

## **SKRIPSI**

# **PENGARUH SUDUT KRIB KAYU TIPE SEMI PERMEABEL TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN DAN GERUSAN TEBING SUNGAI (STUDI EKSPERIMENTAL)**



**Oleh :**

**JULIANDI ARIFIN**  
**105 81 2076 14**

**NOR IMAN LARANGI**  
**105 81 2024 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>

### HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan 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 SUDUT KRIB KAYU TIPE SEMI PERMEABEL TERHADAP KARTERISTIK ALIRAN DAN GERUSAN TEBING SUNGAI ( STUDI EKSPERIMENTAL )**

Nama : JULIANDI ARIFIN

NOR IMAN LARANGI

No. Stambuk : 105 81 2076 14

105 81 2024 14

Makassar, 12 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

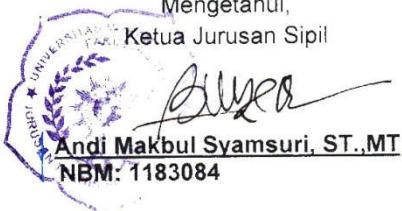
Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sipil





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Juliandi Arifin dengan nomor induk Mahasiswa 10581207614 dan Nor Iman Larangi dengan nomor induk Mahasiswa 10581202414, 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, 07 Jumadil Akhir 1440 H  
12 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. Pengaji

a. Ketua : Dr. Ir. Sukmasari Antaria, M.Sc

b. Sekertaris : Ir. Fauzan Hamdi, ST., MT.

3. Anggota

: 1. Dr. Ir. Hj. Fenti Daud S. MT.

2. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT.

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

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT.



# PENGARUH SUDUT KRIB KAYU TIPE SEMI PERMEABEL TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN DAN GERUSAN TEBING SUNGAI (STUDI EKSPERIMENTAL)

Juliandi Arifin<sup>1)</sup> dan Nor Iman Larangi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
juliandiarifin19@gmail.com

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
norimanlarangi30@gmail.com

## Abstrak

Pengaruh sudut krib kayu tipe semi permeabel terhadap pola aliran dan gerusan tebing sungai dibimbing oleh Ratna Musa dan Amrullah Mansida. Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan Gerusan tebing sungai menambah sedimentasi di dasar sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karakteristik aliran didaerah krib kayu tipe semi permeable dan pengaruh pemasangan sudut krib kayu tipe semi permeable terhadap gerusan. Dari hasil penelitian menunjukkan besar volume gerusan setelah pemasangan krib untuk sudut  $45^\circ$  (t) 3 yaitu  $0,00375$  ( $m^3$ ), pada waktu (t) 6 yaitu  $0,00486$  ( $m^3$ ), pada waktu (t) 9 yaitu  $0,00492$  ( $m^3$ ). Dan untuk sudut  $90^\circ$  pada waktu (t) 3 yaitu  $0,00325$  ( $m^3$ ), pada waktu (t) 6 yaitu  $0,00435$  ( $m^3$ ), pada waktu (t) 9 yaitu  $0,00455$  ( $m^3$ ). Dan untuk sudut  $135^\circ$  pada waktu (t) 3 yaitu  $0,00148$  ( $m^3$ ), pada waktu (t) 6 yaitu  $0,00187$  ( $m^3$ ), pada waktu (t) 9 yaitu  $0,00233$  ( $m^3$ ). Efektifitas sudut krib semi permeable menunjukkan bahwa semakin besar sudut krib semi permeable maka jumlah volume gerusan ( $V_g$ ) cenderung menurun. Hal ini diakibatkan karena krib Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.  
kata kunci : Semi Permeabel, Sudut Krib, Sungai.

## Abstract

*The effect of semi-permeable type of wood crib angle on flow pattern and river cliff scouring is guided by Ratna Musa and Amrullah Mansida. Damage to the Watershed (DAS) causes the erosion of river banks to add sedimentation to the riverbed. This study aims to determine the effect of flow characteristics in semi-permeable types of wood crib and the effect of the installation of semi-permeable type of wood crib on scour. From the results of the study showed scour volume after installation of cribs for angles of  $45^\circ$  (t) 3 which is  $0.00375$  ( $m^3$ ), at time (t) 6 which is  $0.00486$  ( $m^3$ ), at time (t) 9 which is  $0.00492$  ( $m^3$ ). And for an angle of  $90^\circ$  at time (t) 3 which is  $0.00325$  ( $m^3$ ), at time (t) 6 which is  $0.00435$  ( $m^3$ ), at time (t) 9 which is  $0.00455$  ( $m^3$ ). And for the angle  $135^\circ$  at time (t) 3 which is  $0.00148$  ( $m^3$ ), at time (t) 6 which is  $0.00187$  ( $m^3$ ), at time (t) 9 which is  $0.00233$  ( $m^3$ ). The effectiveness of the semi-permeable crib angle shows that the greater the semi-permeable crib angle the number of scour volumes ( $V_g$ ) tends to decrease. This is caused by the crib reducing the speed of the river along the river bank and guaranteeing the safety of river dikes or cliffs against scour.*

*keywords:* Semi Permeable, Angle of Krib, River.

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran kehadirat 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 Sudut Krib Kayu Tipe Semi Permeabel Terhadap Karakteristik Aliran dan Gerusan Tebing Sungai”.

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 kurangnya baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

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

pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

2. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak A. Makbul Syamsul, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. 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.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Anggota Sepenelitian, Syafaat, Kurni, Anita, Yayu, Gul, Budi, Novi, Atma, Akbar, Rismen, Hairil, dan Erwin, atas *support* , bantuan dan kerja samanya hingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Saudara – saudaraku serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan VEKTOR 2014 yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

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

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

Makassar, ... ..... 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI SINGKATAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
A. Sungai.....	6
1. Definisi Sungai.....	6
2. Morfologi Sungai .....	7
3. Perilaku Sungai .....	8
4. Bentuk – Bentuk Sungai .....	9

5. Struktur Sungai .....	10
B. Hidrolika Sungai .....	12
1. Sifat – sifat Aliran .....	13
2. Regime Aliran .....	15
3. Kecepatan Aliran.....	16
4. Debit Aliran.....	17
C. Hukum Dasar Model .....	19
1. Model Eksperimental .....	19
2. Model Prototipe.....	20
3. Model Numerik .....	20
D. Distribusi Ukuran Butir.....	21
E. Proses Gerusan pada Tebing Sungai .....	22
F. Bangunan Krib .....	22
1. Definisi Krib .....	22
2. Konstruksi Krib.....	23
3. Klasifikasi Krib .....	25
4. Fungsi Krib .....	27
5. Perencanaan Krib .....	27
6. Formasi Krib .....	29
7. Dimensi Krib.....	29
G. 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 .....	35
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. Analisis Data Debit Thompson .....	46
C. Perhitungan Karakteristik Aliran .....	46
D. Kontur dan Pola Pemasangan Sudut Krib Semi Permeabel.....	50
E. Analisis Pengaruh Sudut Pemasangan Krib Semi Permeabel.....	53
1. Analisis Hubungan Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran Tanpa Krib Semi Permeabel .....	53
2. Analisis Hubungan Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran dengan Krib Semi Permeabel.....	53

3. Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan .....	53
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
1. Kesimpulan .....	58
2. Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
<b>Lampiran 1</b>	
<b>Lampiran 2</b>	
<b>Lampiran 3</b>	
<b>Lampiran 4</b>	
<b>Lampiran 5</b>	
<b>Lampiran 6</b>	
<b>Lampiran 7</b>	
<b>Lampiran 8</b>	
<b>Lampiran 9</b>	
<b>Lampiran 10</b>	
<b>Lampiran 11</b>	
<b>Lampiran 12</b>	
<b>Lampiran 13</b>	
<b>Lampiran 14</b>	
<b>Lampiran 15</b>	
<b>Lampiran 16</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai .....	8
Gambar 2 : Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah .....	9
Gambar 3 : Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi .....	10
Gambar 4 : Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran ....	17
Gambar 5 : toh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk Saluran .....	17
Gambar 6 : Sekat Ukur Thompson atau V-notch .....	18
Gambar 7 : Konstruksi krin tiang pancang .....	23
Gambar 8 : Konstruksi krib rangka .....	24
Gambar 9 : Konstruksi krib blok beton .....	25
Gambar 10 : Konstruksi krib <i>permeable</i> .....	26
Gambar 11 : Konstruksi krib <i>impermeable</i> .....	26
Gambar 12 : Formasi Krib .....	29
Gambar 13 : Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir .....	30
Gambar 14 : Denah Saluran .....	39
Gambar 15: Potongan Memanjang Saluran .....	39
Gambar 16 : Potongan Melintang Saluran.....	39
Gambar 17 : Potongan Melintang Krib .....	40
Gambar 18 : Model Krib Sudut 90° .....	40
Gambar 19 : Detail Denah Saluran .....	41
Gambar 20 : Bagan Alur Penelitian.....	44

Gambar 21 : Kontur Tanpa Krib Q1 .....	50
Gambar 22 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $45^\circ$ Q1 .....	50
Gambar 23 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $90^\circ$ Q1 .....	50
Gambar 24 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $135^\circ$ Q1 .....	50
Gambar 25 : Kontur Tanpa Krib Q2.....	51
Gambar 26 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $45^\circ$ Q2 .....	51
Gambar 27 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $90^\circ$ Q2 .....	51
Gambar 28 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $135^\circ$ Q2 .....	51
Gambar 29 : Kontur Tanpa Krib Q3.....	52
Gambar 30 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $45^\circ$ Q3 .....	52
Gambar 31 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $90^\circ$ Q3 .....	52
Gambar 32 : Kontur dan Pola Pemasangan Krib sudut $135^\circ$ Q3 .....	52
Gambar 33 : Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada pengaliran Tanpa Krib.....	54
Gambar 34 : Diagram hubungan debit dan volume gerusan pada pengaliran dengan Krib .....	55

## **DAFTAR PERSAMAAN**

Persamaan 1	: Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i> .....	14
Persamaan 2	: Menghitung Bilangan Bilangan <i>Froude</i> .....	15
Persamaan 3	: Persamaan Menghitung Debit.....	18
Persamaan 4	: Persamaan Menghitung Debit dengan pintu Thompson.....	19
Persamaan 5	: Persamaan Jarak Antar Krib .....	30
Persamaan 6	: Persamaan <i>Chezy</i> .....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Klasifikasi Ukuruan Butir menurut Wontworth .....	21
Tabel 2 : Tabel bazin untuk koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.....	31
Tabel 3 : Tabel Matriks Penelitian Terdahulu .....	32
Tabel 4 : Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson .....	46
Tabel 5 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) Tanpa Pemasanagn Krib Semi Permeabel .....	46
Tabel 6 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Semi Permeabel $45^\circ$ .....	47
Tabel 7 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Semi Permeabel $90^\circ$ .....	47
Tabel 8 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Semi Permeabel $135^\circ$ .....	47
Tabel 9 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) Tanpa Pemasanagn Krib Semi Permeabel .....	48
Tabel 10 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) ui jv jntuk Pemasangan Krib Semi Permeabel $45^\circ$ .....	48
Tabel 11 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan Krib Semi Permeabel $90^\circ$ .....	48
Tabel 12 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan Krib Semi Permeabel $135^\circ$ .....	49
Tabel 13 : Rekapitulasi Perhitungan bilangan <i>Froude</i> dan <i>Reynold</i> .....	49
Tabel 14 : Rekapitulasi Pengaruh Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran Tanpa Krib .....	53
Tabel 15 : Rekapitulasi Pengaruh Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran dengan Krib .....	54
Tabel 16 : Rekapitulasi Perhitungan Persentase Volume Gerusan.....	55

## DAFTAR NOTASI SINGKATAN

Re	= Bilangan <i>Reynolds</i>
Fr	= Bilangan <i>Froude</i>
$\nu$	= Viskositas Kinematik
$\rho$	= 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 ( $\approx 9,8$ )
H	= Kedalaman air pada bak pengukur debit
y	= Kedalaman air
L	= Jarak Antar Krib
$\alpha$	= Parameter Empiris ( $\approx 0,6$ )
C	= Koefisien <i>Chezy</i>
b	= Lebar Saluran
h	= Tinggi Saluran
m	= Kemiringan Saluran
R	= Jari – jari Hidrolis
$\gamma_B$	= Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.
T	= Tinggi Krib
Lb	= Panjang Krib
Vg	= Volume Gerusan

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

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

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

Kerusakan Daerah aliran sungai (DAS) yang terjadi sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan, pertambahan 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 yang terjadi di sungai adalah erosi pada tebing sungai (*river bank erosion*). Erosi ini terjadi sebagai akibat pengkisan tebing sungai oleh terjangan aliran sungai yang kuat pada belokan sungai. Jika batuan penyusun tebing sungai tidak kompak maka pengikisan tanah sangat mudah terjadi dan dalam jangka yang panjang dapat mengakibatkan kelongsoran (Putri Restu Barokah, 2017).

Gerusan tebing sungai menambah sedimentasi di dasar sungai yang menyebabkan berkurangnya luas penampang sungai, pada saat terjadi debit banjir maka air akan meluap dan dapat membahayakan area disekitar 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 sudut pemasangan krib berwawasan lingkungan dengan bahan setempat, maka dari itu penulis akan mengadakan penelitian dengan judul: “**Pengaruh Sudut Krib Kayu Tipe Semi Permeabel Terhadap Karakteristik Aliran dan Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)**”.

## B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana Karakteristik aliran yang terjadi di daerah krib kayu tipe semi permeabel?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi sudut krib terhadap gerusan tebing sungai dengan menggunakan tipe krib kayu semi permeabel.

## C. Tujuan Penelitian

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

- 1) Mengetahui Karakteristik aliran yang terjadi di daerah krib kayu tipe semi permeabel.
- 2) Pengaruh variasi sudut krib terhadap gerusan tebing sungai dengan menggunakan tipe krib kayu semi permeabel.

## D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

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

## E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan variasi sudut krib yang optimal dalam penelitian tentang bangunan krib menggunakan kayu maka 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 kombinasi krib permeabel dan krib impermeabel (krib semi permeabel).
- 3) Pemasangan krib semi permeabel diletakkan pada satu tikungan bagian luar saluran.
- 4) Variasi sudut bengunan krib semi permeabel yaitu  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$  dengan sudut kearah hulu.
- 5) Tidak meneliti sedimentasi dan daerah gerusan pada dasar saluran
- 6) Media dalam penelitian ini adalah saluran terbuka dengan bentuk trapisium.
- 7) Menganalisis jenis tanah dengan analisa saringan.

## 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, hidrologi sungai, proses gerusan pada tebing sungai, 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 dan gerusan pada tebing saluran dengan adanya krib semi permeabel pada tikungan sungai.

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

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

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

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

Defenisi diatas merupakan defenisi sungai yang alami, sedangkan menurut Undang-undang tentang peraturan pemerintah RI Nomor 35 Tahun 1991 tentang sungai yaitu dalam peraturan pemerintah pasal 1 ayat 1 ini yang dimaksud dengan sungai adalah suatu tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan.

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Andi Abd. Rahim 2017 adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tumpang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

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

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

## 2. Morfologi Sungai

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

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

Mangelsdorf & Scheuermann (1980) dalam Agus Maryono 2009 mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur

morfologi sungai selain sosia-antropogenik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hubungan antara faktor-faktor tersebut disajikan pada grafik dibawah ini. Proses tektonik, adanya geografi tanah dan batuan, perubahan iklim, serta vegetasi merupakan syarat awal terjadinya alur morfologi sungai.



