti aliran yang di hasilkan adalah aliran turbulen. Hal ini disebabkan karena kecepatan energi aliran mempengaruhi besar gaya gesekan yang terjadi sehingga laju aliran yang dihasilkan tidak stabil atau bergerak secara acak.

Tabel 10. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) dengan jarak krib 20 cm

Debit Pintu	Waktu (t)	Kedalaman Rata-rata	Lebar Dasar Saluran	Kecepatan Aliran	Luas Penampang	Keliling Basah	Jari-jari Hidrolis	Suhu	Viskositas	Bilangan Reynolds	Keterangan
Thompson	menit	(y) m	(b) m	(v) m/det	(A) m <sup>2</sup>	(P) m	(R) m	(°C)	m <sup>2</sup> /det	(Re)	
m <sup>3</sup> /det											
0,0044	3	0,083	0,30	0,71	0,0285	0,486	0,059	26,811	0,00000864	48196,745	turbulen
	6	0,081	0,30	0,70	0,0276	0,481	0,057	26,778	0,00000864	46467,605	turbulen
	9	0,089	0,30	0,72	0,0306	0,499	0,061	26,811	0,00000864	51326,597	turbulen
0,0086	3	0,092	0,30	0,84	0,0319	0,506	0,063	26,856	0,00000863	61706,681	turbulen
	6	0,090	0,30	0,74	0,0311	0,501	0,062	26,822	0,00000864	53401,394	turbulen
	9	0,079	0,30	0,78	0,0268	0,476	0,056	26,789	0,00000864	50587,365	turbulen
0,0145	3	0,092	0,30	0,92	0,0319	0,506	0,063	26,767	0,00000865	67251,635	turbulen
	6	0,096	0,30	0,82	0,0332	0,514	0,065	26,989	0,00000860	61837,682	turbulen
	9	0,092	0,30	0,84	0,0319	0,506	0,063	27,100	0,00000858	62058,286	turbulen



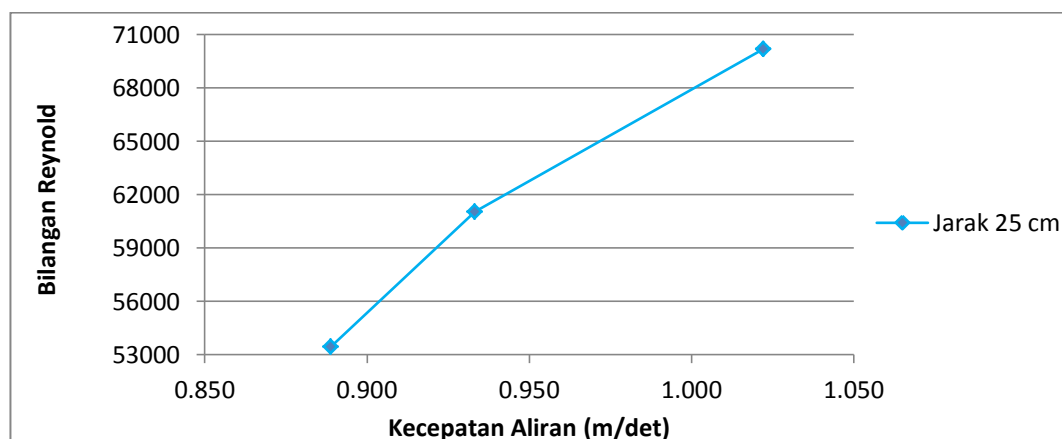
Gambar 26. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Reynold* pada pengaliran Krib jarak 20 cm

Pada gambar 26 dapat diketahui nilai Reynold paling rendah adalah 48196,745 dengan kecepatan 0,71 m/det dan nilai Reynold paling tinggi adalah 67251,635 dengan kecepatan 0,92 m/det.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa nilai Reynold lebih besar dari 12.000, berarti aliran yang di hasilkan adalah aliran turbulen. Hal ini disebabkan karena kecepatan energi aliran mempengaruhi besar gaya gesekan yang terjadi sehingga laju aliran yang dihasilkan tidak stabil atau bergerak secara acak.

Tabel 11. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) dengan jarak krib 25 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan	Keterangan
		Rata-rata (y) m	Saluran (b) m	Aliran (v) m/det	Penampang (A) m <sup>2</sup>	Basah (P) m	Hidroliis (R) m			Reynolds (Re)	
0,0044	3	0,070	0,30	0,89	0,0235	0,457	0,051	27,289	0,000000854	53450,913	turbulen
	6	0,067	0,30	0,87	0,0222	0,449	0,049	27,189	0,000000856	50088,483	turbulen
	9	0,076	0,30	0,84	0,0255	0,469	0,054	27,089	0,000000858	53548,180	turbulen
0,0086	3	0,079	0,30	0,93	0,0268	0,476	0,056	27,033	0,000000859	61050,197	turbulen
	6	0,080	0,30	0,92	0,0272	0,479	0,057	26,956	0,000000861	60845,120	turbulen
	9	0,080	0,30	0,90	0,0272	0,479	0,057	26,933	0,000000861	59348,333	turbulen
0,0145	3	0,084	0,30	1,02	0,0289	0,489	0,059	26,956	0,000000861	70198,109	turbulen
	6	0,089	0,30	1,08	0,0306	0,499	0,061	26,967	0,000000861	76871,950	turbulen
	9	0,092	0,30	1,00	0,0319	0,506	0,063	26,967	0,000000861	73262,375	turbulen



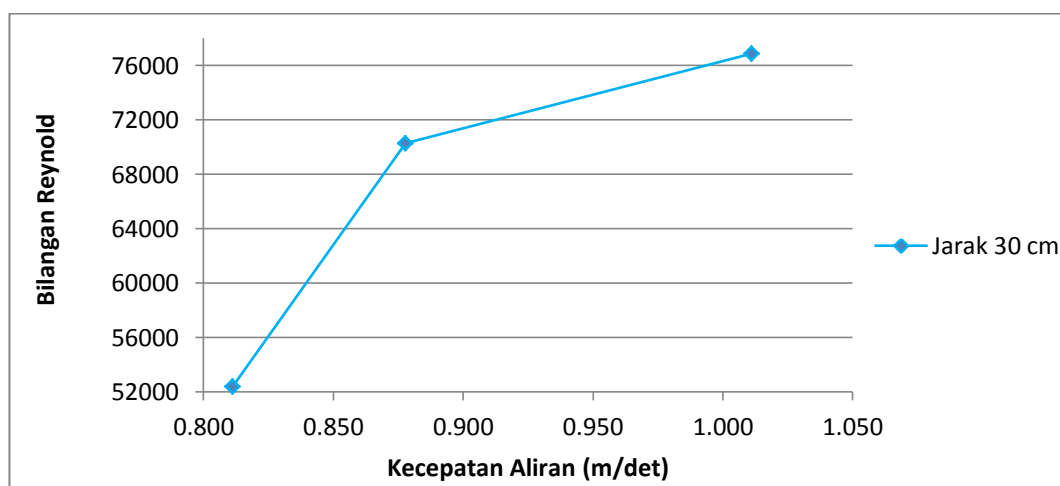
Gambar 27. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Reynold* pada pengaliran Krib jarak 25 cm

Pada gambar 27 dapat diketahui nilai Reynold paling rendah adalah 53450,913 dengan kecepatan 0,89 m/det dan nilai Reynold paling tinggi adalah 70198,109 dengan kecepatan 1,02 m/det.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa nilai Reynold lebih besar dari 12.000 , berarti aliran yang di hasilkan adalah aliran turbulen. Hal ini disebabkan karena kecepatan energi aliran mempengaruhi besar gaya gesekan yang terjadi sehingga laju aliran yang dihasilkan tidak stabil atau bergerak secara acak.

Tabel 12. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) dengan jarak krib 30 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata (y) m	Saluran (b) m	Aliran (v) m/det	Penampang (A) m <sup>2</sup>	Basah (P) m	Hidroliis (R) m			Reynolds (Re)	
0,0044	3	0,079	0,30	0,811	0,0268	0,476	0,056	27,600	0,000000848	53764,604	turbulen
	6	0,077	0,30	0,767	0,0259	0,471	0,055	27,456	0,000000851	49575,391	turbulen
	9	0,084	0,30	0,756	0,0289	0,489	0,059	27,356	0,000000853	52372,239	turbulen
0,0086	3	0,100	0,30	0,878	0,0350	0,524	0,067	27,256	0,000000855	68633,742	turbulen
	6	0,103	0,30	0,878	0,0363	0,531	0,068	27,478	0,000000850	70626,290	turbulen
	9	0,103	0,30	0,870	0,0363	0,531	0,068	27,644	0,000000847	70275,935	turbulen
0,0145	3	0,104	0,30	1,011	0,0368	0,534	0,069	27,811	0,000000844	82623,187	turbulen
	6	0,107	0,30	0,989	0,0377	0,539	0,070	27,889	0,000000842	82174,525	turbulen
	9	0,100	0,30	0,967	0,0350	0,524	0,067	27,956	0,000000841	76842,396	turbulen



Gambar 28. Grafik hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Reynold* pada pengaliran Krib jarak 25 cm

Pada gambar 28 dapat diketahui nilai Reynold paling rendah adalah 52372,239 dengan kecepatan 0,756 m/det dan nilai Reynold paling tinggi adalah 76842,396 dengan kecepatan 0,967 m/det.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa nilai Reynold lebih besar dari 12.000 , berarti aliran yang di hasilkan adalah aliran Turbulen. Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa nilai Reynold lebih besar dari 12.000 , berarti aliran yang di hasilkan adalah aliran turbulen. Hal ini disebabkan karena kecepatan energi aliran mempengaruhi besar gaya gesekan yang terjadi sehingga laju aliran yang dihasilkan tidak stabil atau bergerak secara acak.