Gambar 1. Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai

(Mangelsdorf & Scheuermann, 1980 dalam Agus Maryono. 2009)

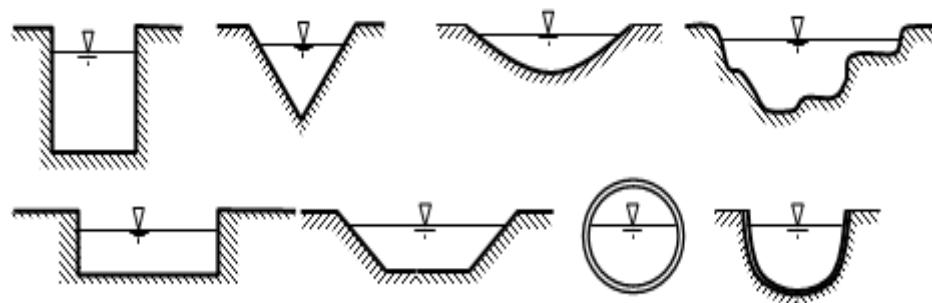
### 3. Perilaku Sungai

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008). Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkat ke hilir oleh aliran sungai. Karena di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsar-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 berpindahnya alur sungai dan berbentuk apa yang disebut kipas pengendapan. Pada lokasi tersebut sungai bertambah lebar dan dangkal, erosi dasar sungai tidak lagi dapat terjadi, bahkan sebaliknya terjadi penendapan yang sangat intensif. Dasar sungai secara terus menerus naik, dan sedimen yang hanyut terbawa arus banjir, bersama dengan luapan air banjir tersebar dan mengendap secara luas membentuk dataran alluvial. Pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif, sehingga terbentuklah meander.

#### 4. Bentuk – bentuk Sungai

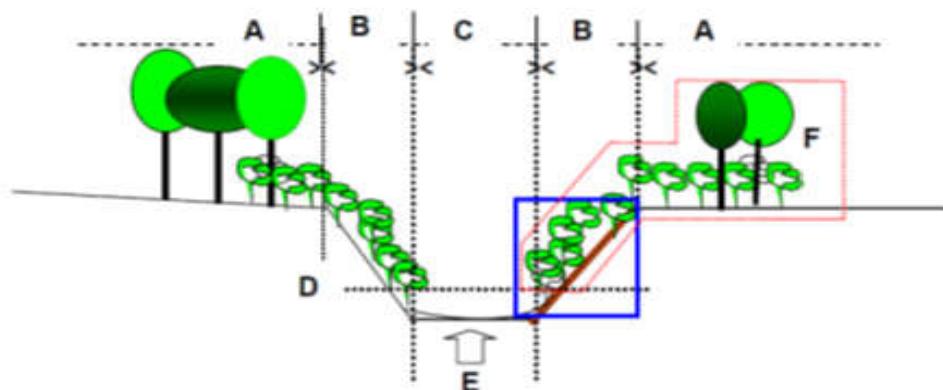
Bentuk – bentuk sungai dalam Bambang Hardianto, dkk. (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.



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

## 5. Struktur Sungai

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



Gambar 3. Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi  
[\(<http://www.slideshare.net/mobile/frestea/24-struktursungai>\)](http://www.slideshare.net/mobile/frestea/24-struktursungai)

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. Perananannya fungsinya cukup efektif sebagai penyaring (*filter nutrient*), menghambat aliran permukaan dan pengendali besaran laju erosi. Bantaran sungai merupakan habitat tetumbuhan yang spesifik (*vegetasi riparian*), yaitu tetumbuhan 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 hidrolik 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.1992 dalam 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 menunjukan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan (Ven Te Chow.1992 dalam 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 :

Dimana:

$R_e$  = Angka Reynold

$V$  = Kecepatan aliran (m/det)

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

R = Jari – jari hidrolis saluran (m)

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

Beberapa penelitian disimpulkan bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka adalah :

R< 500 = Aliran laminer

$500 < R < 12,500$  = 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 gravitas 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 :

$$F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{g y}}. \quad \dots \quad (2)$$

Dimana:

$F_R$  = Angka Froude

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

y = Kedalaman Air (m)

**g** = gaya gravitasi (m/det)

## 2. Regime Aliran

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

#### a. Subkritis-Laminer

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

b. Superkritis-Laminer

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

c. Superkritis-Tubulen

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

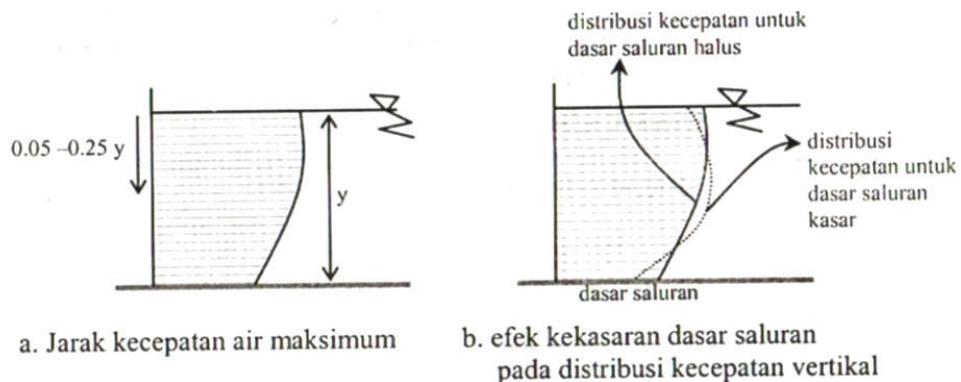
d. Subkritis-Turbulen

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

### **3. Kecepatan Aliran**

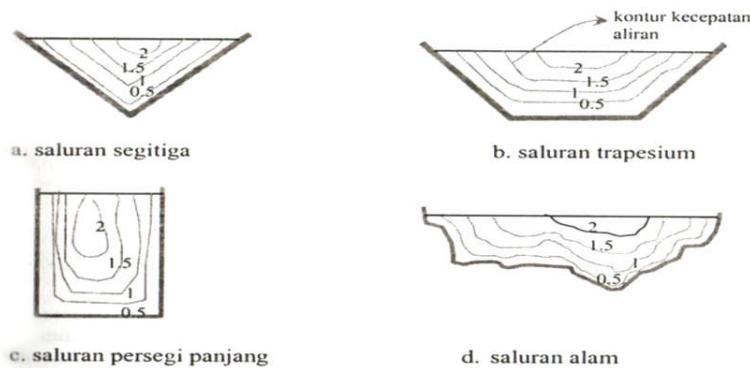
Kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air dan juga akibat gaya gesekan pada dinding saluran (dasar maupun tebing saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Addison, 1944; Chow 1959 dalam Robert.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

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



Gambar 4. Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran

(Addison.1944;Chow.1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009).



Gambar 5. Contoh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk

Saluran (Chow,1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009).

#### 4. Debit Aliran

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

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

- 1) Pengukuran volume air sungai (saluran).

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

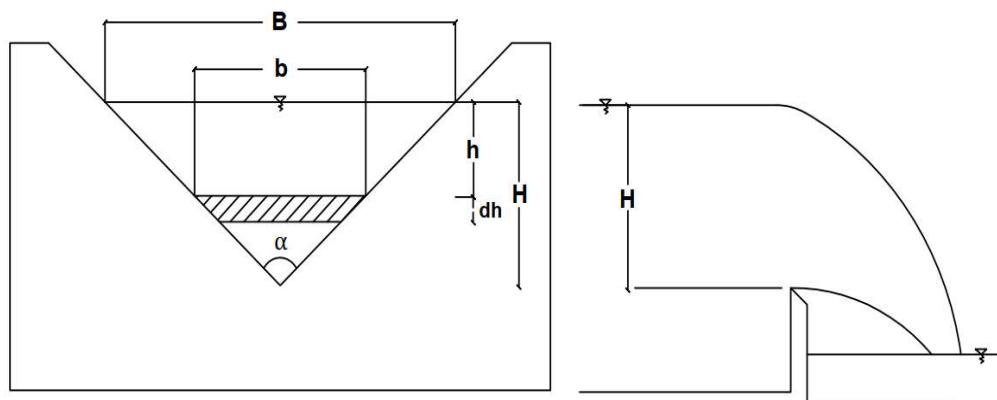
Dimana:

**Q** = debit aliran ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

**V** = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
  - 4) Pengukuran debit dengan Alat ukur Pintu Thompson



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

Dari Gambar tersebut, lebar muka air adalah :

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

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 :  $V = \sqrt{2gh}$

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 melalui peluap :

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

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

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

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

Dimana :

**Q** = debit aliran ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

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

Cd = Koefisien Thompson (Cd = 0,62)

**g** = Percepatan gravitasi ( $9,8 \text{ m/det}^2$ )

### C. Hukum Dasar Model

## 1. Model Eksperimental

Eksperimen laboratorium menurut Moh. Nasir, Ph.D (1988) dalam skripsi Yuni Cahya, 2012 observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-

literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembanding.

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

## **2. Model Prototipe**

Menurut Bambang Triatmodjo, 2015 dalam buku Hidroika II 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 ada di prototipe. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupa sebangun geometrik, sebangun kinematik dan sebangun dinamik.

## **3. Model Numerik**

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

## D. Distribusi Ukuran Butir

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

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Butir menurut Wentworth

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

Sumber : Muhammad Arsyad Thaha (2006)

## E. Proses Gerusan pada Tebing Sungai

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

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

## F. Bangunan Krib

### 1. Defenisi Krib

Problem perbaikan alur sungai yang berubah karena terjadi erosi dan sedimentasi, tidak dapat diselesaikan secara teoritis, karena karakteristik alirannya yang sangat kompleks (Jansen dkk, dalam M. Haris, 2013). Pengujian model dan formulasi empirik merupakan alat utama yang digunakan untuk merencanakan perbaikan sungai.

Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan krib yang berfungsi untuk mengarahkan aliran dan

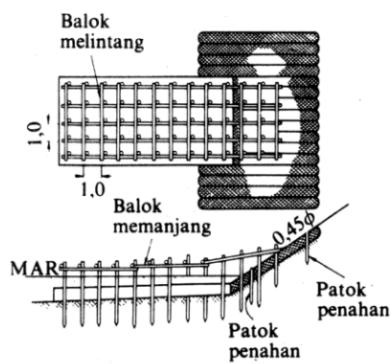
menghindarkan kuat arus dari sepanjang tepi sungai, termasuk pada belokan sungai perlindungan semacam ini merupakan perlindungan tak langsung.

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

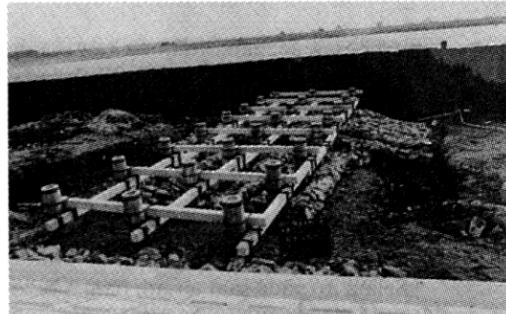
- 1) Mengatur arah arus sungai
- 2) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
- 3) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- 4) Mengkonsentrasi arus sungai dan memudahkan penyadapan.

## 2. Konstruksi Krib

- 1) Krib tiang pancang dapat digunakan baik untuk krib memanjang maupun krib melintang. Konstruksinya sangat sederhana dan dapat meningkatkan proses pengendapan serta sangat cocok untuk sungai tidak berarus deras arusnya (Suyono Sosrodarsono, 2008).



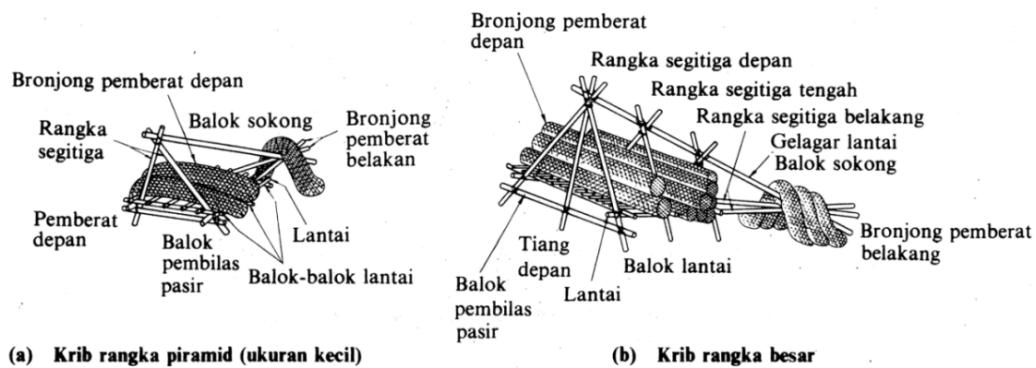
Gb. 4.71 Konstruksi krib tiang pancang.



Gb. 4.72 Krib tiang pancang/lokasi pekerjaan kering.

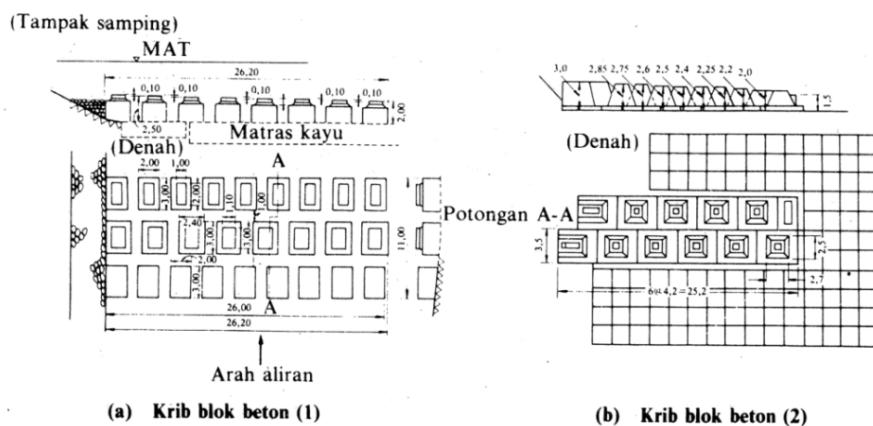
Gambar 7. Konstruksi Krib Tiang Pancang (Suyono Sosrodarsono, 2008).

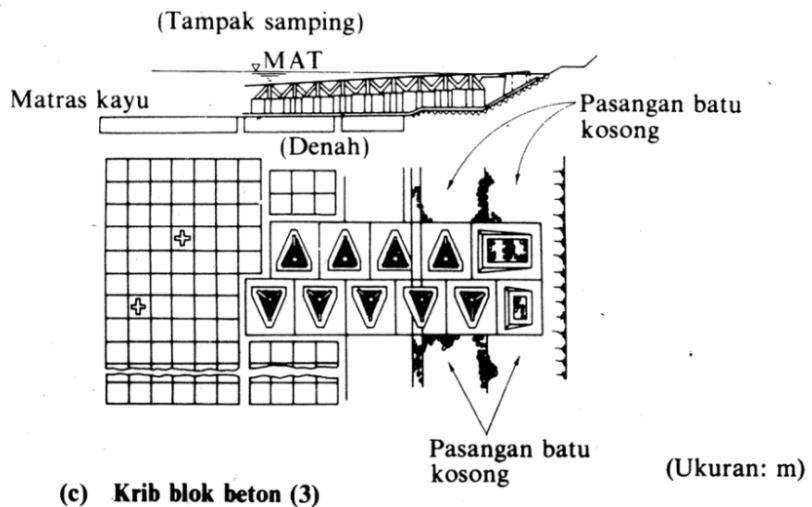
2) Krib rangka adalah krib yang cocok untuk sungai-sungai yang dasarnya terdiri dari lapisan batu atau krikil yang sulit dipancang dan krib rangka ini mempunyai kemampuan bertahan yang lebih besar terhadap arus sungai dibandingkan dengan krib tiang pancang (Suyono Sosrodarsono, 2008).



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 (Suyono Sosrodarsono, 2008).





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

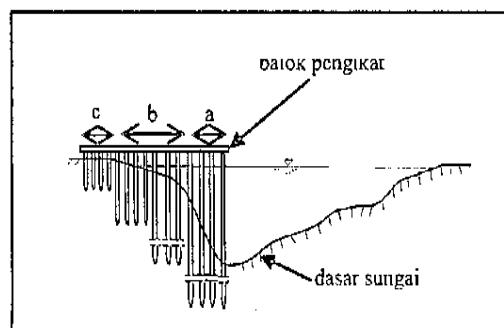
Krib harus dibuat secara benar karena bangunan air ini secara aktif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif. Sebaliknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing di seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan. Selain itu, Kegagalan konstruksi krib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

### 3. Klasifikasi Krib

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

### 1) Krib *permeable*

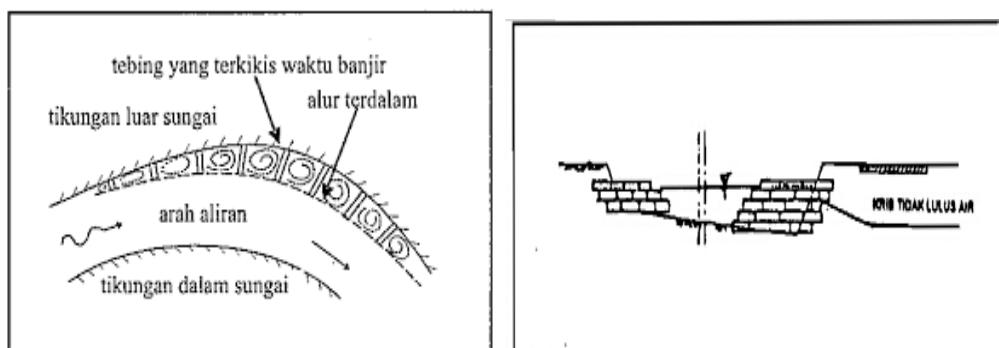
Pada tipe *permeable* air dapat mengalir melalui krib (*permeable spur*). Krib permeabel tersebut melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran tersebut.



Gambar 10. Konstruksi krib *permeable* ([http://civilersc09.fileswordpress.com](http://civilersc09.files.wordpress.com))

### 2) Krib *impermeable*

Krib dengan konstruksi tipe *impermeable* 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 didepan ujung krib tersebut atau bagian sungai di sebelah hilirnya.



Gambar 11. Konstruksi krib *impermeable* ([http://civilersc09.fileswordpress.com](http://civilersc09.files.wordpress.com))

### 3) Krib *semi-permeable*

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

### 4) Krib-krib silang dan memanjang

Krib yang formasinya tegak lurus atau hampir tegak lurus arah arus sungai dapat merintangi 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.

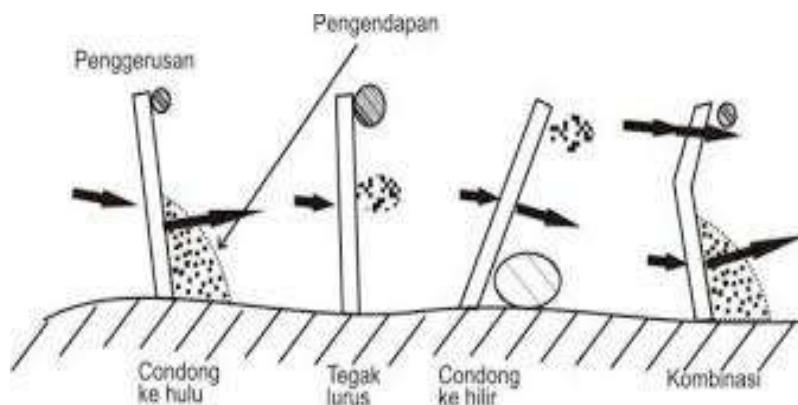
Secara umum, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses perencanaan krib-krib adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008):

- 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 pelaksanaanya 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 banjir dan juga pertimbangan mengenai trase

serta kapasitas alur sungai, guna mempertahankan stabilitas sungai secara keseluruhan.

## 6. Formasi Krib

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

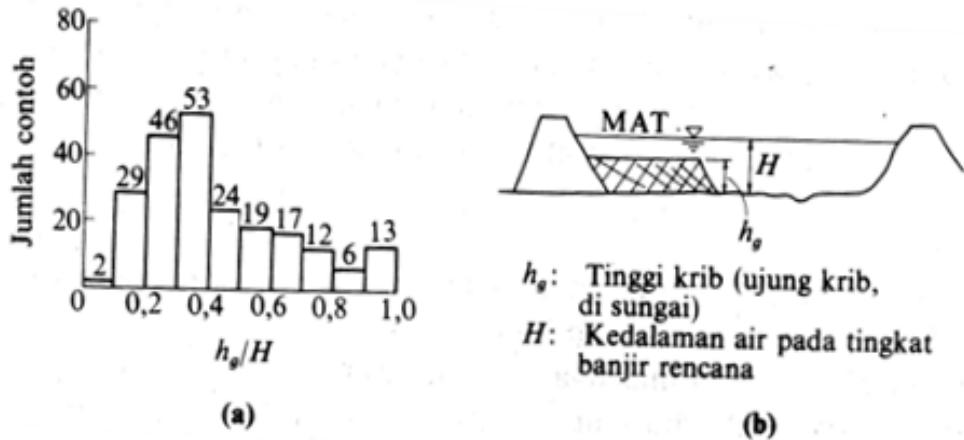


Gambar 12. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2016)

## 7. Dimensi Krib

### 1) Penetapan Tinggi Krib (T)

Dalam buku Suyono Sosrodarsono (2008), Umumnya akan lebih menguntungkan apabila elevasi mercu krib dapat dibuat serendah mungkin ditinjau dari stabilitas bangunan terhadap gaya yang mempengaruhinya sebaiknya elavasi mercu dibuat 0.50 – 1.00 meter diatas elavasi rata-rata permukaan air rendah Dari hasil pengamatan tinggi bebagai jenis krib yang telah dibangun dan berfungsi dengan baik, diperoleh angka perbandingan antara tinggi krib dan kedalaman air banjir (hg/h) sebesar 0.20 – 0,30.



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

## 2) Panjang Krib ( Lb)

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

### 3) Jarak antar Krib (L)

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

Dimana:

L = Jarak antar krib, m

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

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

**h** = Kedalaman air rerata, m

**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 ( $\gamma$ ).

Dimana :

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

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 : V. Sunghono kh, 1995

## G. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1.	<b>Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel pada Saluran Tanah(Uji Model Laboratorium)</b>	Ayu Marlina Humairah, 2014	Pemodelan sungai di laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika dengan ukuran panjang bak saluran 1200 cm, lebar 300 cm dan tinggi 50 cm, model saluran berbentuk trapesium dengan lebar bawah 10 cm, model saluran mempunyai 1 tikungan sudut $90^\circ$ , terdapat 5 buah krib permeabel (krib lolos air) pada tikungan, air tidak bersedimen ( <i>clear water</i> ) dan saluran tidak bercabang. Pengamatan dilakukan sebanyak 9 kali simulasi berdasarkan variasi sudut pemasangan krib permeabel $45^\circ$ , $90^\circ$ dan $135^\circ$ selama 1 jam, 2,5 jam dan 4 jam.	Dari grafik, angka froude yang paling Maksimum terjadi pada sudut pemasangan krib permeable $45^\circ$ ke arah hulu aliran. Sedangkan dari sudut pemasangan krib permeabel krib $90^\circ$ lebih baik karena kedalaman gerusan libih kecil dibandingkan dengan sudut pemasangan krib $45^\circ$ dan $135^\circ$	Dari hasil penelitian pemodelan sungai kesimpulan sebagai berikut: Sudut pemasangan krib permeabel krib $90^\circ$ lebih baik karena perubahan dasar salurannya lebih kecil yaitu 1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 dibandingkan dengan sudut krib $45^\circ$ dan $135^\circ$ . Kedalaman gerusan dengan sudut pemasangan krib permeabel krib $90^\circ$ juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan sudut pemasangan krib permeabel $45^\circ$ dan $135^\circ$ .
2.	<b>Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan <math>120^\circ</math></b>	Sunaryo Darwizal Daoed Febby Laila Sari, 2010	Model dibuat pada saluran $40 \times 40$ cm dari acrylic dan dasar saluran dari baja. Tebing saluran dibuat dari material pasir halus dengan tinggi 10 cm dan lebar kiria-kira setengah dari lebar	Semakin besar sudut pemsangan krib, maka luas bidang keruntuhan akan semakin kecil. Luas bidang	Dari pengamatan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa : Pemasangan bangunan krib pada tikungan dapat mengurangi erosi dinding secara signifikan, sehingga trase saluran relatif tidak mengalami perubahan.

			<p>saluran. Tebing di dalam tikungan dibuat sedemikian rupa mengikuti bentuk tikungan. Kemudian krib dibuat dari material yang kuat dan tidak tembus air, kecuali aliran yang kecil di pondasi krib. Selanjutnya pengamatan dilakukan terhadap perilaku keruntuhan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan (krib). Jarak dan sudut pemasangan krib serta debit aliran divariasikan dengan beberapa kali percobaan.</p>	<p>keruntuhan paling kecil terjadi pada arah sudut pemasangan krib ke arah hulu aliran adalah <math>135^\circ</math>. Volume keruntuhan cenderung mengecil pada jarak pemasangan krib dirapatkan (10 cm) dan debit yang kecil.</p>	<p>Kecenderungan arah pemasangan krib yang paling baik untuk mengurangi keruntuhan dinding dan pengendapan sedimen pada belokan saluran adalah sudut <math>135^\circ</math> ke arah hulu saluran. Kecenderungan jarak pemasangan krib yang paling baik untuk mengurangi keruntuhan dinding dan pengendapan sedimen adalah sama tinggi dengan tebing (talud). Semakin kecil debit aliran maka semakin kecil pula volume keruntuhan yang terjadi.</p>
3.	<b>Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran</b>	A. Abd. Rahman, 2017	<p>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).</p>	<p>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 (<math>Fr &lt; 1</math>). Sedangkan 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 turbulent</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian bahwa dalam pengaturan variasi jarak antar krib yakni pada model tanpa krib maupun menggunakan krib dengan model M-1 (jarak krib 20 cm), model M-2 (jarak krib 40 cm), dan model M-3 (jarak krib 80 cm) berdasarkan angka Froude karakteristik aliran yang terjadi yaitu aliran subkritis. Sementara berdasarkan angka Reynolds karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulent pada titik-titik peninjauan yang telah ditentukan baik pada model tanpa krib maupun</p>

				(Re>4000	model krib M-1, M-2 dan M-3.
4.	<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. Ditunjukan 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.	Didaptakan 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. tidak dapat direduksi dan di netralisir.	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. Bedasarkan 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.
5.	<b>Methode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung Terhadap Bahaya Erosi Tebing</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	Bahwa dari tiga alternatif model tersebut secara umum dapat dikatakan <i>Model I</i> yaitu Krib dengan sudut $\alpha = 90^\circ$ merupakan pilihan yang paling baik dibanding dengan model lain yang telah	Hasil temuan pada penelitian diatas yang menghasilkan suatu hubungan antara bilangan <i>Froude</i> ( <i>Fr.</i> ) dengan $Dh/PB$ , sesuai yang ditunjuk dengan Gambar 6, memberikan kemudahan dalam perencanaan bangunan Krib. Dengan demikian akan sangat

	<b>Sungai</b>		terhadap nilai parameter yang dihasilkan untuk mendapatkan hubungan antar parameter model dan kasus.Tahap keempat melakukan analisa untuk mendapatkan hubungan antar parameter tersebut.	diajukan. Oleh karena itu disarankan dipilih bangunan krib tegak lurus dengan arah aliran.	menghemat biaya disain karena tahapan studi simulasi tidak lagi perlu dilakukan dalam merencanakan bangunan krib tersebut.
6.	<b>Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai)</b>	Jeni Paresa, 2015	Rangkaian simulasi yang dilakukan dalam penelitian gerusan di belokan sungai diklasifikasikan dalam 2 kelompok parameter yaitu parameter simulasi dan parameter amatan. Parameter simulasi terdiri dari 3 variasi debit ( $Q$ ), 3 panjang krib ( $L$ ) yaitu 1/10 lebar sungai, 1/5 lebar sungai dan 1/3 lebar sungai serta 3 waktu pengaliran ( $t$ ) yaitu 600 detik, 1200 detik dan 1800 detik.. Sedangkan parameter amatan adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi.	Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran $t = 1800$ detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib ( $Lo$ ) = 0.0462 m <sup>3</sup> dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_2 = 0,0306$ m <sup>3</sup> . Pada $Q_1 = 0,0185$ m <sup>3</sup> /det pada $Q_2 = 0,0161$ maksimum pada kondisi tanpa krib ( $lo$ )= 0.0586 m <sup>3</sup> dan volume grusan minimum terjadil pada $L_1 = 0,0460$ m <sup>3</sup> . Setelah debit menjadi $Q_3 = 0,0185$ m <sup>3</sup> /det didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib ( $lo$ )= 0.0555 m <sup>3</sup> dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_1 = 0,0177$ m <sup>3</sup>	<p>Dari studi dapat disimpulkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Pengaruh pemasangan krib di hulu dapat mengurangi gerusan yang terjadi dibelokan sungai yang terlihat dari hasil volume gerusan sebelum ada pemasangan krib dan setelah pemasangan krib.</li> <li>Pengaruh waktu terhadap volume gerusan dan pengaruh panjang krib dengan volume gerusan dibuat dalam grafik dan memperlihatkan pengurangan volume gerusan paling minimum terjadi pada krib dengan panjang 1/5 lebar sungai pada waktu <math>T = 1800</math> detik yaitu sebesar <math>V_s = 0,0177</math> m<sup>3</sup>.</li> </ol>

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

Lokasi penelitian penanggulangan gerusan bertempat di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian dilakukan dalam waktu bulan Oktober 2018 – Januari 2019.

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

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

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu :

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

2. Data sekunder data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di tempat yang berkaitan dengan penelitian pengaruh variasi sudut pemasangan bangunan krib semi permeabel.