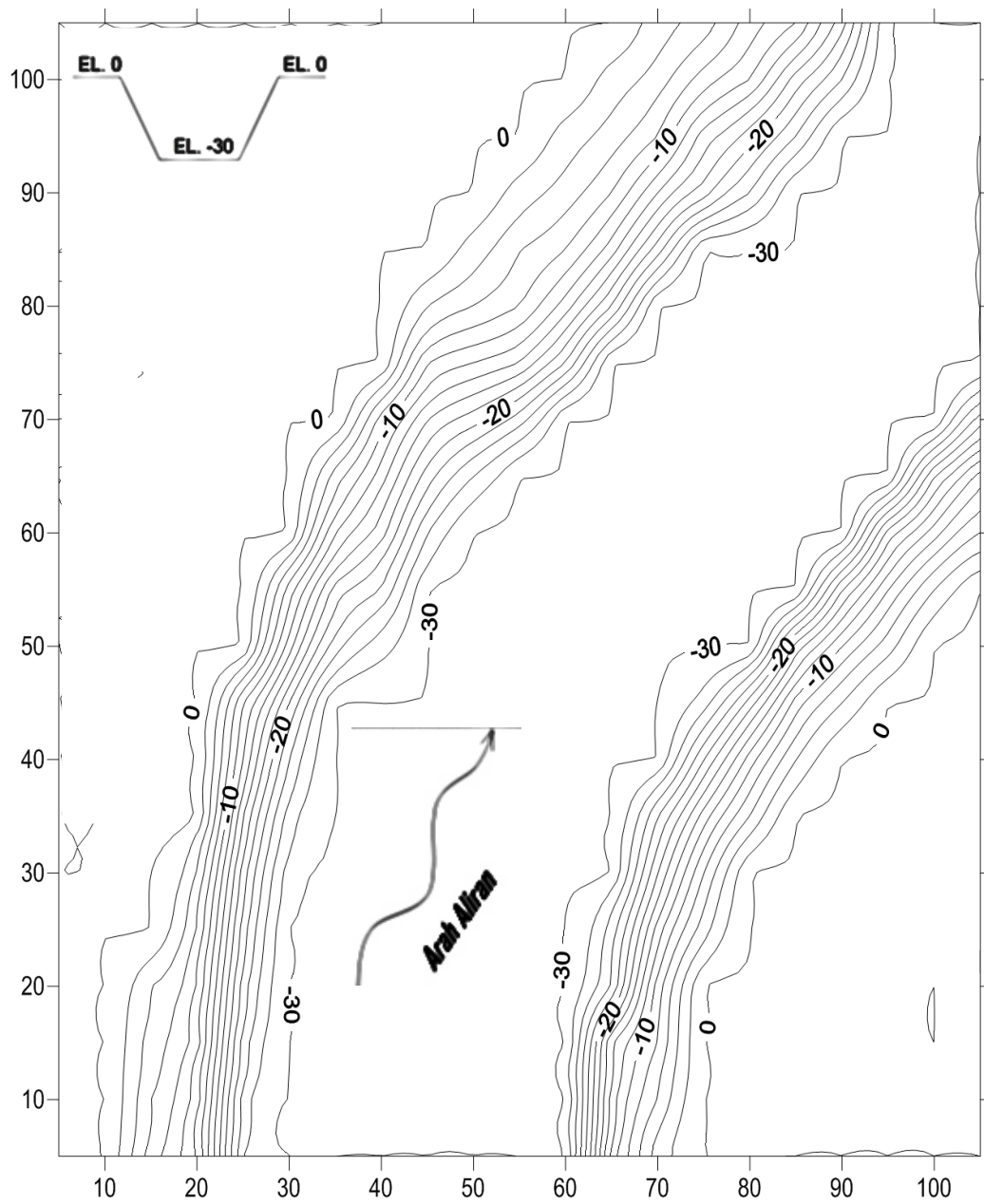
Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynold*

No.	Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Jarak Pemasangan Krib 20 cm				Jarak Pemasangan Krib 25 cm				Jarak Pemasangan Krib 30 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	0,787	sub kritis	48196,74	turbulen	1,073	super kritis	53450,91	turbulen	0,922	sub kritis	53764,60	turbulen
2		6	0,943	sub kritis	53686,43	turbulen	0,785	sub kritis	46467,61	turbulen	1,072	super kritis	50088,48	turbulen	0,884	sub kritis	49575,39	turbulen
3		9	0,885	sub kritis	50008,97	turbulen	0,774	sub kritis	51326,60	turbulen	0,981	sub kritis	53548,18	turbulen	0,831	sub kritis	52372,24	turbulen
4	0,0086	3	0,910	sub kritis	55288,32	turbulen	0,888	sub kritis	61706,68	turbulen	1,061	super kritis	61050,20	turbulen	0,887	sub kritis	68633,74	turbulen
5		6	0,996	sub kritis	63874,77	turbulen	0,793	sub kritis	53401,39	turbulen	1,042	super kritis	60845,12	turbulen	0,872	sub kritis	70626,29	turbulen
6		9	0,916	sub kritis	59724,22	turbulen	0,885	sub kritis	50587,36	turbulen	1,016	super kritis	59348,33	turbulen	0,865	sub kritis	70275,94	turbulen
7	0,0145	3	0,953	sub kritis	61125,18	turbulen	0,970	sub kritis	67251,63	turbulen	1,124	super kritis	70198,11	turbulen	0,999	sub kritis	82623,19	turbulen
8		6	1,094	super kritis	69121,98	turbulen	0,850	sub kritis	61837,68	turbulen	1,155	super kritis	76871,95	turbulen	0,967	sub kritis	82174,53	turbulen
9		9	1,218	super kritis	69177,38	turbulen	0,888	sub kritis	62058,29	turbulen	1,052	super kritis	73262,38	turbulen	0,976	sub kritis	76842,40	turbulen

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

Adapun Kontur pola gerusan sebelum pemhaliran, Pengaliran tanpa krib dan dengan menggunakan pemasangan krib dengan jarak yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut :

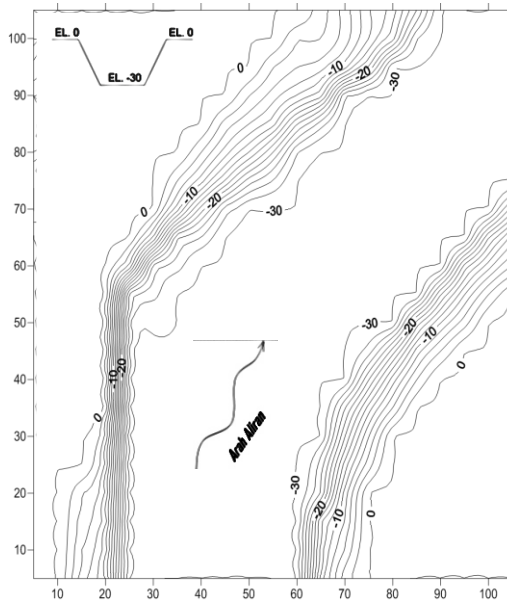
#### 1. Kontur Sebelum Pengaliran



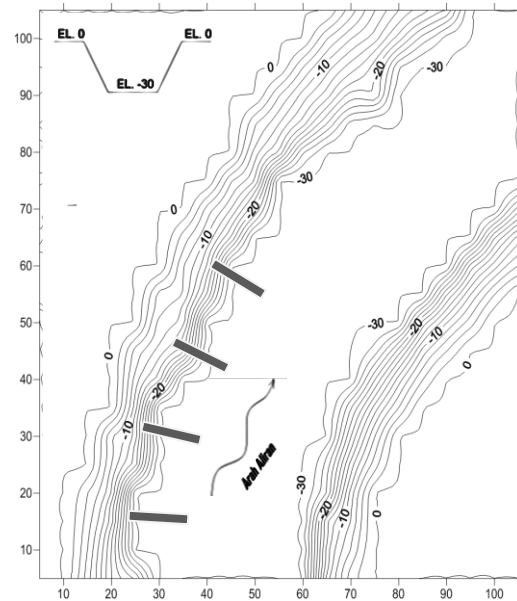
Gambar 29. Kontur sebelum pengaliran



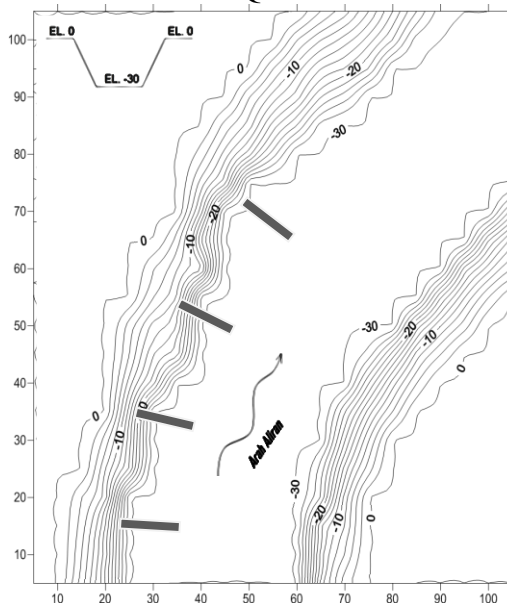
## 2. Kontur Pola Gerusan Pada Q1



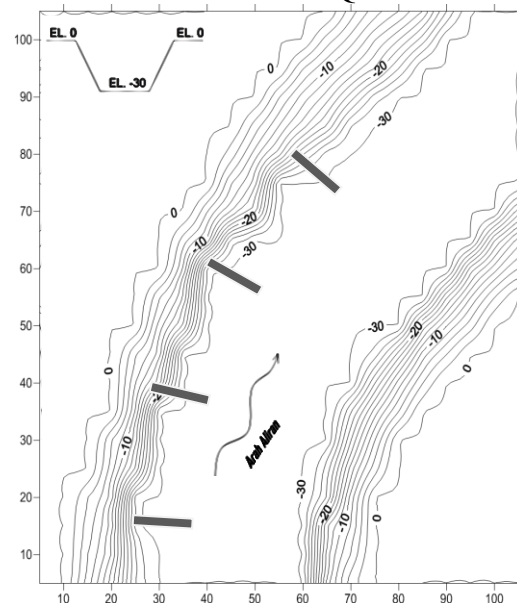
Gambar 30. Kontur Tanpa Pemasangan Krib Q1



Gambar 31. Kontur Pemasangan Krib Jarak 20 cm Q1



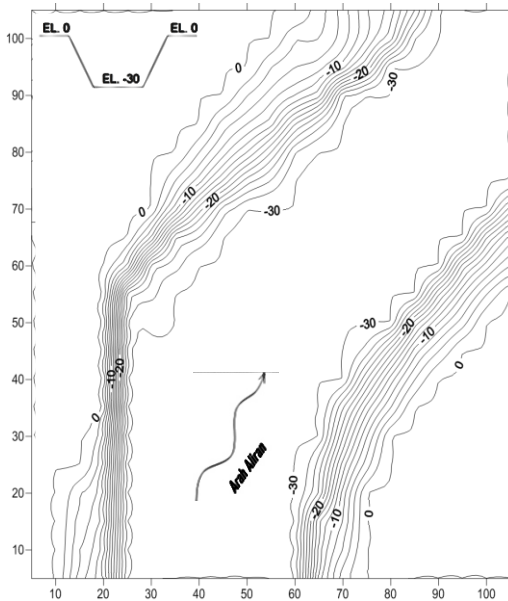
Gambar 32. Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q1



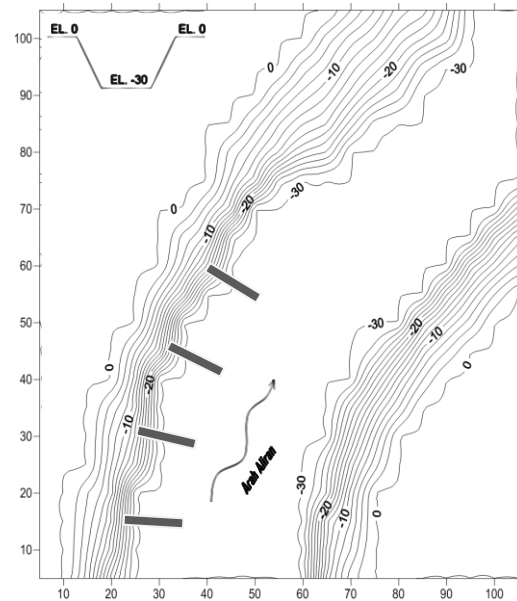
Gambar 33. Kontur Pemasangan Krib Jarak 30 cm Q1

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu jarak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Dimana volume gerusan yang terkecil adalah jarak 30 cm dengan volume gerusan adalah  $0,004410 \text{ m}^3$ , dimana volume gerusan sebelum adanya bangunan krib adalah  $0,00752 \text{ m}^3$ .

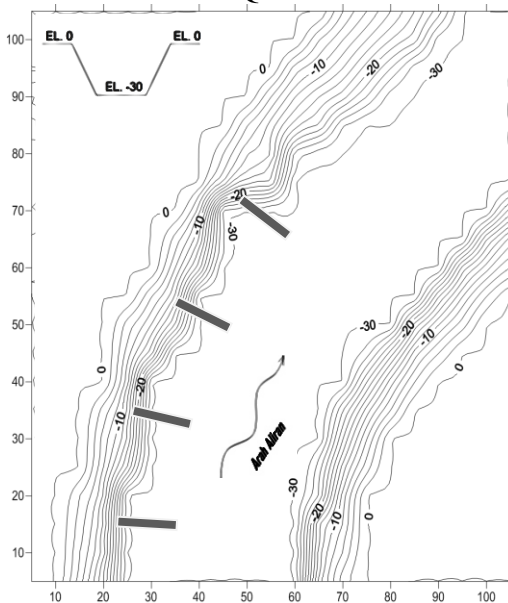
### 3. Kontur Pola Gerusan Pada Q2



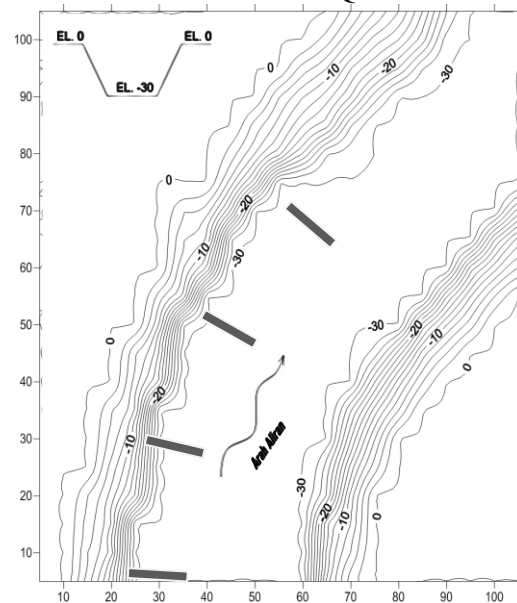
Gambar 34. Kontur Tanpa Pemasangan Krib Q2



Gambar 35. Kontur Pemasangan Krib Jarak 20 cm Q2



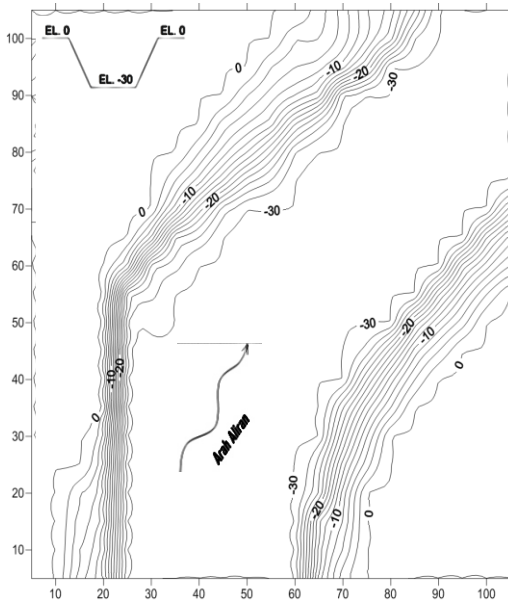
Gambar 36. Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q2



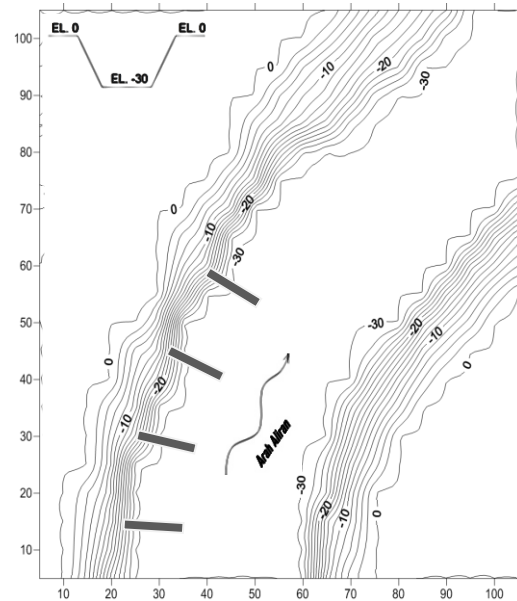
Gambar 37. Kontur Pemasangan Krib Jarak 30 cm Q2

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu jarak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Dimana volume gerusan yang terkecil adalah jarak 30 cm dengan volume gerusan adalah  $0,004795 \text{ m}^3$ , dimana volume gerusan sebelum adanya bangunan krib adalah  $0,00761 \text{ m}^3$ .