### C. Alat dan Bahan

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

#### 1. Alat

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1) Model saluran terbuka                        | 12) Saringan         |
| 2) Bak penampungan air                          | 13) <i>Stopwatch</i> |
| 3) Pompa sentrifugal                            | 14) Selang Plastik   |
| 4) Meter  | 15) Linggis          |
| 5) Mistar                                       | 16) Skop             |
| 6) Busur untuk mengukur sudut                   | 17) Parang           |
| 7) Kamera digital untuk pengambilan dokumentasi | 18) Palu             |
| 8) Alat tulis dan tabel data                    | 19) Paku             |
| 9) Laptop untuk mengelolah data                 | 20) Gergaji          |
| 10) <i>Flow Watch</i>                           | 21) Tali             |
| 11) Timbanga                                    | 22) Patok            |
|   | 23) 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**

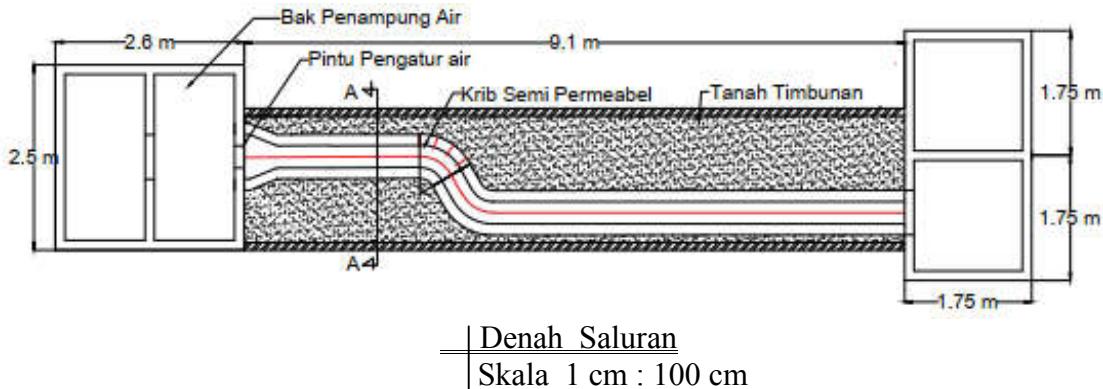
### **1. Persiapan**

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

### **2. Perancangan Model**

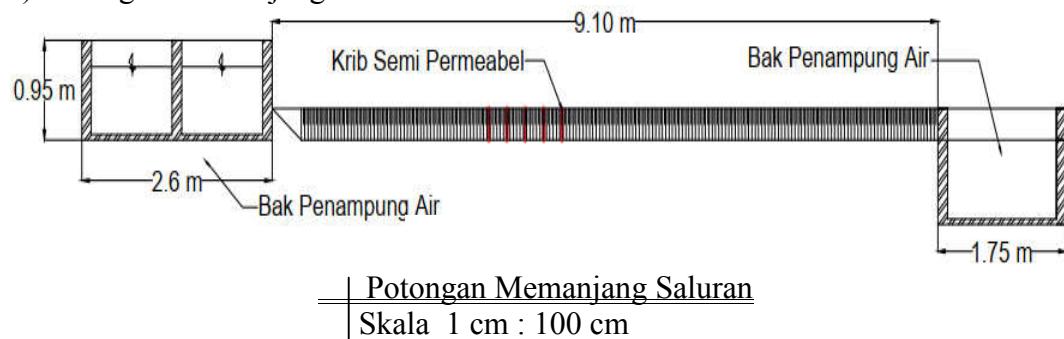
Adapun bentuk perancangan model yang kami lakukan dalam penelitian ini yaitu :

1) Denah saluran



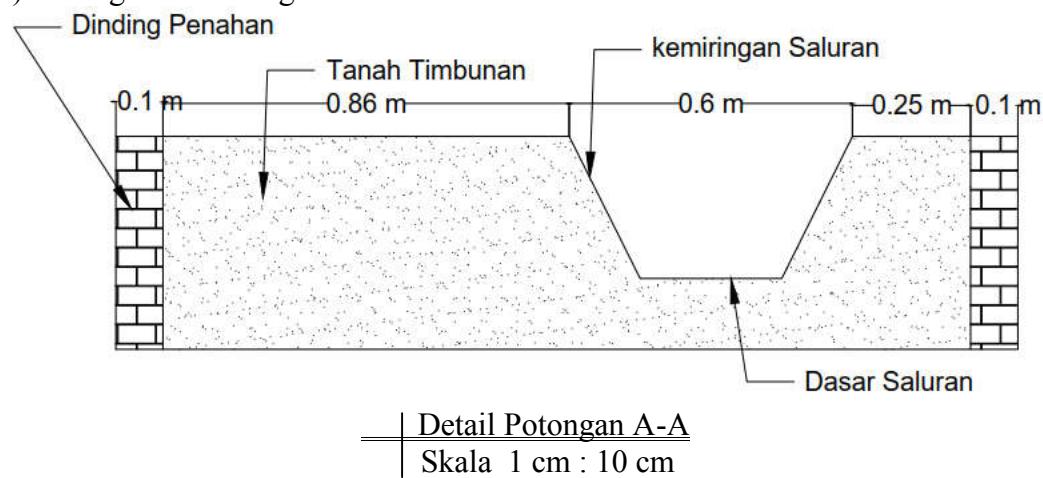
Gambar 14. Denah Saluran

2) Potongan Memanjang Saluran



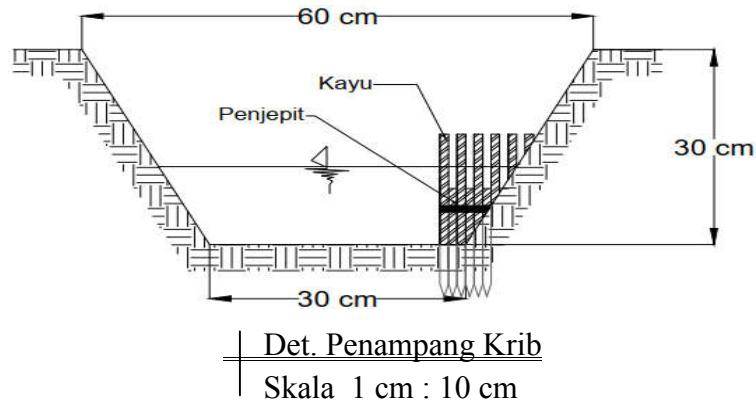
Gambar 15. Potongan Memanjang Saluran

3) Potongan Melintang Saluran



Gambar 16. Potongan Melintang Saluran.

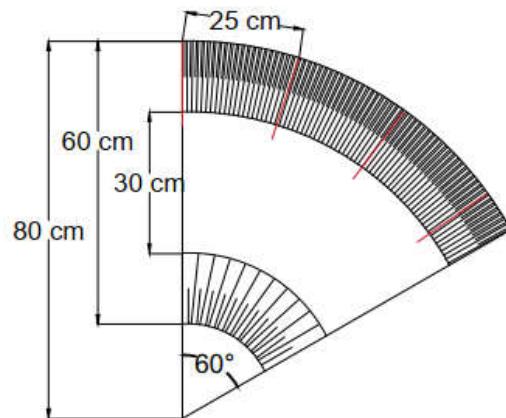
4) Model Krib Semi Permeabel



Gambar 17. Potongan Melintang Krib

5) Sudut Pemasangan Krib Semi Permeabel (Kayu)

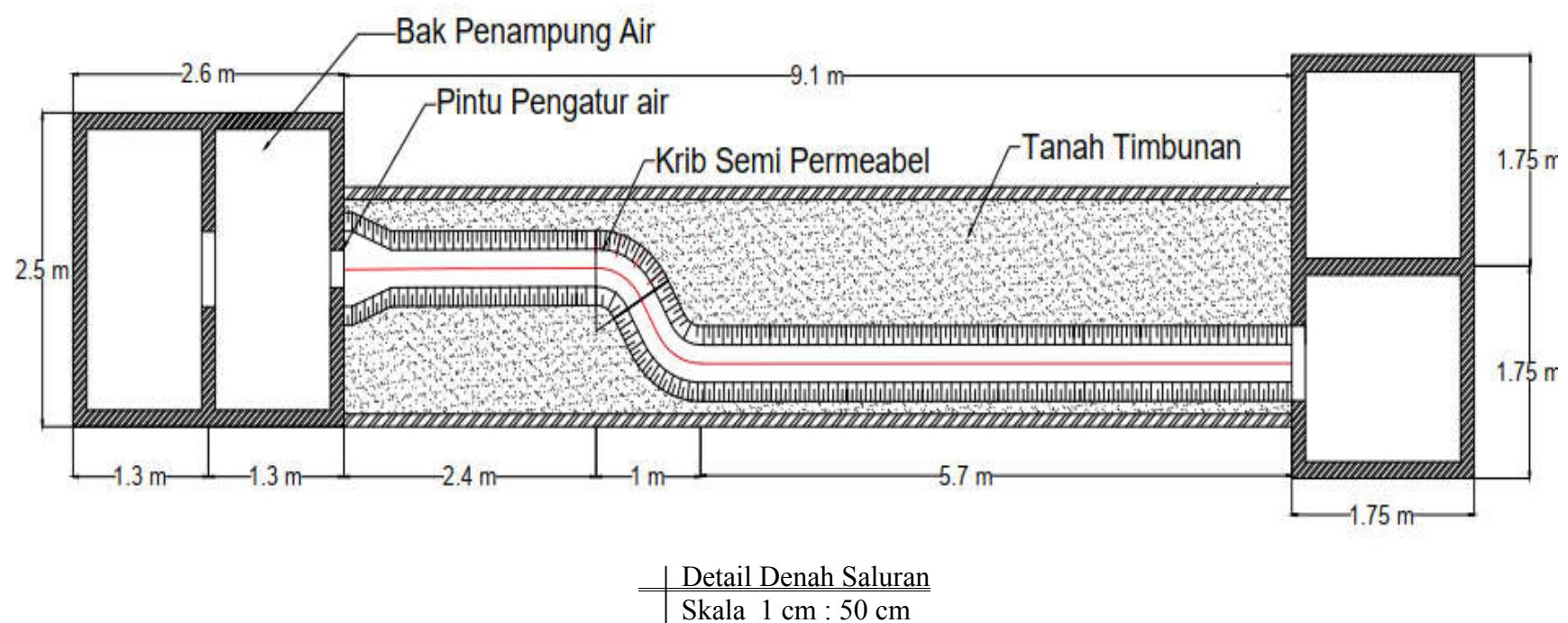
Sudut pemasangan krib semi permeabel menggunakan 3 (tiga) sudut yang berbeda yaitu sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$ . Berikut salah satu contoh gambar pemasangan sudut :



Sudut Pemasangan Krib  $90^\circ$   
Skala 1 cm : 25 cm

Gambar 18. Model Krib Sudut  $90^\circ$

## 6) Detail Denah Saluran



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 trapisium dengan dimensi saluran yaitu  $b = 30 \text{ cm}$  dan  $h = 30 \text{ cm}$  serta perbandingan kemiringan  $1:0.5$ .
  - (3) Pembuatan tikungan saluran dengan panjang jari-jari tikungan sebesar  $60^0$  dengan satu tikungan saluran.
- 2) Pembuatan model krib
  - (1) Krib menggunakan kayu dengan lebar 1 cm
  - (2) Untuk penempatan dimensi krib didapat menggunakan ketetapan seperti yang terdapat pada bab II mengenai penentuan dimensi krib yang dilakukan pada saat mendapatkan data *running kosong*, dengan tinggi sedikit diatas muka air normal dan panjang krib kayu adalah 10% dari lebar dasar sungai sehingga didapat dimensi sebagai berikut:
    - a) Tinggi mercu krib ( $T$ ) = Sedikit diatas muka air normal
    - b) Panjang krib ( $L_b$ ) = 10 % dari lebar sungai, dimana lebar sungai ( $b$ ) adalah 30 cm maka panjang krib =  $30 \times 10\% = 3,0 \text{ cm}$  atau  $0,03 \text{ m}$ .
    - c) Jarak antar krib dapat ditentukan Secara empiris, dimana dengan menggunakan persamaan (5) atau dari penelitian 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 bagian kiri, bagian tengah dan

bagian kanan saluran yang dirata – ratakan, yang disimbolkan dengan ( $v_0$ ). Kemudian kecepatan aliran pada pertengahan dari bangunan krib yang disimbolkan dengan ( $v_1$ ) dan kecepatan aliran setelah melewati bangunan krib ( $v_2$ ).

## 2) Data Gerusan

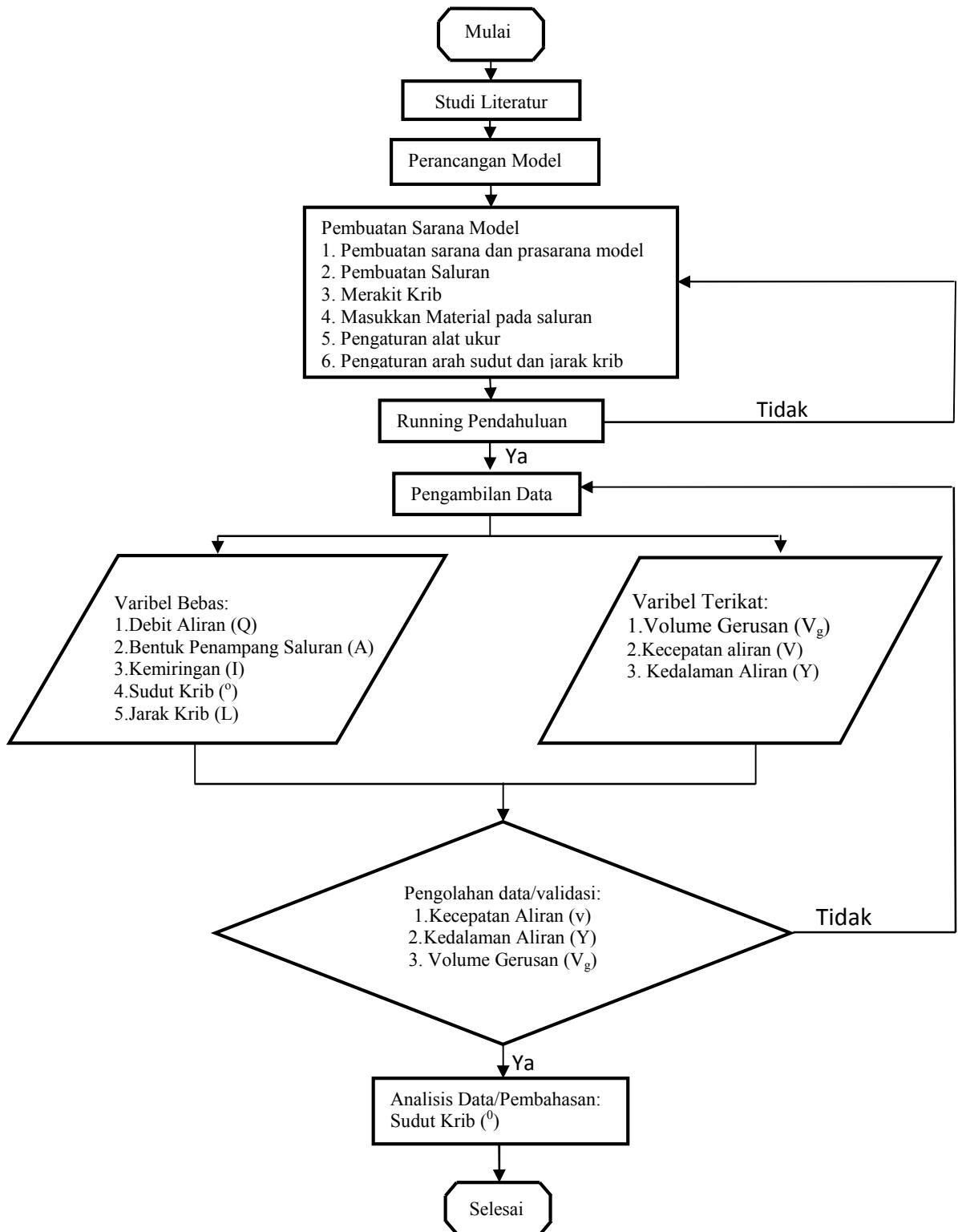
Pengambilan data gerusan diukur langsung pada tebing saluran yang mengalami gerusan tepatnya pada titik dimana terdapat bangunan krib semi permeabel, volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.

## 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 sudut krib semi permeabel 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 semi permeabel. Dimana volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.
- 5) Untuk masing-masing data yang telah diambil akan dibuatkan kurva perbandingan kecepatan aliran ( $v$ ) pada setiap titik pengamatan untuk masing-masing sudut pemasangan krib semi permeabel.