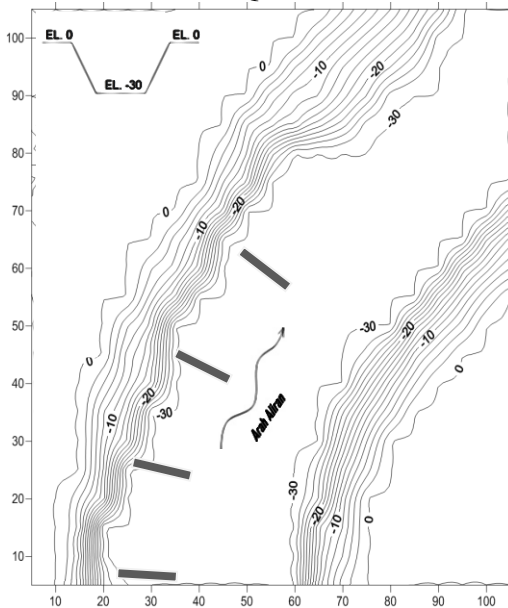
#### 4. Kontur Pola Gerusan Pada Q3



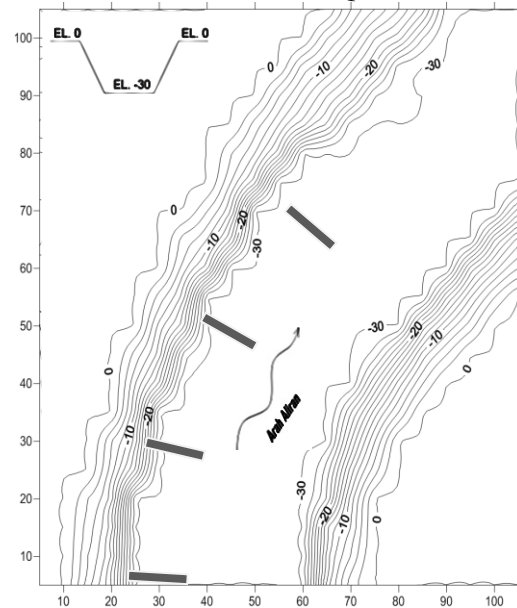
Gambar 38. Kontur Tanpa Pemasangan Krib Q3



Gambar 39. Kontur Pemasangan Krib Jarak 20 cm Q3



Gambar 40. Kontur Pemasangan Krib Jarak 25 cm Q3



Gambar 41. Kontur Pemasangan Krib Jarak 30 cm Q3

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu jarak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Dimana volume gerusan yang terkecil adalah jarak 30 cm dengan volume gerusan adalah  $0,005060 \text{ m}^3$ , dimana volume gerusan sebelum adanya bangunan krib adalah  $0,0117 \text{ m}^3$ .

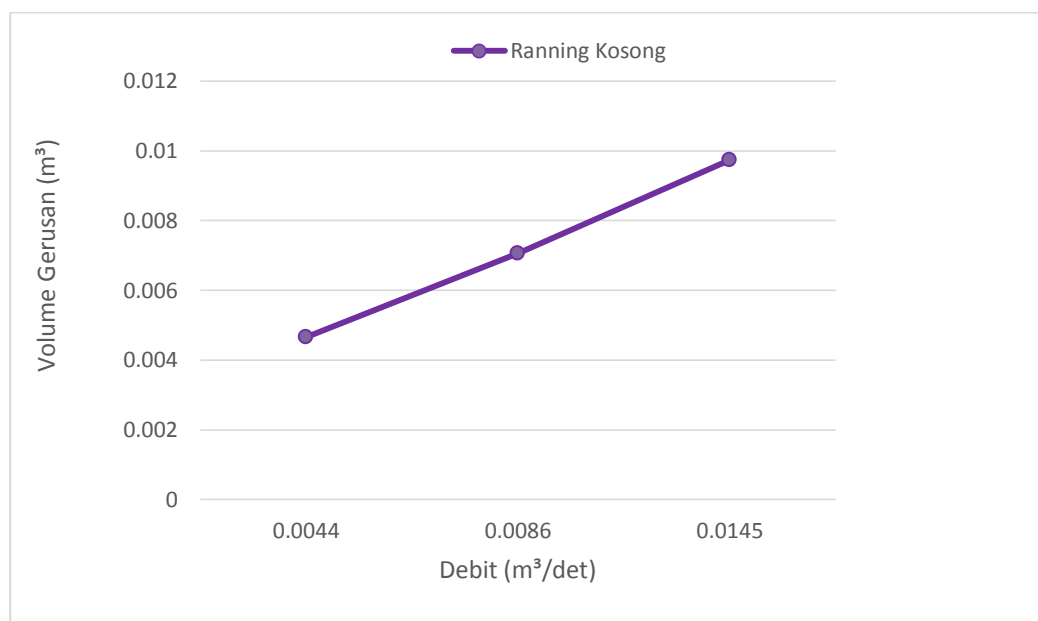
## F. Analisis Pengaruh Jarak Pemasangan Krib Impermeabel

### 1. Analisis Debit Aliran dengan Volume Gerusan

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada pengaliran tanpa krib yang diperlihatkan pada tabel 14 berikut ini.

Tabel 14. Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan Tanpa Krib

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
1			t1 = 3,00	0,00466
2		0,0044	t2 = 6,00	0,00705
3			t3 = 9,00	0,00752
4			t1 = 3,00	0,00706
5	Tanpa Krib	0,0086	t2 = 6,00	0,00746
6			t3 = 9,00	0,00761
7			t1 = 3,00	0,00973
8		0,0145	t2 = 6,00	0,01009
9			t3 = 9,00	0,01170



Gambar 42. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan tanpa krib

Pada gambar 42 menunjukkan bahwa semakin tinggi debit aliran yang terjadi maka semakin besar volume gerusan pada tebing sungai. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit yang dapat mempercepat laju gerusan pada saluran.

## 2. Analisis Hubungan Debit Aliran dengan Volume Gerusan

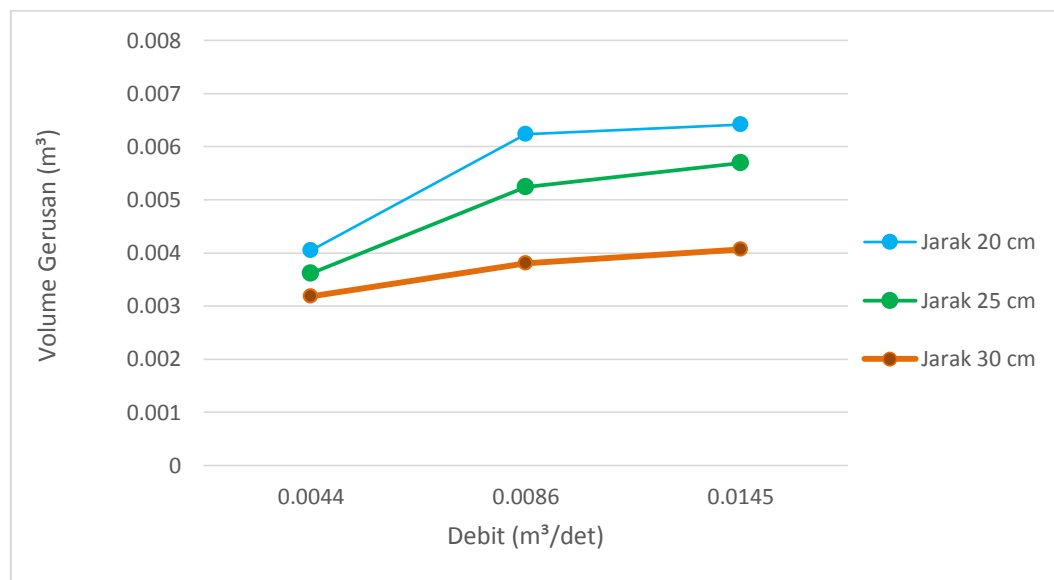
Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada pengaliran dengan krib yang disajikan pada tabel 15 berikut ini.

Tabel 15. Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan dengan Krib

No.	Jarak Krib	Debit (Q)	Waktu (t)	Volume Gerusan (Vg)
	(cm)	m <sup>3</sup> /det	Menit	m <sup>3</sup>
1	20	0,0044	t1 = 3,00	0,00405
2			t2 = 6,00	0,006155
3			t3 = 9,00	0,00665
4		0,0086	t1 = 3,00	0,00623
5			t2 = 6,00	0,006458
6			t3 = 9,00	0,006885
7		0,0145	t1 = 3,00	0,00642
8			t2 = 6,00	0,00679
9			t3 = 9,00	0,006958
10	25	0,0044	t1 = 3,00	0,00361
11			t2 = 6,00	0,00541
12			t3 = 9,00	0,00623
13		0,0086	t1 = 3,00	0,00524
14			t2 = 6,00	0,00592
15			t3 = 9,00	0,006435
16		0,0145	t1 = 3,00	0,00569
17			t2 = 6,00	0,006038
18			t3 = 9,00	0,006625

Tabel 15. (Lanjutan)

No.	Jarak Krib	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t)	Volume Gerusan (V <sub>g</sub> )
	(cm)		Menit	m <sup>3</sup>
19	30	0,0044	t1 = 3,00	0,00318
20			t2 = 6,00	0,004
21			t3 = 9,00	0,00441
22		0,0086	t1 = 3,00	0,00381
23			t2 = 6,00	0,004625
24			t3 = 9,00	0,004795
25		0,0145	t1 = 3,00	0,00407
26			t2 = 6,00	0,00494
27			t3 = 9,00	0,00506



Gambar 43. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan dengan krib

Pada gambar menunjukkan bahwa semakin besar jarak bangunan krib impermeabel maka semakin kecil volume gerusan yang terjadi pada tebing sungai. Ini disebabkan karena peletakan jarak bangunan krib disesuaikan dengan lebar saluran dan kecepatan aliran sungai agar volume gerusan yang terjadi pada tebing sungai relatif kecil.