## F. Bagan Alur Penelitian



Gambar 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 aliran yang terjadi di sekitar daerah pemasangan krib dan Pengaruh volome terhadap pemasangan krib semi permeabel, data tersebut di dapatkan dengan cara sebagai berikut :

1. Analisa Saringan, untuk menguji jenis tanah yang digunakan membuat atau membentuk saluran.
2. Sudut krib semi permeabel, divariasikan yaitu sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$
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 (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* dan bilangan *Reynold* dapat dilihat pada tabel – tabel berikut :

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

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) (menit)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m/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

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan  $45^\circ$

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	0,082	0,30	0,800	0,0280	0,484	0,058	0,891	sub kritis
	6	0,093	0,30	0,733	0,0324	0,509	0,064	0,767	sub kritis
	9	0,097	0,30	0,789	0,0337	0,516	0,065	0,811	sub kritis
0,0086	3	0,101	0,30	0,833	0,0354	0,526	0,067	0,837	sub kritis
	6	0,108	0,30	0,844	0,0381	0,541	0,071	0,822	sub kritis
	9	0,103	0,30	0,833	0,0363	0,531	0,068	0,828	sub kritis
0,0145	3	0,101	0,30	1,067	0,0354	0,526	0,067	1,072	super kritis
	6	0,096	0,30	0,978	0,0332	0,514	0,065	1,010	super kritis
	9	0,096	0,30	1,000	0,0332	0,514	0,065	1,033	super kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan  $90^\circ$

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	0,103	0,30	0,567	0,0363	0,531	0,068	0,563	sub kritis
	6	0,102	0,30	0,500	0,0359	0,529	0,068	0,500	sub kritis
	9	0,099	0,30	0,511	0,0346	0,521	0,066	0,519	sub kritis
0,0086	3	0,107	0,30	0,622	0,0377	0,539	0,070	0,609	sub kritis
	6	0,100	0,30	0,544	0,0350	0,524	0,067	0,550	sub kritis
	9	0,112	0,30	0,567	0,0400	0,551	0,073	0,540	sub kritis
0,0145	3	0,094	0,30	0,667	0,0328	0,511	0,064	0,693	sub kritis
	6	0,102	0,30	0,589	0,0359	0,529	0,068	0,588	sub kritis
	9	0,108	0,30	0,633	0,0381	0,541	0,071	0,616	sub kritis

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan  $135^\circ$

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	0,067	0,30	0,889	0,0222	0,449	0,049	1,100	super kritis
	6	0,064	0,30	0,856	0,0214	0,444	0,048	1,077	super kritis
	9	0,061	0,30	0,900	0,0202	0,437	0,046	1,163	super kritis
0,0086	3	0,083	0,30	1,078	0,0285	0,486	0,059	1,193	super kritis
	6	0,083	0,30	0,967	0,0285	0,486	0,059	1,070	super kritis
	9	0,081	0,30	0,944	0,0276	0,481	0,057	1,059	super kritis
0,0145	3	0,086	0,30	1,122	0,0293	0,491	0,060	1,226	super kritis
	6	0,087	0,30	1,022	0,0298	0,494	0,060	1,109	super kritis
	9	0,092	0,30	1,022	0,0319	0,506	0,063	1,075	super kritis

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

Debit Pintu Thompson m3/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 m2/det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,071	0,30	0,77	0,0239	0,459	0,052	29,700	0,000000806	49448,369	turbulen
	6	0,076	0,30	0,81	0,0255	0,469	0,054	28,889	0,000000822	53686,430	turbulen
	9	0,074	0,30	0,76	0,0251	0,466	0,054	29,344	0,000000813	50008,973	turbulen
0,0086	3	0,079	0,30	0,80	0,0268	0,476	0,056	29,333	0,000000813	55288,317	turbulen
	6	0,083	0,30	0,90	0,0285	0,486	0,059	28,756	0,000000825	63874,766	turbulen
	9	0,084	0,30	0,83	0,0289	0,489	0,059	28,756	0,000000825	59724,222	turbulen
0,0145	3	0,084	0,30	0,87	0,0289	0,489	0,059	28,089	0,000000838	61125,176	turbulen
	6	0,083	0,30	0,99	0,0285	0,486	0,059	28,122	0,000000838	69121,976	turbulen
	9	0,077	0,30	1,06	0,0259	0,471	0,055	28,022	0,000000840	69177,375	turbulen

Tabel 10. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan 45°

Debit Pintu Thompson m3/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 m2/det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,082	0,30	0,80	0,0280	0,484	0,058	29,389	0,000000812	57093,337	turbulen
	6	0,093	0,30	0,73	0,0324	0,509	0,064	29,422	0,000000812	57473,887	turbulen
	9	0,097	0,30	0,79	0,0337	0,516	0,065	29,444	0,000000811	63449,560	turbulen
0,0086	3	0,101	0,30	0,83	0,0354	0,526	0,067	29,444	0,000000811	69220,225	turbulen
	6	0,108	0,30	0,84	0,0381	0,541	0,071	29,489	0,000000810	73479,649	turbulen
	9	0,103	0,30	0,83	0,0363	0,531	0,068	29,589	0,000000808	70553,039	turbulen
0,0145	3	0,101	0,30	1,07	0,0354	0,526	0,067	29,689	0,000000806	89139,165	turbulen
	6	0,096	0,30	0,98	0,0332	0,514	0,065	29,789	0,000000804	78657,248	turbulen
	9	0,096	0,30	1,00	0,0332	0,514	0,065	29,833	0,000000803	80533,925	turbulen

Tabel 11. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan 90°

Debit Pintu Thompson m3/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 m2/det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,103	0,30	0,57	0,0363	0,531	0,068	28,467	0,000000831	46679,763	turbulen
	6	0,102	0,30	0,50	0,0359	0,529	0,068	28,622	0,000000828	41025,646	turbulen
	9	0,099	0,30	0,51	0,0346	0,521	0,066	28,622	0,000000828	40954,739	turbulen
0,0086	3	0,107	0,30	0,62	0,0377	0,539	0,070	28,611	0,000000828	52607,560	turbulen
	6	0,100	0,30	0,54	0,0350	0,524	0,067	28,456	0,000000831	43799,927	turbulen
	9	0,112	0,30	0,57	0,0400	0,551	0,073	28,522	0,000000830	49550,155	turbulen
0,0145	3	0,094	0,30	0,67	0,0328	0,511	0,064	28,589	0,000000828	51637,876	turbulen
	6	0,102	0,30	0,59	0,0359	0,529	0,068	28,267	0,000000835	47907,430	turbulen
	9	0,108	0,30	0,63	0,0381	0,541	0,071	27,867	0,000000843	52987,896	turbulen

Tabel 12 .Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan  $135^\circ$

Debit Pintu Thompson m3/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 m2/det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,067	0,30	0,889	0,0222	0,449	0,049	28,678	0,000000826	53223,827	turbulen
	6	0,064	0,30	0,856	0,0214	0,444	0,048	28,411	0,000000832	49587,496	turbulen
	9	0,061	0,30	0,900	0,0202	0,437	0,046	28,211	0,000000836	68117,008	turbulen
0,0086	3	0,083	0,30	1,078	0,0285	0,486	0,059	28,056	0,000000839	75215,449	turbulen
	6	0,083	0,30	0,967	0,0285	0,486	0,059	28,367	0,000000833	67965,393	turbulen
	9	0,081	0,30	0,944	0,0276	0,481	0,057	28,578	0,000000828	65418,768	turbulen
0,0145	3	0,086	0,30	1,122	0,0293	0,491	0,060	28,756	0,000000825	81206,429	turbulen
	6	0,087	0,30	1,022	0,0298	0,494	0,060	28,433	0,000000831	74095,809	turbulen
	9	0,092	0,30	1,022	0,0319	0,506	0,063	28,344	0,000000833	56583,143	turbulen

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

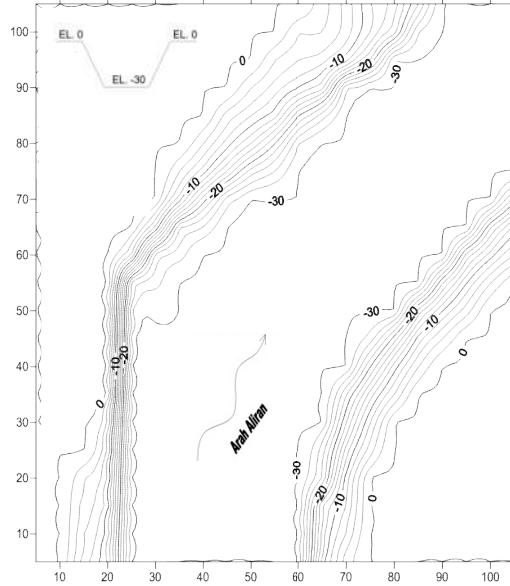
No.	Debit Pintu Thompson m3/det	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Sudut Pemasangan Krib $45^\circ$			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0,0044	3	0,918	sub kritis	49448,37	turbulen	0,891	sub kritis	57093,34	turbulen
2		6	0,943	sub kritis	53686,43	turbulen	0,767	sub kritis	57473,89	turbulen
3		9	0,885	sub kritis	50008,97	turbulen	0,811	sub kritis	63449,56	turbulen
4	0,0086	3	0,910	sub kritis	55288,32	turbulen	0,837	sub kritis	69220,22	turbulen
5		6	0,996	sub kritis	63874,77	turbulen	0,822	sub kritis	73479,65	turbulen
6		9	0,916	sub kritis	59724,22	turbulen	0,828	sub kritis	70553,04	turbulen
7	0,0145	3	0,953	sub kritis	61125,18	turbulen	1,072	super kritis	89139,16	turbulen
8		6	1,094	super kritis	69121,98	turbulen	1,010	super kritis	78657,25	turbulen
9		9	1,218	super kritis	69177,38	turbulen	1,033	super kritis	80533,92	turbulen

Tabel 13. (Lanjutan)

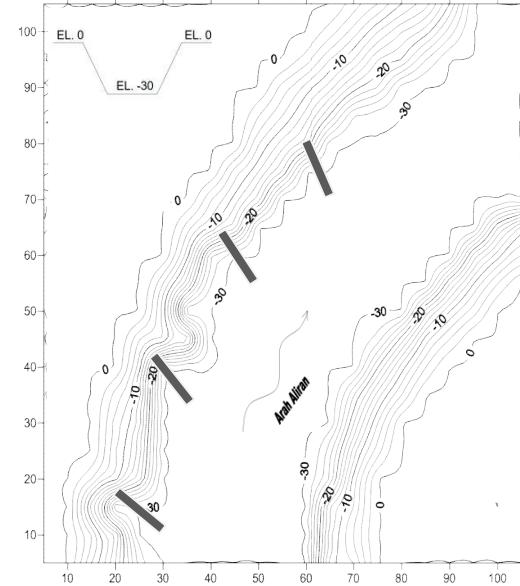
No.	Debit Pintu Thompson m3/det	Waktu (t) (Menit)	Sudut Pemasangan Krib $90^\circ$				Sudut Pemasangan Krib $135^\circ$			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0,0044	3	0,563	sub kritis	46679,76	turbulen	1,100	super kritis	53223,83	turbulen
2		6	0,500	sub kritis	41025,65	turbulen	1,077	super kritis	49587,50	turbulen
3		9	0,519	sub kritis	40954,74	turbulen	1,163	super kritis	68117,01	turbulen
4	0,0086	3	0,609	sub kritis	52607,56	turbulen	1,193	super kritis	75215,45	turbulen
5		6	0,550	sub kritis	43799,93	turbulen	1,070	super kritis	67965,39	turbulen
6		9	0,540	sub kritis	49550,16	turbulen	1,059	super kritis	65418,77	turbulen
7	0,0145	3	0,693	sub kritis	51637,88	turbulen	1,226	super kritis	81206,43	turbulen
8		6	0,588	sub kritis	47907,43	turbulen	1,109	super kritis	74095,81	turbulen
9		9	0,616	sub kritis	52987,90	turbulen	1,075	super kritis	56583,14	turbulen

## D. Kontur dan Pola Pemasangan Sudut Krib Semi Permeabel

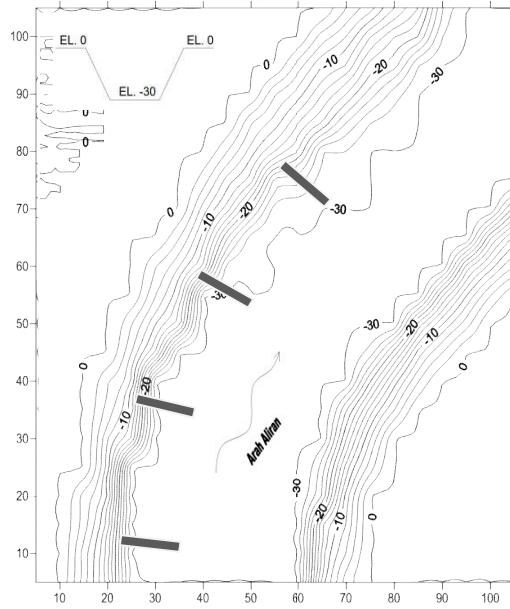
### 1. Kontur dan Pola Pemasangan sudut krib Pada Debit pertama (Q1)



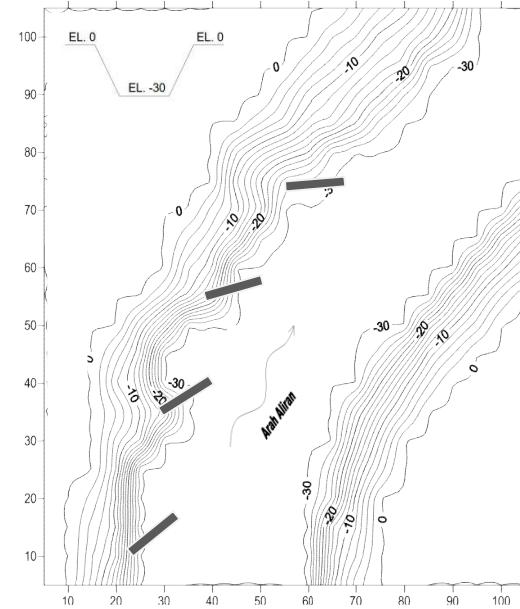
Gambar 21. Kontur Tanpa Krib Q1



Gambar 22. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut 45°Q1



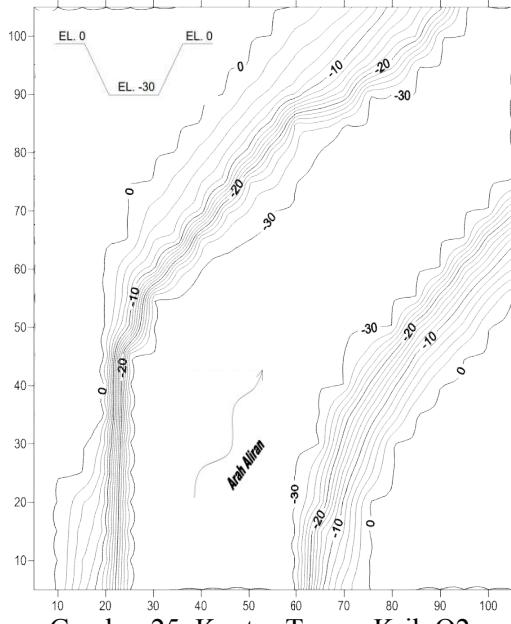
Gambar 23. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut 90° Q1



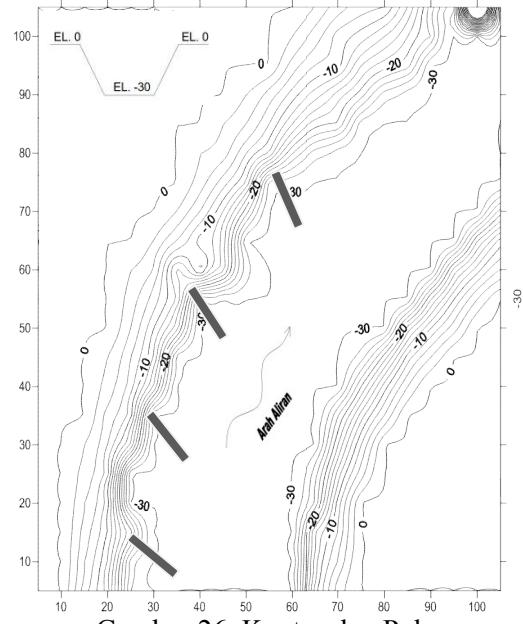
Gambar 24. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut 135° Q1

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu sudut 45°, 90°. dan 135°. Dimana perubahan pola gerusan yang terlihat terkecil adalah pada pemasangan sudut 135°.