### 3. Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan

Tabel 16. Rekapitulasi Perhitungan Persentase Volume Gerusan

No.	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (V <sub>g</sub> ) m <sup>3</sup>			Selisi Volume Gerusan dengan			Persentase Penanggulangan Volume			
			Tanpa Krib	jarak 20 cm	jarak 25 cm	jarak 30 cm	jarak 20 cm	jarak 25 cm	jarak 30 cm	jarak 20 cm	jarak 25 cm	jarak 30 cm
1		t1 = 3,00	0,00466	0,00405	0,00361	0,003180	0,00061	0,00105	0,00148	13,09	22,53	31,76
2	0,0044	t2 = 6,00	0,00705	0,00616	0,00541	0,004000	0,00090	0,00164	0,00305	12,70	23,26	43,26
3		t3 = 9,00	0,00752	0,00665	0,00623	0,004410	0,00087	0,00129	0,00311	11,57	17,15	41,36
4		t1 = 3,00	0,00706	0,00623	0,00524	0,003810	0,00083	0,00182	0,00325	11,76	25,78	46,03
5	0,0086	t2 = 6,00	0,00746	0,00646	0,00592	0,004625	0,00100	0,00154	0,00284	13,43	20,64	38,00
6		t3 = 9,00	0,00761	0,00689	0,006435	0,004795	0,00073	0,00118	0,00282	9,53	15,44	36,99
7		t1 = 3,00	0,00973	0,00642	0,00569	0,004070	0,00331	0,00404	0,00566	34,02	41,52	58,17
8	0,0145	t2 = 6,00	0,01009	0,00679	0,006038	0,004940	0,00330	0,00405	0,00515	32,71	40,16	51,04
9		t3 = 9,00	0,01170	0,00696	0,006625	0,005060	0,00474	0,00508	0,00664	40,53	43,38	56,75
Rata - rata (%)									19,92	27,76	44,82	

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa persentase diantara ketiga jarak pemasangan krib impermeabel diperoleh hasil Persentase Penanggulangan Volume gerusan paling besar dan baik yaitu jarak 30 cm dengan nilai persentase volume gerusan 44,82 %.

Pada tabel diatas juga memperlihatkan bahwa semakin besar jarak pemasangan krib impermeabel, maka semakin besar persentase gerusan yang terjadinya pada tebing saluran.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **G. Kesimpulan**

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

- 1) Berdasarkan Bilangan *Froude* pengaruh pemasangan krib impermeabel menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik dari sub kritis ke super kritis. Sedangkan Bilangan *Reynold* pengaruh pemasangan jarak krib impermeabel menyebabkan perubahan nilai bilangan *Reynold* namun kekentalan alirannya tetap berada pada rentan turbulen.
- 2) Pemasangan jarak krib kayu tipe impermeabel dengan jarak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm berpengaruh terhadap penurunan volume gerusan yang terjadi di sekitar belokan tebing sungai dimana volume gerusan sebelum adanya bangunan krib adalah 0,00973 m<sup>3</sup>/dtk. Namun diantara ketiga Pemasangan jarak krib kayu tipe impermeabel, pengaruh yang terbesar terhadap penurunan volume gerusan terjadi pada jarak 30 cm dengan volume gerusan 0,00407 m<sup>3</sup>/dtk.

#### **H. Saran**

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

- 1) Variasi jarak pemasangan krib impermeabel yang digunakan masih terbatas (3 variasi jarak)
- 2) Perlu juga dilanjutkan dengan mengkaji perlindungan gerusan pada area bangunan krib impermeabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. *Pengaruh Jaraj Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran (Skripsi)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Abd.Rahman A. *Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran (Skripsi)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Aman Azrul, 2017. *Pengaruh Sudut Pemasangan Bangunan Krib Impermeabel Dalam Menanggulangi Gerusan Tebing Sungai (Skripsi)*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
- Arsyad Sintalana 1989. Pengertian Erosi dan Macam-Macam Erosi <http://klikgeografi.blogspot.com/2014/12>
- 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
- Chow V.T [http://sitedi.uho.ac.id/uploads\\_sitedi/e1a110028\\_sitedi\\_I-III.pdf](http://sitedi.uho.ac.id/uploads_sitedi/e1a110028_sitedi_I-III.pdf)
- Djufri Min Hasdayat. 2007 *Krib Impermeable Sebagai Pelindung Pada Belokan Sungai (Jurnal)*, Univrsitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Gambar bentuk morfologi sungai dimodifikasi. <http://www.slideshare.net/mobile/fretea/24-struktursungai.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 13.15)
- Gambar krib impermeabel. <http://civilersc09.files.wordpress.com/2012/12/tr.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 15.30)
- Gambar krib permeabel. <http://civilersc09.files.wordpress.com/2012/12/tr.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 15.40)
- Gambar Sekat Ukur Thompson. <http://lifeeofnadya.blogspot.com/2017/11/pengukuran-debit-air-v-notch-thompson.html?m=1> .png (diunduh pada tanggal 27 september 2018, 16.30)
- 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
- Legono,1990. *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XII/2007*
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Teknik Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Morfologi Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Marlina H Ayu. 2014. *Studi Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Jurnal)*, Universitas Sriwijaya. Palembang
- Maryono, A. 2009. *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Nensi E.V Rosalina. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Cetakan ketiga, Diterbitkan oleh Erlangga, Jakarta.
- Okimichi and Suzuki, *Introduction of case Studies on Prevention of Scour and Meandering in River*, 1989, Institute of Hydraulic Engineering, Agency for Research and Development
- S.K Sidharta. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Penerbit Gunadarma. Jakarta
- Setyono Ernawan, 2007. *Krib Impermeabel sebagai Pelindung pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas di Depan Lab. Sipil UMM) (Jurnal)*, Universitas 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
- Undang-undang Republik Indonesia, 1991.LN 1991/44; TLN No. 3445. *Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991. Sungai* [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)
- Wiwoho, 2005. Definisi Sungai dan Klasifikasinya, <https://perencanaankota.blogspot.com/2014/06/definisi-sungai-dan-klasifikasinya.html>

# LAMPIRAN

## Lampiran 1

### Tabel Pengambilan Data

#### 1). Data hasil penelitian tanpa krib impermeabel

No.	Tanpa 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	Uji tanpa krib / Pendahuluan	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,10	0,60	2,10	0,06	0,06	0,10	31,9	31,2	30,1	0,00466	
2				0,10	0,30	1,20	0,05	0,07	0,11	29,6	29,4	29,0		
3				0,30	1,40	1,70	0,08	0,05	0,06	28,7	28,7	28,7		
4			t2 = 6	0,10	0,50	2,00	0,06	0,07	0,10	29,4	29,3	29,0		0,00705
5				0,30	0,50	2,10	0,05	0,06	0,13	28,9	28,9	28,7		
6				0,30	1,40	1,70	0,08	0,06	0,07	28,7	28,6	28,5		
7			t3 = 9	0,10	1,00	2,00	0,06	0,07	0,10	30,2	29,9	29,6		0,00752
8				0,60	0,40	1,60	0,05	0,06	0,12	29,4	29,4	29,1		
9				0,60	1,40	1,80	0,07	0,06	0,08	28,9	28,8	28,8		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,10	0,70	1,60	0,08	0,08	0,07	30,3	30,2	29,6	0,00706	
11				0,40	0,40	1,20	0,07	0,08	0,12	29,2	29,3	29,0		
12				0,20	1,10	1,50	0,08	0,07	0,06	28,9	28,8	28,7		
13			t2 = 6	0,10	1,20	1,50	0,07	0,08	0,07	29,0	29,0	28,8	0,00746	
14				0,10	0,50	1,40	0,07	0,08	0,14	28,8	28,8	28,7		
15				0,40	1,30	1,60	0,09	0,08	0,07	28,6	28,6	28,5		
16			t3 = 9	0,10	0,70	1,90	0,08	0,08	0,07	29,6	29,4	28,9	0,00761	
17				0,40	0,20	1,40	0,07	0,08	0,14	28,8	28,8	28,7		
18				0,40	1,00	1,40	0,09	0,08	0,07	28,6	28,5	28,5		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,50	1,00	0,90	0,08	0,08	0,09	28,1	28,0	28,1	0,00973	
20				0,40	0,70	0,90	0,07	0,08	0,13	28,1	28,1	28,1		
21				0,40	1,10	1,00	0,08	0,08	0,07	28,1	28,1	28,1		
22			t2 = 6	0,10	1,30	1,20	0,07	0,08	0,07	28,2	28,2	28,1	0,01009	
23				0,10	0,80	1,20	0,06	0,09	0,14	28,1	28,1	28,1		
24				0,40	1,10	1,10	0,09	0,09	0,07	28,1	28,1	28,1		
25			t3 = 9	0,10	1,10	1,10	0,07	0,08	0,07	27,9	28,0	28,1	0,01170	
26				0,40	0,40	1,10	0,07	0,09	0,11	28,1	28,0	28,0		
27				0,20	1,30	1,10	0,08	0,06	0,06	28,0	28,0	28,1		