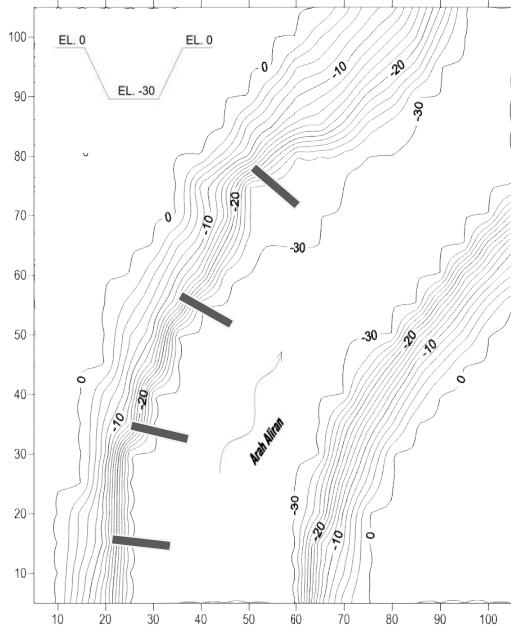
## 2. Kontur dan Pola Pemasangan Sudut Krib Pada Debit kedua (Q2)



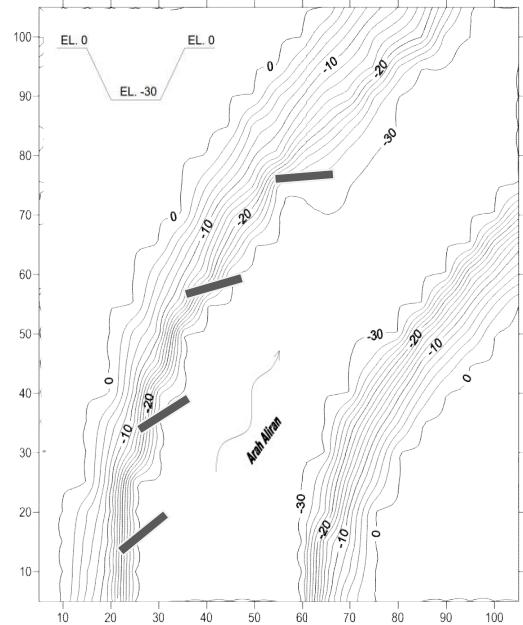
Gambar 25. Kontur Tanpa Krib Q2



Gambar 26. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut  $45^\circ$  Q2



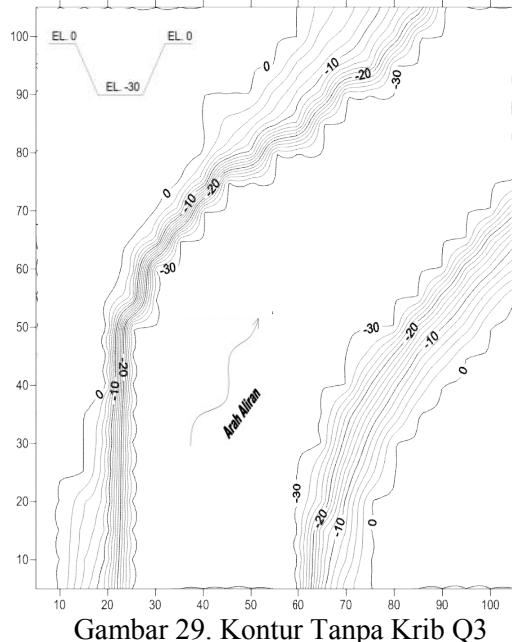
Gambar 27. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut  $90^\circ$  Q2



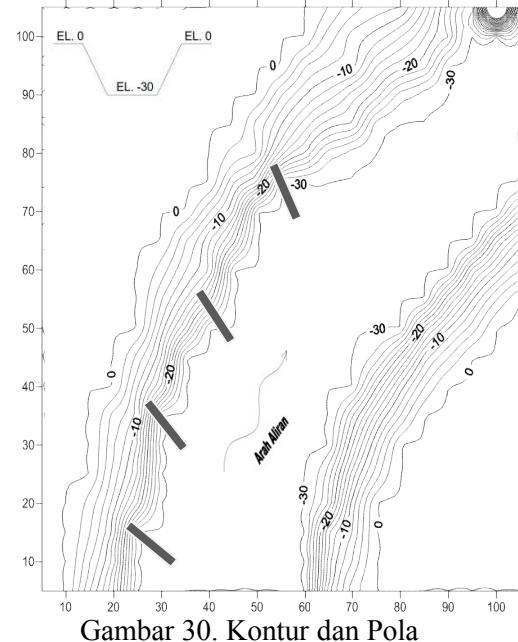
Gambar 28. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut  $135^\circ$  Q2

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ . dan  $135^\circ$ . Dimana perubahan pola gerusan yang terlihat terkecil adalah pada pemasangan sudut  $135^\circ$ .

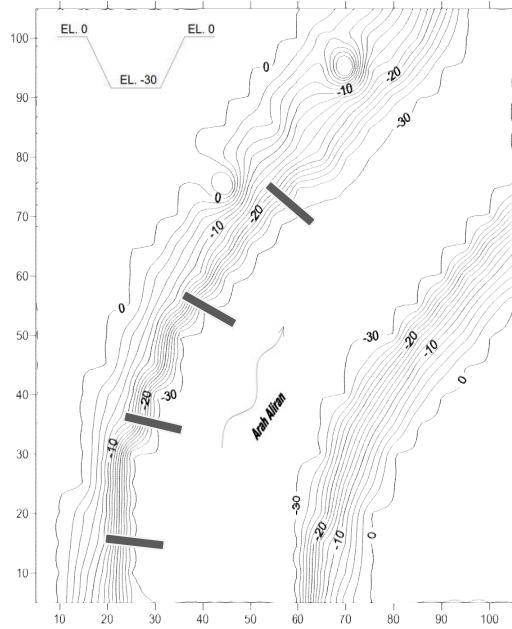
### 3. Kontur dan Pola Pemasangan Sudut Krib Pada Debit ketiga (Q3)



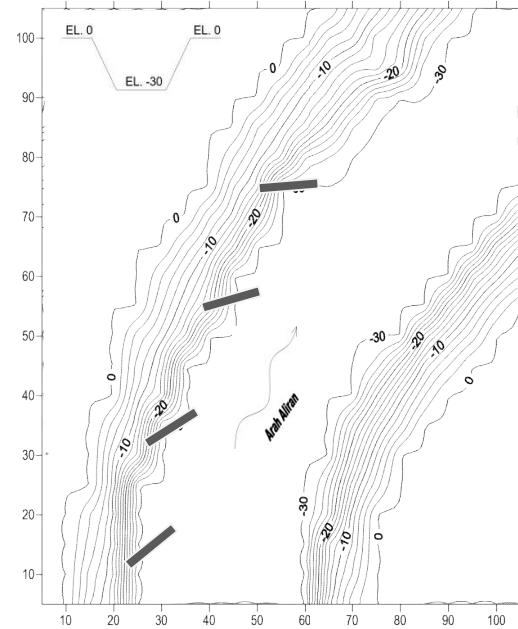
Gambar 29. Kontur Tanpa Krib Q3



Gambar 30. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut 45° Q3



Gambar 31. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut 90° Q3



Gambar 32. Kontur dan Pola Pemasangan Krib Sudut 135° Q3

Berdasarkan hasil gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ . dan  $135^\circ$ . Dimana perubahan pola gerusan yang terlihat terkecil adalah pada pemasangan sudut  $135^\circ$ .

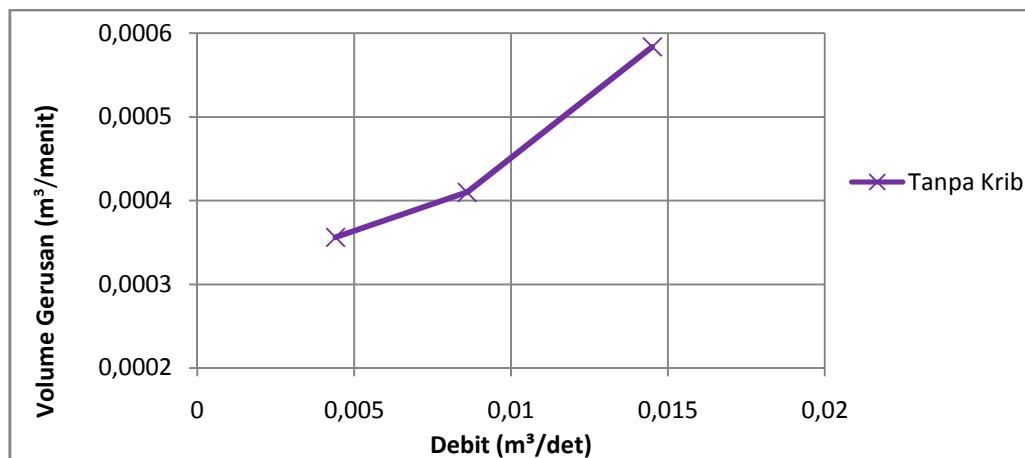
## E. Analisis Pengaruh Sudut Pemasangan Krib Semi Permeabel

### 1. Analisis Hubungan Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran Tanpa Krib Semi Permeabel

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 pada pengaliran Tanpa Krib

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) (m <sup>3</sup> )	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup> /Menit
1	Tampa Krib	0,0044	t1 = 3,00	0,00466	0,000356
2			t2 = 6,00	0,00705	
3			t3 = 9,00	0,00752	
4	Tampa Krib	0,0086	t1 = 3,00	0,00706	0,000410
5			t2 = 6,00	0,00746	
6			t3 = 9,00	0,00761	
7	Tampa Krib	0,0145	t1 = 3,00	0,00973	0,000584
8			t2 = 6,00	0,01009	
9			t3 = 9,00	0,01170	



Gambar 33. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada pengaliran Tanpa Krib

Pada gambar 33, menunjukan 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 Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran dengan Krib Semi Permeabel**

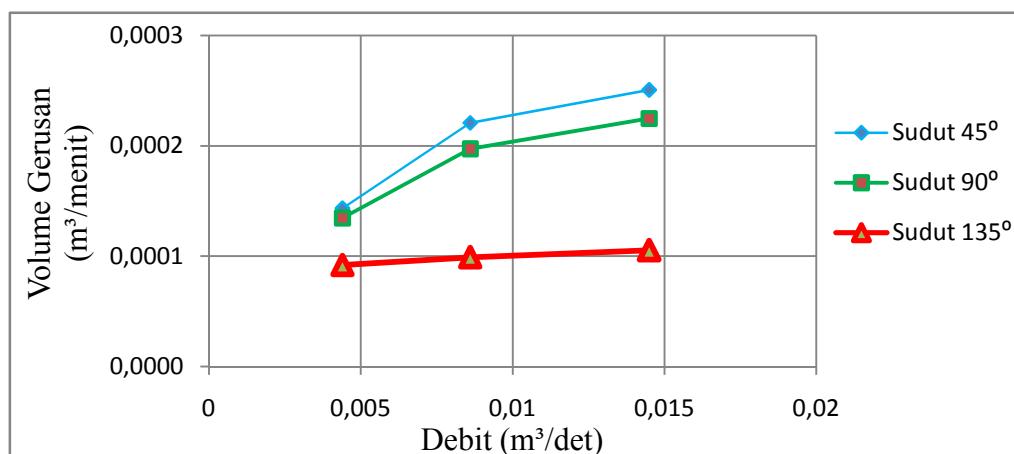
Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada pengaliran dengan krib yang disajikan pada tabel 15 berikut ini.

Tabel 15. Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran dengan Krib

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup> /Menit
1	45	0,0044	t1 = 3,00	0,00160	0,000143
2			t2 = 6,00	0,00262	
3			t3 = 9,00	0,00351	
4	90	0,0086	t1 = 3,00	0,00353	0,000221
5			t2 = 6,00	0,00391	
6			t3 = 9,00	0,00449	
7	90	0,0145	t1 = 3,00	0,00375	0,000251
8			t2 = 6,00	0,00486	
9			t3 = 9,00	0,00492	
10	90	0,0044	t1 = 3,00	0,00158	0,000135
11			t2 = 6,00	0,00247	
12			t3 = 9,00	0,00322	
13	90	0,0086	t1 = 3,00	0,00305	0,000197
14			t2 = 6,00	0,00357	
15			t3 = 9,00	0,00403	
16	90	0,0145	t1 = 3,00	0,00325	0,000225
17			t2 = 6,00	0,00435	
18			t3 = 9,00	0,00455	

Tabel 15. (Lanjutan)

No.	Sudut Krib ( $^{\circ}$ )	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup> /Menit
19	135	0,0044	t1 = 3,00	0,00142	0,000092
20			t2 = 6,00	0,00176	
21			t3 = 9,00	0,00179	
22		0,0086	t1 = 3,00	0,00146	0,000099
23			t2 = 6,00	0,00183	
24			t3 = 9,00	0,00205	
25		0,0145	t1 = 3,00	0,00148	0,000105
26			t2 = 6,00	0,00187	
27			t3 = 9,00	0,00233	



Gambar 34. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada pengaliran dengan Krib semi permeabel

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib semi permeabel terjadi gerusan paling kecil pada krib semi permeabel dengan arah condong ke hilir saluran yaitu sudut  $135^{\circ}$  dengan nilai gerusan  $0,000105 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

Pada gambar 34 diatas menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib semi permeabel, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran.

### 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 (Vg) m <sup>3</sup>				Selisi Volume Gerusan (m <sup>3</sup> )			Persentase Volume gerusan (%)		
			Tanpa Krib	Sudut 45°	Sudut 90°	Sudut 135°	Sudut 45°	Sudut 90°	Sudut 135°	Sudut 45°	Sudut 90°	Sudut 135°
1	0,0044	t1 = 3,00	0,00466	0,00160	0,00158	0,001415	0,00306	0,00308	0,00325	65,67	66,09	69,64
2		t2 = 6,00	0,00705	0,00262	0,00247	0,001760	0,00443	0,00458	0,00529	62,84	64,96	75,04
3		t3 = 9,00	0,00752	0,00351	0,00322	0,001790	0,00401	0,00430	0,00573	53,32	57,18	76,20
4	0,0086	t1 = 3,00	0,00706	0,00353	0,00305	0,001455	0,00353	0,00401	0,00561	50,00	56,80	79,39
5		t2 = 6,00	0,00746	0,00391	0,00357	0,001830	0,00355	0,00389	0,00563	47,59	52,14	75,47
6		t3 = 9,00	0,00761	0,00449	0,00403	0,002050	0,00312	0,00358	0,00556	41,00	47,04	73,06
7	0,0145	t1 = 3,00	0,00973	0,00375	0,00325	0,001480	0,00598	0,00648	0,00825	61,46	66,60	84,79
8		t2 = 6,00	0,01009	0,00486	0,00435	0,001870	0,00523	0,00574	0,00822	51,83	56,89	81,47
9		t3 = 9,00	0,01170	0,00492	0,00455	0,002330	0,00678	0,00715	0,00937	57,95	61,11	80,09
Rata - rata (%)										54,63	58,76	77,24

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa persentase diantara ketiga sudut pemasangan krib semi permeabel diperoleh hasil Persentase Penanggulangan Volume gerusan rata – rata paling besar dan baik dengan arah condong ke hilir saluran yaitu sudut  $135^\circ$  dengan nilai persentase volume gerusan 77,24 %.