## Lampiran 2

### Tabel Pengambilan Data

2). Data hasil penelitian krib impermeabel dengan jarak 20 cm

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	20	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,30	1,30	0,60	0,08	0,11	0,15	26,40	26,60	26,80	
2				0,50	1,40	1,10	0,06	0,07	0,07	26,90	26,90	26,90	0,004050
3				1,10	1,20	0,80	0,06	0,06	0,09	26,90	26,90	27,00	
4			t2 = 6	0,30	1,80	0,50	0,07	0,10	0,12	26,30	26,50	26,70	
5				0,70	1,50	0,20	0,07	0,07	0,08	27,00	27,00	27,00	0,006155
6				0,30	1,20	0,90	0,06	0,07	0,09	27,00	27,10	27,10	
7			t3 = 9	0,50	1,00	0,70	0,08	0,11	0,14	26,20	26,30	26,70	
8				0,70	1,20	0,50	0,08	0,07	0,09	26,90	26,90	26,90	0,006650
9				1,00	1,10	0,90	0,06	0,08	0,09	26,90	27,00	27,10	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,20	1,20	0,40	0,10	0,11	0,13	27,00	27,10	27,10	
11				1,00	1,40	0,10	0,09	0,10	0,08	27,20	27,20	27,30	0,006230
12				1,00	1,40	0,90	0,07	0,08	0,07	27,30	27,30	27,30	
13			t2 = 6	0,30	1,10	0,60	0,09	0,10	0,11	27,10	27,10	27,20	
14				0,50	1,20	0,30	0,08	0,10	0,10	27,40	27,40	27,40	0,006458
15				0,50	1,40	0,80	0,07	0,08	0,08	27,40	27,40	27,40	
16			t3 = 9	0,40	1,30	0,50	0,09	0,09	0,04	26,40	26,60	26,60	
17				0,80	1,00	0,40	0,09	0,09	0,08	27,00	27,10	27,10	0,006885
18				1,00	1,10	0,50	0,08	0,08	0,07	27,10	27,10	27,10	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,10	1,40	0,60	0,10	0,11	0,13	27,20	27,30	27,40	
20				0,70	1,00	0,10	0,09	0,09	0,09	27,40	27,40	27,50	0,006420
21				0,80	1,10	0,60	0,06	0,08	0,08	27,50	27,50	27,50	
22			t2 = 6	0,10	1,10	0,50	0,10	0,11	0,14	26,80	26,90	27,00	
23				0,70	1,00	0,10	0,09	0,10	0,09	27,00	27,00	27,00	0,006790
24				1,00	1,20	0,60	0,07	0,08	0,08	27,10	27,10	27,10	
25			t3 = 9	0,20	1,10	0,50	0,10	0,11	0,12	26,90	26,90	26,90	
26				0,70	1,00	0,20	0,09	0,10	0,09	27,00	27,00	27,10	0,006958
27				0,80	1,20	0,80	0,06	0,08	0,08	27,10	27,20	27,20	

### Lampiran 3

### Tabel Pengambilan Data

3). Data hasil penelitian krib impermeabel dengan jarak 25 cm

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	0,20	1,80	1,30	0,05	0,07	0,11	27,40	27,30	27,30	0,003610	
2				0,70	1,50	1,00	0,07	0,10	0,08	27,40	27,30	27,30		
3				0,70	1,30	0,70	0,06	0,08	0,07	27,20	27,20	27,20		
4			t2 = 6	1,40	2,00	0,30	0,04	0,06	0,11	27,00	27,00	27,10		0,005410
5				1,20	1,70	0,10	0,06	0,07	0,08	27,00	27,00	27,10		
6				0,80	1,40	0,80	0,05	0,06	0,07	27,00	27,00	27,10		
7			t3 = 9	1,00	1,80	0,50	0,05	0,06	0,12	26,70	26,80	26,90		0,006230
8				0,80	1,40	0,60	0,07	0,08	0,09	26,90	27,00	27,00		
9				0,90	1,50	0,50	0,06	0,08	0,07	27,10	27,10	27,10		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,70	1,60	0,60	0,07	0,07	0,11	26,80	26,80	26,90	0,005240	
11				0,50	1,50	0,10	0,07	0,08	0,09	26,90	27,00	27,00		
12				1,00	1,40	1,00	0,06	0,08	0,08	27,00	27,00	27,10		
13			t2 = 6	0,30	1,50	0,40	0,08	0,09	0,12	26,70	26,70	26,80		0,005920
14				0,60	1,70	0,80	0,07	0,07	0,08	26,90	27,00	27,00		
15				0,70	1,50	0,80	0,06	0,07	0,08	27,10	27,10	27,10		
16			t3 = 9	0,20	1,60	0,50	0,07	0,10	0,15	26,70	26,70	26,80		0,006435
17				0,90	1,60	0,40	0,08	0,07	0,09	26,90	27,00	27,00		
18				0,90	1,40	0,60	0,07	0,08	0,08	27,10	27,10	27,10		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	1,00	1,10	0,70	0,09	0,11	0,08	27,40	27,40	27,40	0,005690	
20				0,80	1,20	0,20	0,09	0,09	0,08	27,40	27,40	27,40		
21				1,00	1,30	0,70	0,07	0,07	0,08	27,40	27,40	27,40		
22			t2 = 6	0,10	1,10	0,90	0,10	0,10	0,12	27,90	27,90	27,90		0,006038
23				0,90	0,90	1,00	0,09	0,09	0,08	27,90	27,80	27,80		
24				1,00	1,20	0,70	0,07	0,07	0,08	27,80	27,80	27,80		
25			t3 = 9	0,20	1,10	0,80	0,09	0,12	0,11	28,50	28,50	28,40		0,006625
26				0,90	1,10	0,50	0,09	0,10	0,08	28,30	28,30	28,30		
27				1,00	1,20	0,80	0,07	0,08	0,09	28,30	28,30	28,30		

## Lampiran 4

### Tabel Pengambilan Data

4). Data hasil penelitian krib impermeabel dengan jarak 30 cm

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	30	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,30	1,80	0,40	0,06	0,07	0,10	27,60	27,60	27,60	0,003180	
2				1,00	1,80	0,30	0,07	0,09	0,10	27,60	27,60	27,60		
3				0,80	1,50	1,20	0,07	0,09	0,06	27,60	27,60	27,60		
4			t2 = 6	1,10	1,60	0,60	0,06	0,08	0,11	27,10	27,20	27,20		0,004000
5				0,80	1,80	0,10	0,07	0,07	0,08	27,30	27,30	27,30		
6				0,70	1,50	0,70	0,07	0,09	0,06	27,30	27,30	27,30		
7			t3 = 9	0,90	1,30	0,80	0,06	0,09	0,12	27,90	27,80	27,80		0,004410
8				1,00	1,30	0,50	0,08	0,08	0,09	27,80	27,80	27,80		
9				0,90	1,10	0,90	0,08	0,09	0,07	27,80	27,80	27,80		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,10	1,10	0,70	0,09	0,11	0,14	28,10	28,10	28,00	0,003810	
11				0,90	1,10	0,20	0,10	0,11	0,11	28,00	28,00	28,00		
12				1,30	1,40	1,10	0,08	0,09	0,07	27,90	27,90	27,90		
13			t2 = 6	0,50	0,70	0,80	0,10	0,12	0,14	28,10	28,10	28,20		0,004625
14				0,80	1,10	0,90	0,10	0,11	0,11	28,10	28,10	28,10		
15				1,10	1,20	0,80	0,09	0,09	0,07	28,10	28,10	28,10		
16			t3 = 9	0,50	1,20	0,60	0,10	0,12	0,14	28,30	28,20	28,10		0,004795
17				0,80	0,80	0,50	0,10	0,11	0,11	28,10	28,10	28,10		
18				1,00	1,20	0,80	0,09	0,09	0,07	28,10	28,10	28,10		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,40	1,10	0,50	0,11	0,12	0,14	28,20	28,20	28,10	0,004070	
20				0,80	1,00	0,70	0,11	0,11	0,11	28,10	28,00	28,00		
21				1,10	1,10	0,60	0,08	0,09	0,07	28,00	27,90	27,90		
22			t2 = 6	0,40	0,90	0,70	0,11	0,12	0,15	28,20	28,20	28,10		0,004940
23				0,80	0,80	0,20	0,11	0,12	0,11	28,00	28,00	28,00		
24				1,00	1,20	0,90	0,08	0,09	0,07	28,00	28,00	28,00		
25			t3 = 9	0,50	0,80	0,90	0,10	0,11	0,14	28,50	28,50	28,50		0,005060
26				0,50	0,70	0,40	0,10	0,11	0,11	28,50	28,40	28,40		
27				1,00	1,20	0,80	0,08	0,08	0,07	28,40	28,40	28,40		









## Lampiran 8

### Tabel Pengambilan Data

4). Kedalaman gerusan pemasangan krib impermeabel dengan jarak 30 cm

Topografi Debit Q1 = 0,0044																					
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	-21	-16	-13	-10	-8	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-29	-16	-11	-9	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-17	-11	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-11	-6	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-5	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-9	-6	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-14	-10	-6	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-13	-10	-4	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-19	-14	-9	-4	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-19	-15	-9	0
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-18	-14
17	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-18
18	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-17
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 = 0,0086																					
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	-26	-29	-30	-11	-10	-9	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-14	-10	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-14	-11	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-11	-6	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-12	-8	-4	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-10	-8	0	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-11	-7	0	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-11	-6	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-12	-10	-5	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-17	-14	-9	-4	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-18	-13	-8	0
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-17	-12
17	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-21	-17	0
18	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	0
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 = 0,0145																					
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	-11	-9	-7	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-16	-13	-10	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-15	-11	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-10	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-5	0	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-6	0	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-11	-7	0	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-16	-10	-6	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-20	-15	-10	-6	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-16	-10	0
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-19	-14	0
17	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-19	-19
18	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-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