Pada tabel diatas juga memperlihatkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib semi permeabel, maka semakin besar persentase penanggulangan gerusan rata – rata yang terjadinya pada tebing saluran.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **F. Kesimpulan**

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

- 1) Kondisi aliran menurut bilangan *Reynold* yang dihasilkan adalah turbulen baik pada pemasangan krib sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  maupun  $135^\circ$ . Sedangkan Kondisi aliran menurut bilangan *Froude* yang dihasilkan adalah dominan subkritis pada pemasangan krib sudut  $45^\circ$ , subkritis pada pemasangan krib sudut  $90^\circ$  dan dominan superkritis pada pemasangan krib sudut  $135^\circ$ .
- 2) Pemasangan variasi sudut krib semi permeabel berperngaruh terhadap gerusan tebing sungai dan gerusan yang paling kecil terjadi pada krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu sudut  $135^\circ$  dengan nilai gerusan  $0,000105 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

#### **G. Saran**

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

- 1) Untuk selanjutnya mengkaji perlindungan gerusan yang terjadi di sekitar area krib semi permeabel
- 2) Untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk meneliti tentang stabilitas lereng atau pola perubahan tebing akibat gerusan.
- 3) Perlu juga dilanjutkan mengenai pengaruh sedimentasi akibat gerusan tebing saluran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. *Pengaruh Jaraj Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran (Skripsi)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Asdak Chay, 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Cahya Yuni.2012. *Kajian Perubahan Pola Gerusan Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit (Jurnal)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Aman Azrul, 2017. *Pengaruh Sudut Pemasangan Bangunan Krib Impermeabel Dalam Menanggulangi Gerusan Tebing Sungai (Skripsi)*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
- Dwi Lestari, Ragil. 2016. *Laporan Praktikum Teknik Irigasi*. Universitas Padjajaran Bandung.
- Gambar bentuk morfologi sungai dimodifikasi. <http://www.slideshare.net/mobile/frestea/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

- Kurnia Adhie 2011. *Model Numerik Perubahan Total Suspended Solid di Sungai Menggunakan Metode Runge Kutta Studi Kasus Sungai Pesanggrahan (Skripsi)*. Universitas Indonesia. Depok.
- Loebis Joerson, M. Eng, Drs. Soewarno, Drs Supriadi B, 1993. *Hidrologi Sungai*. Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Teknik Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Morfologi Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mardijikoen, P., 1987. Angkutan Sedimen. Diktat, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta
- Marlina H Ayu. 2014. *Studi Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Jurnal)*, Universitas Sriwijaya. Palembang
- Maryono, A. 2009. *Eko-Hidraulik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Nensi E.V Rosalina. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Cetakan ketiga, Diterbitkan oleh Erlangga, Jakarta.
- Paresa Jeni, 2015. *Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai (Jurnal)*. Universitas Musamus. Merauke
- 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*), Univrstsitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Sosrodarsono Suyono.Masateru Tominang; penerjemah, Ir M. Yusuf Gayo, dkk, 2008. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta
- Sugiyono, 2017. *Statistika Untuk Penelitian*, Cetakan ke-29. Diterbitkan oleh Alfabeta, Bandung.
- Suharjoko, 2008. *Metode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung terhadap Bahaya Erosi Tebing Sungai (Jurnal)*. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya

Sunaryo dkk, 2010. *Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120° (Jurnal)*, Univrsitas Andalas. Surabaya

Thaha, A. 2006. *Sistim Fluiasi untuk Rekayasa Pemeliharaan Alur.* Univrsitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Triatmodjo Bambang, 2015. *Hidrolik I* , Penerbit Univrsitas Penerbit Gadjah Mada. Yogyakarta

Triatmodjo Bambang, 2015. *Hidrolik II* , Penerbit Univrsitas Penerbit Gadjah Mada. Yogyakarta

Sughono, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Penerbit Nova. Bandung

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)

## Lampiran 1

**Tabel Data Pengamatan Penelitian Laboratorium**

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

No.	Tanpa Krib ( $Q$ ) $m^3/det$ ( $^o$ )	Debit ( $Q$ ) $m^3/det$	Waktu ( $t$ ) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan ( $V_g$ ) $m^3$
				Kecepatan ( $V$ ) meter			Kedalaman Aliran ( $Y$ ) m						
1	0	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,50	1,00	0,90	0,06	0,06	0,10	31,9	31,2	30,1	0,00466
2				0,40	0,70	0,90	0,05	0,07	0,11	29,6	29,4	29,0	
3				0,40	1,10	1,00	0,08	0,05	0,06	28,7	28,7	28,7	
4			t2 = 6	0,10	1,30	1,20	0,06	0,07	0,10	29,4	29,3	29,0	0,00705
5				0,10	0,80	1,20	0,05	0,06	0,13	28,9	28,9	28,7	
6				0,40	1,10	1,10	0,08	0,06	0,07	28,7	28,6	28,5	
7			t3 = 9	0,10	1,10	1,10	0,06	0,07	0,10	30,2	29,9	29,6	0,00752
8				0,40	0,40	1,10	0,05	0,06	0,12	29,4	29,4	29,1	
9				0,20	1,30	1,10	0,07	0,06	0,08	28,9	28,8	28,8	
10	0	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	0	Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,10	0,60	2,10	0,08	0,08	0,09	28,1	28,0	28,1	0,00973
20				0,10	0,30	1,20	0,07	0,08	0,13	28,1	28,1	28,1	
21				0,30	1,40	1,70	0,08	0,08	0,07	28,1	28,1	28,1	
22			t2 = 6	0,10	0,50	2,00	0,07	0,08	0,07	28,2	28,2	28,1	0,01009
23				0,30	0,50	2,10	0,06	0,09	0,14	28,1	28,1	28,1	
24				0,30	1,40	1,70	0,09	0,09	0,07	28,1	28,1	28,1	
25			t3 = 9	0,10	1,00	2,00	0,07	0,08	0,07	27,9	28,0	28,1	0,01170
26				0,60	0,40	1,60	0,07	0,09	0,11	28,1	28,0	28,0	
27				0,60	1,40	1,80	0,08	0,06	0,06	28,0	28,0	28,1	

**Lampiran 2****Tabel Data Pengamatan Penelitian Laboratorium**

Judul	: Pengaruh Bangunan Krib Tipe Semi Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)
Tahap Penelitian	: Pengaliran dengan Sudut Krib 45°
Lokasi Penelitian	: Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
Hari/Tanggal	: 24 November 2018
Tinggi Bukaan Pintu	: 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

### Lampiran 3

**Tabel Data Pengamatan Penelitian Laboratorium**

Judul	: Pengaruh Bangunan Krib Tipe Semi Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)
Tahap Penelitian	: Pengaliran dengan Sudut Krib 90°
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.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m³/det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m³
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	90°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,10	0,70	0,50	0,11	0,10	0,13	29,0	28,7	28,5	0,00158
2				0,50	0,80	0,30	0,11	0,12	0,11	28,4	28,3	28,3	
3				0,50	1,10	0,60	0,08	0,10	0,07	28,3	28,4	28,3	
4			t2 = 6	0,10	0,70	0,40	0,10	0,12	0,14	30,1	28,9	28,6	0,00247
5				0,30	0,60	0,20	0,10	0,09	0,10	28,4	28,3	28,3	
6				0,50	1,00	0,70	0,10	0,09	0,08	28,3	28,3	28,3	
7			t3 = 9	0,10	0,70	0,60	0,08	0,11	0,14	28,8	28,7	28,7	0,00322
8				0,40	0,60	0,20	0,11	0,10	0,09	28,6	28,5	28,5	
9				0,50	0,70	0,80	0,09	0,09	0,08	28,5	28,5	28,5	
10			t1 = 3	0,50	0,70	0,60	0,11	0,12	0,14	27,9	27,8	27,6	0,00305
11				0,50	0,60	0,30	0,11	0,12	0,12	27,4	27,3	27,3	
12				0,80	0,90	0,70	0,08	0,09	0,07	27,3	27,3	27,3	
13			t2 = 6	0,50	0,60	0,30	0,10	0,10	0,11	28,6	28,6	28,6	0,00357
14				0,50	0,70	0,20	0,11	0,12	0,12	28,6	28,6	28,5	
15				0,60	0,90	0,60	0,09	0,08	0,07	28,5	28,5	28,5	
16			t3 = 9	0,10	0,40	0,70	0,12	0,13	0,14	29,2	29,2	29,2	0,00403
17				0,60	0,70	0,10	0,12	0,12	0,13	29,1	29,0	29,0	
18				0,80	1,00	0,70	0,08	0,09	0,08	28,9	28,9	28,9	
19			t1 = 3	0,50	1,00	0,80	0,10	0,11	0,09	31,3	31,3	31,2	0,00325
20				0,40	0,80	0,10	0,10	0,11	0,10	30,9	30,4	30,3	
21				0,70	1,10	0,60	0,09	0,08	0,07	30,2	30,1	30,1	
22			t2 = 6	0,20	0,60	1,00	0,12	0,13	0,13	29,7	29,7	29,7	0,00435
23				0,40	0,70	0,50	0,11	0,12	0,12	29,6	29,5	29,4	
24				0,60	0,70	0,60	0,08	0,08	0,03	29,4	29,3	29,2	
25			t3 = 9	0,40	0,90	0,70	0,11	0,13	0,12	29,4	29,0	29,9	0,00455
26				0,20	0,70	0,30	0,11	0,13	0,12	29,8	29,7	29,7	
27				0,80	1,20	0,50	0,09	0,09	0,07	29,6	29,6	29,5	

## Lampiran 4

**Tabel Data Pengamatan Penelitian Laboratorium**

Judul	: Pengaruh Bangunan Krib Tipe Semi Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)
Tahap Penelitian	: Pengaliran dengan Sudut Krib 135°
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.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m³/det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m³
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	135°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,30	1,40	1,60	0,05	0,04	0,10	29,70	29,30	28,80	0,00142
2				0,40	1,40	0,30	0,04	0,07	0,10	28,60	28,50	28,40	
3				0,90	1,30	0,40	0,06	0,07	0,07	28,30	28,30	28,20	
4			t2 = 6	0,10	0,90	1,10	0,05	0,05	0,08	28,80	28,40	28,20	0,00176
5				0,50	1,20	1,10	0,05	0,07	0,09	28,00	27,90	27,80	
6				0,50	1,10	1,20	0,06	0,07	0,06	27,80	27,80	27,80	
7			t3 = 9	0,10	1,10	1,20	0,05	0,05	0,08	30,00	29,30	28,90	0,00179
8				1,10	1,40	0,10	0,04	0,06	0,08	28,60	28,50	28,50	
9				0,90	1,30	0,90	0,06	0,07	0,06	28,40	28,30	28,30	
10			t1 = 3	0,70	1,60	1,10	0,04	0,05	0,13	28,50	28,50	28,30	0,00146
11				0,80	1,50	0,30	0,06	0,08	0,13	28,30	28,30	28,20	
12				0,80	1,60	1,30	0,08	0,08	0,10	28,20	28,10	28,10	
13			t2 = 6	0,40	1,70	1,30	0,05	0,07	0,12	27,70	27,70	27,80	0,00183
14				0,60	1,20	0,40	0,06	0,08	0,12	27,80	27,80	27,90	
15				0,50	1,60	1,00	0,08	0,08	0,09	27,90	27,90	27,90	
16			t3 = 9	0,30	1,60	1,10	0,05	0,06	0,12	28,00	28,00	28,00	0,00205
17				0,50	1,40	0,40	0,06	0,08	0,11	28,00	28,00	28,00	
18				0,70	1,40	1,10	0,08	0,09	0,08	28,00	28,00	28,00	
19			t1 = 3	0,70	1,80	1,60	0,08	0,08	0,14	29,70	29,60	29,50	0,00148
20				0,40	1,60	1,00	0,08	0,07	0,08	29,10	29,10	29,00	
21				0,70	1,20	1,10	0,08	0,08	0,08	29,00	28,90	28,80	
22			t2 = 6	0,60	1,60	1,10	0,08	0,08	0,12	29,10	29,10	29,10	0,00187
23				0,50	1,30	1,10	0,08	0,08	0,08	28,90	28,80	28,80	
24				0,70	1,30	1,00	0,09	0,09	0,08	28,80	28,80	28,70	
25			t3 = 9	0,30	1,70	0,90	0,08	0,09	0,15	30,60	30,60	30,20	0,00233
26				0,40	1,40	1,20	0,09	0,08	0,09	29,80	29,70	29,60	
27				0,80	1,10	1,40	0,08	0,09	0,08	29,60	29,50	29,50	



## Lampiran 6

Topografi dengan sudut pemasangan krib  $45^\circ$  pada setiap debit aliran

Topografi Debit Q1 = 0,0044 m3/det 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	-8	-6	-13	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-16	-14	-30	-9	-8	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-27	-30	-30	-17	-15	-13	-11	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-8	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-30	-15	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-10	-6	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-11	-7	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-12	-8	-4	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-13	-8	-5	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-13	-9	-3	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-20	-13	-8	-3	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-19	-12	-7	-3
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-18	-12	-6	
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-20	-16	-10	
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19	-13
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-20	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-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	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	

Topografi Debit Q2 = 0,0086 m3/det 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	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-13	-12	-10	-9	-7	-6	-5	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-28	-27	-19	-30	-30	-14	-9	-7	-6	-4	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-12	-10	-7	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-17	-12	-15	-6	-2	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-7	-11	-6	-3	-2	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-15	-12	-7	-3	-2	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-30	-21	-12	-8	-4	-2	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-12	-8	-5	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-14	-9	-5	-2	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-19	-13	-8	-5	-2
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-20	-17	-9	-9	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-21	-16	-11	-7	-7
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-19	-14	-8	-8
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-21	-18	-14	-14
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-23	-23
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 8

Topografi dengan sudut pemasangan krib  $135^\circ$  pada setiap debit aliran

No.	Topografi Debit Q1 = 0,0044 m <sup>3</sup> /det Pengaliran 9 menit																				
	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	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-16	-12	-10	-10	-8	-7	-4	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-10	-14	-12	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-30	-30	-17	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-11	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-12	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-9	-12	-8	0	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-17	-20	-13	-4	0	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-17	-7	-4	0	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-13	-9	-4	0	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-15	-12	-7	-4	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-16	-11	-6	-3	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-20	-15	-11	-6	0
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-17	-14	-9	0
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-18	-14	0
18	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-24	-20	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

No.	Topografi Debit Q2 = 0,0086 m <sup>3</sup> /det Pengaliran 9 menit																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-13	-12	-11	-10	-9	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-12	-9	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-14	-9	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-10	-6	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-13	-8	-4	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-17	-9	-4	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-14	-10	-7	0	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-13	-9	-6	0	0	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-23	-15	-10	-5	0	0	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-26	-20	-15	-10	-5	0	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-17	-13	-9	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-26	-16	-14	-9	0
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-17	-12	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-17	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-24	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	0

No.	Topografi Debit Q3 = 0,0145 m <sup>3</sup> /det Pengaliran 9 menit																				
	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	-8	-7	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-12	-9	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-13	-9	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-12	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-15	-10	-6	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-11	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-13	-9	-6	0	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-10	-6	0	0	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-15	-11	-6	0	0	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-21	-15	-11	-6	0	0	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-21	-15	-8	-5	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-15	-15	-9	0
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-18	-14
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-	