### Perhitungan Analisa Saringan dan Dimensi Krib

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

Tahapan Penelitian : Topografi sebelum Pengaliran, Tanpa Krib dan dengan menggunakan Krib impermeabel

Lokasi Penelitian : Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Perhitungan Analisa Saringan Pada Tabel 4 Menggunakan Rumus Sebagai Berikut :

Saringan No.4 mempunyai diameter 4,76 mm,

Berat tertahan = 4 grm ( hasil penimbangan tanah tertahan pada saringan no.4)

Berat kumulatif = Berat kumulatif<sub>sebelum</sub> + Berat tertahan = 0 + 4 = 4 grm

= 4 + 17 = 21 grm

Persentase berat tertahan =  $\frac{z \text{ berat kumulatif tertahan}}{\text{berat tanah}} \times 100 \%$

$$= \frac{4}{1000} \times 100 \% = 0,4 \%$$

Persentase berat lolos = 100 % - persentase berat tertahan

$$= 100 \% - 0,4 \% = 99,6 \%$$

Untuk perhitungan persentase selanjutnya dapat menggunakan rumus di atas.

Penentuan Dimensi Krib Menggunakan Rumus Sebagai Berikut :

#### 1). Tinggi Krib (T)

Sesuai yang di jelaskan pada bab II bahwa penentuasn tinggi krib dapat disesuaikan dengan tinggi muka air banjir sehingga tinggi krib adalah 17 cm atau 0.17 m.

## 2). Panjang Krib (Lb)

Penetapan panjang krib ditentukan sesuai dengan penjelasan pada Bab II halaman 30 dimana pada umumnya panjang krib 10% dari lebar saluran.

Dimana :

Lebar Saluran (b) : 0.3 m, Panjang Krib (Lb) : 10% x 0.3 = 0.03 m

## 3). Jarak antar Krib (L)

Jarak antara krib dapat menggunakan rumus secara empiris (ernawan 2007) dan rumus hidrolis saluran yaitu sebagai berikut :

### 1). Perhitungan Koefisien *Chezy*

$$C = 87 / (1 + \frac{\gamma B}{\sqrt{R}})$$

$$R = A/P$$

$$A = (B+m.y).y$$

$$= (0,3+0,5.0.3).0,3 = 0,135 \text{ m}$$

$$P = B + 2h \sqrt{1 + m^2} = 0,3 + 2.0,3 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,971 \text{ m}$$

$$R = 0.135/0.971 = 0.14 \text{ m}$$

Dimana : R = 0.14 m,  $\gamma_B = 0.85$  (tabel bazin koefisien kekasaran saluran)

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma B}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{0.85}{\sqrt{0.14}}} = 26.60$$

### 2). Perhitungan Jarak Maksimum Krib :

$$L < \alpha \frac{C^2 \cdot 2h}{2 \cdot g}$$

$$L < \alpha \frac{C^2 \cdot 2h}{2 \cdot g} = L < 0.6 \frac{26.60^2 \cdot 2 \cdot 0.3}{2 \cdot 9.8} = 12.90 \text{ m}$$

Sehingga diambil variasi jarak krib 0.20 m, 0.25 m, 0.30 m < 12.90 m

## Lampiran 10

### Perhitungan Debit Aliran Untuk Bukaannya Pintu Thompson

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

Tahapan Penelitian : Topografi sebelum Pengaliran, Tanpa Krib dan dengan menggunakan Krib impermeabel

Lokasi Penelitian : Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Perhitungan Debit Aliran Untuk Tinggi Bukaannya Pintu Thompson Pada Tabel 5 Menggunakan Rumus Sebagai Berikut :

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

Dimana :  $h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ ,  $C_d = 0,62$ ,  $\theta = 90^\circ$

$$\text{Rumus : } Q = \frac{8}{15} C_d \cdot \tan \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} h^{5/2}$$

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

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

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

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

Untuk perhitungan debit thompson selanjutnya dapat menggunakan rumus di atas.

## Lampiran 11

### Perhitungan Karakteristik Aliran

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

Tahapan Penelitian : Topografi sebelum Pengaliran, Tanpa Krib dan dengan menggunakan Krib impermeabel

Lokasi Penelitian : Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr) Pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Table 9 Menggunakan Rumus Sebagai Berikut :

Pehitungan Luas Penampang (A)

Rumus :  $A = (B + my)y$

Dimana :  $B = 0,3 \text{ m}$ ,  $y = (0,063+0,060+0,090)/3 = 0,071 \text{ m}$ ,  $m = 0,5 \text{ m}$

$$A = (0,30 + 0,5 \times 0,071) \times 0,071 = 0,0239 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,3 + 2. 0,071 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,459 \text{ m}$$

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

Rumus :  $R = A/P$

$$R = 0,0239/0,459 = 0,052 \text{ m}$$

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

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

$$F_R = \frac{0,867}{\sqrt{9,8 \cdot 0,071}} = 1,038$$

Untuk perhitungan bilangan froude selanjutnya dapat menggunakan rumus di atas.



## Lampiran 12

### Perhitungan Kekentalan Aliran

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

Tahapan Penelitian : Topografi sebelum Pengaliran, Tanpa Krib dan dengan menggunakan Krib impermeabel

Lokasi Penelitian : Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re) Pada Tabel 10, Tabel 11, Tabel 12, dan Table 13 Menggunakan Rumus Sebagai Berikut :

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat dihitung debit saluran bilangan *Froude* (Fr) sebagai

Pehitungan Luas Penampang (A)

Rumus :  $A = (B + my)y$

Dimana :  $B = 0,3 \text{ m}$ ,  $y = (0,063+0,060+0,090)/3 = 0,071 \text{ m}$ ,  $m = 0,5 \text{ m}$

$$A = (0,30 + 0,5 \times 0,071) \times 0,071 = 0,0239 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,3 + 2. 0,071 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,459 \text{ m}$$

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

Rumus :  $R = A/P$

$$R = 0,0239/0,459 = 0,052 \text{ m}$$

Nilai viskositas didapatkan dari hasil interpolasi dari tabel viskositas kinematik sebagai hubungan fungsi suhu

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

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

Dimana :  $\nu = 0,000000806 \text{ (29,70}^\circ\text{)}$

$$Re = \frac{0,87 \cdot 0,052}{0,000000806} = 55898,156$$

Untuk perhitungan bilangan reynold selanjutnya dapat menggunakan rumus di atas.

## Lampiran 13

### Tabel Data Pengamatan Laboratorium

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Impermeabel 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.	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					
				V0	V1	Y0	Y1				
1	Tanpa Krib	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 =	0.93	Y0 =	0.073	31.07	0.00466		
2				V1 =	0.53	Y1 =	0.077	29.33			
3				V2 =	1.13	Y2 =	0.063	28.70			
4			t2 = 6	V0 =	0.87	Y0 =	0.077	29.23		0.00705	
5				V1 =	0.97	Y1 =	0.080	28.83			
6				V2 =	1.13	Y2 =	0.070	28.60			
7			t3 = 9	V0 =	1.03	Y0 =	0.077	29.90			0.00752
8				V1 =	0.87	Y1 =	0.077	29.30			
9				V2 =	1.27	Y2 =	0.070	28.83			
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 =	0.80	Y0 =	0.077	30.03	0.00706		
11				V1 =	0.67	Y1 =	0.090	29.17			
12				V2 =	0.93	Y2 =	0.070	28.00			
13			t2 = 6	V0 =	0.93	Y0 =	0.073	28.93		0.00746	
14				V1 =	0.67	Y1 =	0.097	28.77			
15				V2 =	1.10	Y2 =	0.080	28.57			
16			t3 = 9	V0 =	0.90	Y0 =	0.077	29.30			0.00761
17				V1 =	0.67	Y1 =	0.097	28.77			
18				V2 =	0.93	Y2 =	0.080	28.53			
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 =	0.80	Y0 =	0.083	28.10	0.00973		
20				V1 =	0.67	Y1 =	0.093	28.10			
21				V2 =	0.83	Y2 =	0.077	28.10			
22			t2 = 6	V0 =	0.87	Y0 =	0.073	28.13		0.01009	
23				V1 =	0.70	Y1 =	0.097	28.10			
24				V2 =	0.87	Y2 =	0.083	28.10			
25			t3 = 9	V0 =	0.77	Y0 =	0.073	28.00			0.01117
26				V1 =	0.63	Y1 =	0.090	28.03			
27				V2 =	0.87	Y2 =	0.067	28.03			

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 14

### Tabel Data Pengamatan Laboratorium

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

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 20 cm

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 24 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 (°)	Rata - rata	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>				
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata							
1	20	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.733	0.922	Y0 = 0.113	0.083	26.60	26.81	0.004050				
2				V1 = 1.000		Y1 = 0.067		26.90						
3				V2 = 1.033		Y2 = 0.070		26.93						
4			t2 = 6	V0 = 0.867	0.822	Y0 = 0.097	0.081	26.50			26.86	0.006155		
5				V1 = 0.800		Y1 = 0.073		27.00						
6				V2 = 0.800		Y2 = 0.073		27.07						
7			t3 = 9	V0 = 0.733	0.844	Y0 = 0.110	0.089	26.40					26.77	0.006650
8				V1 = 0.800		Y1 = 0.080		26.90						
9				V2 = 1.000		Y2 = 0.077		27.00						
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.600	0.844	Y0 = 0.113	0.092	27.07	27.20	0.006230				
11				V1 = 0.833		Y1 = 0.090		27.23						
12				V2 = 1.100		Y2 = 0.073		27.30						
13			t2 = 6	V0 = 0.667	0.744	Y0 = 0.100	0.090	27.13			27.31	0.006458		
14				V1 = 0.667		Y1 = 0.093		27.40						
15				V2 = 0.900		Y2 = 0.077		27.40						
16			t3 = 9	V0 = 0.733	0.778	Y0 = 0.073	0.079	26.53					26.90	0.006885
17				V1 = 0.733		Y1 = 0.087		27.07						
18				V2 = 0.867		Y2 = 0.077		27.10						
19	Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.700	0.711	Y0 = 0.113	0.092	27.30	27.41	0.006420					
20			V1 = 0.600		Y1 = 0.090		27.43							
21			V2 = 0.833		Y2 = 0.073		27.50							
22		t2 = 6	V0 = 0.567	0.700	Y0 = 0.117	0.096	26.90			27.00	0.006790			
23			V1 = 0.600		Y1 = 0.093		27.00							
24			V2 = 0.933		Y2 = 0.077		27.10							
25		t3 = 9	V0 = 0.600	0.722	Y0 = 0.110	0.092	26.90					27.03	0.006958	
26			V1 = 0.633		Y1 = 0.093		27.03							
27			V2 = 0.933		Y2 = 0.073		27.17							

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 15

### Tabel Data Pengamatan Laboratorium

Judul : Pengaruh Bangunan Krib Tipe Impermeabel 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 : 23 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 (°)	Rata - rata	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>				
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata							
1	25	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 1.10	1.02	Y0 = 0.077	0.077	27.33	27.29	0.003610				
2				V1 = 1.07		Y1 = 0.083		27.33						
3				V2 = 0.90		Y2 = 0.070		27.20						
4			t2 = 6	V0 = 1.23	1.08	Y0 = 0.070	0.067	27.03			27.03	0.005410		
5				V1 = 1.00		Y1 = 0.070		27.03						
6				V2 = 1.00		Y2 = 0.060		27.03						
7			t3 = 9	V0 = 1.10	1.00	Y0 = 0.077	0.076	26.80					26.96	0.006230
8				V1 = 0.93		Y1 = 0.080		26.97						
9				V2 = 0.97		Y2 = 0.070		27.10						
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.97	0.93	Y0 = 0.083	0.079	26.83	26.94	0.005240				
11				V1 = 0.70		Y1 = 0.080		26.97						
12				V2 = 1.13		Y2 = 0.073		27.03						
13			t2 = 6	V0 = 0.73	0.92	Y0 = 0.097	0.080	26.73			26.93	0.005920		
14				V1 = 1.03		Y1 = 0.073		26.97						
15				V2 = 1.00		Y2 = 0.070		27.10						
16			t3 = 9	V0 = 0.77	0.90	Y0 = 0.107	0.088	26.73					26.93	0.006435
17				V1 = 0.97		Y1 = 0.080		26.97						
18				V2 = 0.97		Y2 = 0.077		27.10						
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.93	0.89	Y0 = 0.093	0.084	27.40	27.40	0.005690				
20				V1 = 0.73		Y1 = 0.087		27.40						
21				V2 = 1.00		Y2 = 0.073		27.40						
22			t2 = 6	V0 = 0.70	0.87	Y0 = 0.107	0.089	27.90			27.84	0.006038		
23				V1 = 0.93		Y1 = 0.087		27.83						
24				V2 = 0.97		Y2 = 0.073		27.80						
25			t3 = 9	V0 = 0.70	0.84	Y0 = 0.107	0.092	28.47					28.36	0.006625
26				V1 = 0.83		Y1 = 0.090		28.30						
27				V2 = 1.00		Y2 = 0.080		28.30						

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 16

### Tabel Data Pengamatan Laboratorium

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

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Jarak Krib 30 cm

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 23 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 (°)	Rata - rata	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>		
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata					
1	30	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.83	1.01	Y0 = 0.077	0.079	27.60	27.60	0.003180		
2				V1 = 1.03		Y1 = 0.087		27.60				
3				V2 = 1.17		Y2 = 0.073		27.60				
4			t2 = 6	V0 = 1.10	0.99	Y0 = 0.083	0.077	27.17		27.26	0.004000	
5				V1 = 0.90		Y1 = 0.073		27.30				
6				V2 = 0.97		Y2 = 0.073		27.30				
7			t3 = 9	V0 = 1.00	0.97	Y0 = 0.090	0.084	27.83			27.81	0.004410
8				V1 = 0.93		Y1 = 0.083		27.80				
9				V2 = 0.97		Y2 = 0.080		27.80				
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.63	0.88	Y0 = 0.113	0.100	28.07	27.99			0.003810
11				V1 = 0.73		Y1 = 0.107		28.00				
12				V2 = 1.27		Y2 = 0.080		27.90				
13			t2 = 6	V0 = 0.67	0.88	Y0 = 0.120	0.103	28.13		28.11		0.004625
14				V1 = 0.93		Y1 = 0.107		28.10				
15				V2 = 1.03		Y2 = 0.083		28.10				
16			t3 = 9	V0 = 0.77	0.82	Y0 = 0.120	0.103	28.20			28.13	0.004795
17				V1 = 0.70		Y1 = 0.107		28.10				
18				V2 = 1.00		Y2 = 0.083		28.10				
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.67	0.81	Y0 = 0.123	0.104	28.17	28.04			0.004070
20				V1 = 0.83		Y1 = 0.110		28.03				
21				V2 = 0.93		Y2 = 0.080		27.93				
22			t2 = 6	V0 = 0.67	0.77	Y0 = 0.127	0.107	28.17		28.06		0.004940
23				V1 = 0.60		Y1 = 0.113		28.00				
24				V2 = 1.03		Y2 = 0.080		28.00				
25			t3 = 9	V0 = 0.73	0.76	Y0 = 0.117	0.100	28.50			28.44	0.005060
26				V1 = 0.53		Y1 = 0.107		28.43				
27				V2 = 1.00		Y2 = 0.077		28.40				

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 17

### Tabel Data Pengamatan Laboratorium

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

Tahap Penelitian : Perhitungan Analisa Saringan

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Makassar

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

## Lampiran 18

### Tabel Viskositas Kinematik sebagai Hubungan Fungsi Suhu

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

Tahapan Penelitian : Topografi sebelum Pengaliran, Tanpa Krib dan dengan menggunakan Krib impermeabel

Lokasi Penelitian : Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

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 19

### Pembersihan Lokasi Penelitian



Proses Pembersihan Lokasi Penelitian

### Penimbunan dan Pematatan Tanah



Pembentukan Lokasi Penelitian



penimbunan dan pematatan



## Lampiran 20

### Pembuatan Model Saluran



Penggalian Saluran



Pembentukan Kemiringan Saluran



Denah Saluran

## Lampiran 21

### Pembuatan Bak Penampungan



Pembuatan Bak Penampungan



Bak Penampungan

### Pembuatan Pintu Thompson (V-Notch)



Rancangan Pelimpah Thompson



Pembuatan Pelimpah Thompson

## Lampiran 22

### Perakitan Krib



pemberian silicon pada kayu



pembuatan krib

### Pemasangan Krib pada Tikungan Saluran



pemasangan krib impermeable



model pemasangan krib impermeable

## Lampiran 23

### Running dan Pengambilan Data



Pengukuran Kecepatan dengan *Flow Watch*



Pengukuran Kedalaman aliran



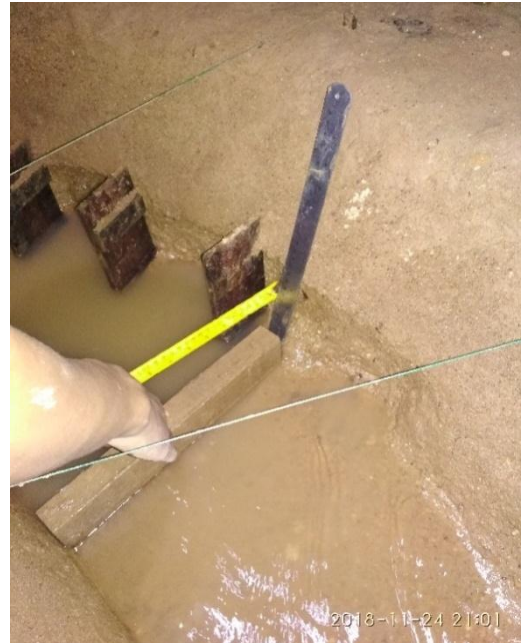
Pengaliran



Pencatatan Hasil Kecepatan



Hasil Gerusan saat pemasangan Krib



Pengukuran kedalaman gerusan



Pemasangan Grid



Pengukuran Tofografi Salur