## Lampiran 9

Data hasil penelitian tanpa krib semi permeabel

No.	Tanpa Krib ( $^{\circ}$ )	Debit (Q) $m^3/det$	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) ( $^{\circ}$ )	Rata - rata ( $^{\circ}$ )	Volume Gerusan (Vg) $m^3$
				Kecepatan (V) $m/det$	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata			
1	Tanpa Krib	$Q_1 = 0.0044$	t1 = 3	V0 = 0,80	0,77	Y0 = 0,073	0,071	31,07	29,70	0,00466
2				V1 = 0,67		Y1 = 0,077		29,33		
3				V2 = 0,83		Y2 = 0,063		28,70		
4			t2 = 6	V0 = 0,87	0,81	Y0 = 0,077	0,076	29,23	28,89	0,00705
5				V1 = 0,70		Y1 = 0,080		28,83		
6				V2 = 0,87		Y2 = 0,070		28,60		
7			t3 = 9	V0 = 0,77	0,76	Y0 = 0,077	0,074	29,90	29,34	0,00752
8				V1 = 0,63		Y1 = 0,077		29,30		
9				V2 = 0,87		Y2 = 0,070		28,83		
10	Tanpa Krib	$Q_2 = 0.0086$	t1 = 3	V0 = 0,80	0,80	Y0 = 0,077	0,079	30,03	29,07	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	0,90	Y0 = 0,073	0,083	28,93	28,76	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	0,83	Y0 = 0,077	0,084	29,30	28,87	0,00761
17				V1 = 0,67		Y1 = 0,097		28,77		
18				V2 = 0,93		Y2 = 0,080		28,53		
19	Tanpa Krib	$Q_3 = 0.0145$	t1 = 3	V0 = 0,93	0,87	Y0 = 0,083	0,084	28,10	28,10	0,00973
20				V1 = 0,53		Y1 = 0,093		28,10		
21				V2 = 1,13		Y2 = 0,077		28,10		
22			t2 = 6	V0 = 0,87	0,99	Y0 = 0,073	0,084	28,13	28,11	0,01009
23				V1 = 0,97		Y1 = 0,097		28,10		
24				V2 = 1,13		Y2 = 0,083		28,10		
25			t3 = 9	V0 = 1,03	1,06	Y0 = 0,073	0,077	28,00	28,02	0,0117
26				V1 = 0,87		Y1 = 0,090		28,03		
27				V2 = 1,27		Y2 = 0,067		28,03		

Keterangan Rumus :

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

## Lampiran 10

Data hasil penelitian dengan sudut pemasangan krib semi permeabel krib  $45^\circ$

No.	Sudut Krib ( $^\circ$ )	Debit (Q) $m^3/det$	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) ( $^\circ$ )	Rata - rata ( $^\circ$ )	Volume Gerusan (Vg) $m^3$
				Kecepatan (V) $m/det$	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata			
1	45	Q1 = 0,0044	t1 = 3	V0 = 0,87	0,80	Y0 = 0,083	0,082	30,00	29,39	0,00160
2				V1 = 0,60		Y1 = 0,083		29,20		
3				V2 = 0,93		Y2 = 0,080		28,97		
4		Q1 = 0,0044	t2 = 6	V0 = 0,90	0,73	Y0 = 0,093	0,093	30,10	29,44	0,00262
5				V1 = 0,60		Y1 = 0,107		29,27		
6				V2 = 0,70		Y2 = 0,080		28,97		
7		Q1 = 0,0044	t3 = 9	V0 = 0,80	0,79	Y0 = 0,090	0,097	30,23	29,69	0,00351
8				V1 = 0,57		Y1 = 0,110		29,57		
9				V2 = 1,00		Y2 = 0,090		29,27		
10		Q2 = 0,0086	t1 = 3	V0 = 0,70	0,83	Y0 = 0,110	0,101	30,53	29,90	0,00353
11				V1 = 0,53		Y1 = 0,110		29,70		
12				V2 = 1,27		Y2 = 0,083		29,47		
13		Q2 = 0,0086	t2 = 6	V0 = 0,73	0,84	Y0 = 0,123	0,108	28,60	28,53	0,00391
14				V1 = 0,47		Y1 = 0,113		28,60		
15				V2 = 1,33		Y2 = 0,087		28,40		
16		Q2 = 0,0086	t3 = 9	V0 = 0,83	0,83	Y0 = 0,103	0,103	27,60	27,51	0,00449
17				V1 = 0,80		Y1 = 0,117		27,70		
18				V2 = 0,87		Y2 = 0,090		27,23		
19		Q3 = 0,0145	t1 = 3	V0 = 1,07	1,07	Y0 = 0,113	0,101	28,50	28,31	0,00375
20				V1 = 1,07		Y1 = 0,107		28,27		
21				V2 = 1,07		Y2 = 0,083		28,17		
22		Q3 = 0,0145	t2 = 6	V0 = 1,23	0,98	Y0 = 0,110	0,096	27,13	27,34	0,00486
23				V1 = 0,80		Y1 = 0,097		27,47		
24				V2 = 0,90		Y2 = 0,080		27,43		
25		Q3 = 0,0145	t3 = 9	V0 = 0,90	1,00	Y0 = 0,113	0,096	26,53	27,00	0,00492
26				V1 = 1,00		Y1 = 0,093		27,17		
27				V2 = 1,10		Y2 = 0,080		27,30		

Keterangan Rumus :

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

## Lampiran 11

Data hasil penelitian dengan sudut pemasangan krib semi permeabel krib 90°

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m³/det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) (°)	Rata - rata (°)	Volume Gerusan (Vg) m³
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata			
1	90	0,0044	t1 = 3	V0 = 0,43	0,57	Y0 = 0,113	0,103	28,73	28,47	0,00158
2				V1 = 0,53		Y1 = 0,113		28,33		
3				V2 = 0,73		Y2 = 0,083		28,33		
4			t2 = 6	V0 = 0,40	0,50	Y0 = 0,120	0,102	29,20	28,61	0,00247
5				V1 = 0,37		Y1 = 0,097		28,33		
6				V2 = 0,73		Y2 = 0,090		28,30		
7			t3 = 9	V0 = 0,47	0,51	Y0 = 0,110	0,099	28,73	28,59	0,00322
8				V1 = 0,40		Y1 = 0,100		28,53		
9				V2 = 0,67		Y2 = 0,087		28,50		
10			t1 = 3	V0 = 0,60	0,62	Y0 = 0,123	0,107	27,77	27,47	0,00305
11				V1 = 0,47		Y1 = 0,117		27,33		
12				V2 = 0,80		Y2 = 0,080		27,30		
13		0,0086	t2 = 6	V0 = 0,47	0,54	Y0 = 0,103	0,100	28,60	28,56	0,00357
14				V1 = 0,47		Y1 = 0,117		28,57		
15				V2 = 0,70		Y2 = 0,080		28,50		
16			t3 = 9	V0 = 0,40	0,57	Y0 = 0,130	0,112	29,20	29,04	0,00403
17				V1 = 0,47		Y1 = 0,123		29,03		
18				V2 = 0,83		Y2 = 0,083		28,90		
19			t1 = 3	V0 = 0,77	0,67	Y0 = 0,100	0,094	31,27	30,64	0,00325
20				V1 = 0,43		Y1 = 0,103		30,53		
21				V2 = 0,80		Y2 = 0,080		30,13		
22		0,0145	t2 = 6	V0 = 0,60	0,59	Y0 = 0,127	0,102	29,70	29,50	0,00435
23				V1 = 0,53		Y1 = 0,117		29,50		
24				V2 = 0,63		Y2 = 0,063		29,30		
25			t3 = 9	V0 = 0,67	0,63	Y0 = 0,120	0,108	29,43	29,58	0,00455
26				V1 = 0,40		Y1 = 0,120		29,73		
27				V2 = 0,83		Y2 = 0,083		29,57		

Keterangan Rumus :

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

## Lampiran 12

Data hasil penelitian dengan sudut pemasangan krib semi permeabel krib  $135^\circ$

No.	Sudut Krib ( $^\circ$ )	Debit (Q) $m^3/det$	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) ( $^\circ$ )	Rata - rata ( $^\circ$ )	Volume Gerusan (Vg) $m^3$
				Kecepatan (V) $m/det$	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata			
1	135	$Q_1 = 0,0044$	t1 = 3	V0 = 1,10	0,89	Y0 = 0,063	0,067	29,27	28,68	0,00142
2				V1 = 0,70		Y1 = 0,070		28,50		
3				V2 = 0,87		Y2 = 0,067		28,27		
4			t2 = 6	V0 = 0,70	0,86	Y0 = 0,060	0,064	28,47	28,06	0,00176
5				V1 = 0,93		Y1 = 0,070		27,90		
6				V2 = 0,93		Y2 = 0,063		27,80		
7			t3 = 9	V0 = 0,80	0,90	Y0 = 0,060	0,061	29,40	28,76	0,00179
8				V1 = 0,87		Y1 = 0,060		28,53		
9				V2 = 1,03		Y2 = 0,063		28,33		
10	135	$Q_2 = 0,0086$	t1 = 3	V0 = 1,13	1,08	Y0 = 0,073	0,083	28,43	28,28	0,00146
11				V1 = 0,87		Y1 = 0,090		28,27		
12				V2 = 1,23		Y2 = 0,087		28,13		
13			t2 = 6	V0 = 1,13	0,97	Y0 = 0,080	0,083	27,73	27,82	0,00183
14				V1 = 0,73		Y1 = 0,087		27,83		
15				V2 = 1,03		Y2 = 0,083		27,90		
16			t3 = 9	V0 = 1,00	0,94	Y0 = 0,077	0,081	28,00	28,00	0,00205
17				V1 = 0,77		Y1 = 0,083		28,00		
18				V2 = 1,07		Y2 = 0,083		28,00		
19	135	$Q_3 = 0,0145$	t1 = 3	V0 = 1,37	1,12	Y0 = 0,100	0,086	29,60	29,19	0,00148
20				V1 = 1,00		Y1 = 0,077		29,07		
21				V2 = 1,00		Y2 = 0,080		28,90		
22			t2 = 6	V0 = 1,10	1,02	Y0 = 0,093	0,087	29,10	28,90	0,00187
23				V1 = 0,97		Y1 = 0,080		28,83		
24				V2 = 1,00		Y2 = 0,087		28,77		
25			t3 = 9	V0 = 0,97	1,02	Y0 = 0,107	0,092	30,47	29,90	0,00233
26				V1 = 1,00		Y1 = 0,087		29,70		
27				V2 = 1,10		Y2 = 0,083		29,53		

Keterangan Rumus :

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

**Lampiran 13****Tabel Viskositas Kinematik sebagai Hubungan Fungsi Suhu**

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

Sumber : (Mardjikoen, 1987)

## Lampiran 14

### 1. Penentuan Dimensi Krib

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

Sesuai yang di jelaskan pada bab II bahwa penentuan 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 menggunakan sesuai penjelasan pada bab II bahwa pada umumnya panjang krib 10% dari dasar sungai.

Diketahui :

$$(1). \text{Lebar Saluran (b)} : 0.3 \text{ m}$$

$$(2). \text{Panjang Krib (Lb)}: 10\% \times 0.3 = 0.03 \text{ m}$$

#### 3). Jarak antar Krib (L)

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

##### 1). Perhitungan Koefisien *Chezy*

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

$$R = A/P$$

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

$$= (0,3+0,5.0,3).0,3 = 0,135 \text{ m}$$

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

$$R = 0,135/0,971 = 0,14 \text{ m}$$

Dimana :  $R = 0.14 \text{ m}$ ,  $\gamma_B = 0.85$  (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 jarak krib  $0.25 \text{ m} < 12.90 \text{ m}$

## 2. Analisis Data

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

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

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

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

$$Q = \frac{8}{15} 0,62 \cdot \operatorname{tg} \frac{90}{2} \sqrt{2 \cdot 9.8} h^{5/2}$$

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

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

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

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

Perhitungan Luas Penampang (A)

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

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

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

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

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

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

$$\text{Rumus : } R = A/P$$

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

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

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

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

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

$$\text{Rumus : } Re = \frac{VR}{v}$$

Dimana :  $v = 0,000000812$  ( $29,389^\circ$ )

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

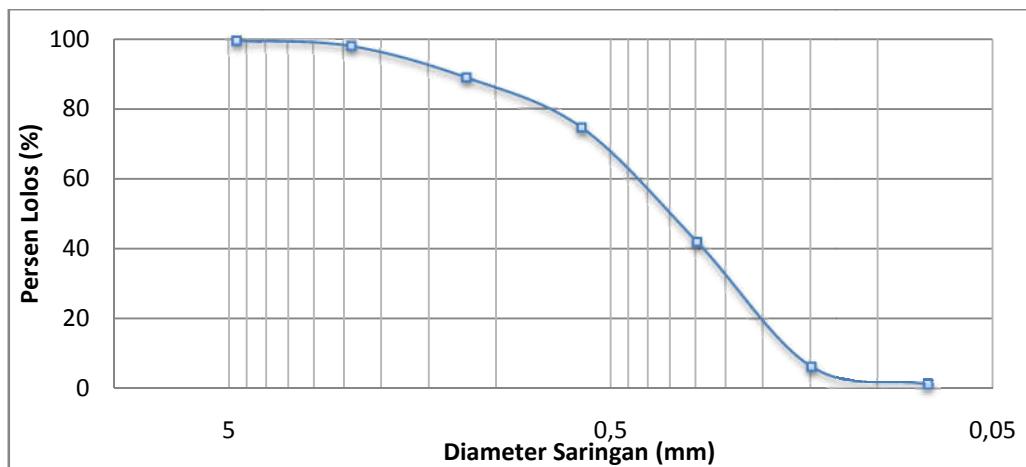
Untuk perhitungan Bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* pada setiap tanpa pemasangan dan pemasangan krib semi permeabel dengan sudut yang berbeda dapat dilihat pada tabel – tabel halaman 46 sampai halaman 49.

## Lampiran 15

### Karakteristik Material Tanah

Tabel hasil perhitungan analisa saringan

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



Gambar Gradasi ukuran butiran tanah (sampie)

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

## Lampiran 16

### Pembersihan Lokasi Penelitian



Proses Pembersihan Lokasi Penelitian

### Penimbangan dan Penyaringan Tanah (Sampel)



Proses Penimbangan sampel tanah



Proses Penyaringan

### **Penimbunan dan Pemadatan Tanah**



Proses Pembentukan Lokasi Penelitian



Proses Pemadatan Timbunan

### **Pembuatan Model Saluran**



Proses Penggalian Saluran



Pembentukan Kemiringan Saluran



Tampak Atas Saluran.

### Pembuatan Bak Penampungan



Proses Pembuatan Bak Penampungan



Bak Penampungan.

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



Proses Rancangan Pelimpah  
Thompson



Proses Pembuatan Pelimpah  
Thompson

### **Perakitan Krib**



Proses Pembuatan Krib Semi  
Permeabel



Model Krib Semi Permeabel

### **Pemasangan Krib pada Tikungan Saluran**



Gambar Lampiran 15. Proses Pemasangan Krib Semi Permeabel



Gambar Lampiran 16. Model Pemasangan

### **Running dan Pengambilan Data**



Proses Pengukuran Kecepatan dengan *Flow Watch*



Proses Pengukuran Kedalaman aliran



Proses Pengaliran



Alat Ukur Kecepatan *Flow Watch*



Proses Pencatatan Hasil Kecepatan



Hasil Gerusan saat pemasangan Krib



Proses Pemasangan Grid



Proses Pengukuran Tofografi Saluran