

SKRIPSI

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



Oleh :

MUH. SYAFAAT
105 81 2128 14

SRI KURNIAWATI NUR
105 81 2162 14

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

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

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

**MUH. SYAFAAT
105 81 2128 14**

**SRI KURNIAWATI NUR
105 81 2162 14**

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

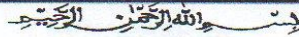
FAKULTAS TEKNIK

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, e-mail : unismuh@gmail.com

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



HALAMAN PENGESAHAN

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

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

Nama : MUH.SYAFaat
SRI KURNIAWATI NUR

No. Stambuk : 105 81 2128 14
105 81 2162 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 Program Studi

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT
NBM : 1183084



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Muh.Syafaat dengan nomor induk Mahasiswa 10581212814 dan Sri Kurniawati Nur dengan nomor induk Mahasiswa 10581216214, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019.

Panitia Ujian : Makassar, 07 Jumadil Akhir 1440 H
12 Februari 2019 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Asyad Thaha, MT

2. Penguji

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

M.Sc.,M.Eng.

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

3. Anggota : 1. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT.

2. Ir. Hamzah AL Imran, ST., MT.

3. Ir. Mahmuddin, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I


Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

Dekan


Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

Pembimbing II


Amrullah Mansida, ST., MT.

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

Muh. Syafaat¹⁾ dan Sri Kurniawati Nur²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
muh.syafaat014@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Srikurniawatinur@gmail.com

Abstrak

Pengaruh krib kayu tipe Impermeabel terhadap gerusan di belokan tebing sungai dibimbing oleh Ratna Musa dan Amrullah Mansida. Terjadi perubahan pada dasar dan tebing sungai menyebabkan ketidakseimbangan angkutan sedimen sehingga diperlukan adanya beberapa bangunan pengamanan belokan untuk menyeimbangkan kondisi sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan krib impermeable terhadap karakteristik aliran dan pengaruh variasi sudut pemasangan krib kayu tipe impermeabel terhadap gerusan di belokan tebing sungai. Penelitian ini dilakukan dengan 3 variasi pemasangan krib yaitu sudut 50°, 90° dan 130°. Dari hasil penelitian menunjukkan besar volume gerusan setelah pemasangan krib untuk sudut 50° (t) 3 yaitu 0,00397 (m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00437(m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00466 (m³). Dan untuk sudut 90° pada waktu (t) 3 yaitu 0,00332(m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00388 (m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00421(m³). Dan untuk sudut 130° pada waktu (t) 3 yaitu 0,00275(m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00303(m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,0039 (m³). Berdasarkan Bilangan *Reynold* pada sudut pemasangan krib Impermeabel dan tanpa pemasangan krib terjadinya perubahan nilai bilangan *Reynold* namun karakteristik alirannya tetap aliran turbulen. Sedangkan bilangan *Froude* pada pemasangan krib impermeable dan tanpa pemasangan krib terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik dari super kritis ke sub kritis dan dengan adanya pemasangan krib impermeabel berpengaruh terhadap volume gerusan, dimana persentase gerusan yang dapat ditanggulangi sebesar 55% pada sudut 130°. Hal ini disebabkan karena krib Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai terhadap gerusan.

kata kunci : sungai, impermeable, jenis aliran, sudut krib

Abstract

The influence of Impermeable type of wood crib on scour in the bend of a river is guided by Ratna Musa and Amrullah Mansida. Changes occur on the base and riverbanks causing an imbalance in transporting sediments, so there are a number of turn-security buildings needed to balance the river conditions. This study aims to determine the effect of impermeable crib installation on flow characteristics and the effect of angular variations in impermeable type wood crib installation on scour at the bend of a river bank. This research was conducted with 3 variations in the installation of cribs, namely angles of 50 °, 90 ° and 130 °. From the results of the study show the scour volume after installation of cribs for angles 50 ° (t) 3 which is 0.00397 (m3), at time (t) 6 which is 0.00437 (m3), at time (t) 9 which is 0.00466 (m3). And for an angle of 90 ° at time (t) 3 which is 0.00332 (m3), at time (t) 6 which is 0.00388 (m3), at time (t) 9 which is 0.00421 (m3). And for the angle 130 ° at time (t) 3 which is 0.00275 (m3), at time (t) 6 which is 0.00303 (m3), at time (t) 9 which is 0.0039 (m3). Based on Reynold Numbers at the angle of installation of the crib Impermeable and without the installation of crib, there is a change in the value of Reynold numbers but the characteristics of the flow remain turbulent. Whereas the Froude number on the impermeable crib installation and without the installation of cribs changes the flow characteristics at some points from super critical to the sub critical and with the installation of impermeable cribs influences the scour volume, where the scour presntase can be overcome by 55% at 130 °. This is due to the crib reducing the speed of the river along the river bank to scour.

keywords: river, impermeable, type of flow, crib angle

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T., karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi berjudul **“Pengaruh Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Melalui skripsi ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, saran dan petunjuk sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, M.T., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II.
5. Kedua Orang tua kami yang selalu memberi dukungan secara moril maupun material dan doa kepada kami.

6. Kelompok sepenelitian kami : Juju, Iman, Anita, Yuyu, Gul, Budi, Risman, Akbar, Novi, Atma, Anwar, Erwin.
7. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Pengairan khususnya angkatan Vektor 2014.

Serta semua pihak yang turut membantu penyusunan proposal ini yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu, dengan dukungan dan doa dari kalian akhirnya kami dapat menyelesaikan skripsi ini.

Kami menyadari keterbatasan kami sehingga mungkin dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kami menerima saran dan masukan dari pembaca yang sifatnya membangun demi perbaikan studi kami ini.

“Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat”.

Makassar,.....2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR PERSAMAAN	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI SINGKATAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Sungai.....	6
1. Definisi Sungai	6
2. Morfologi Sungai.....	7
3. Perilaku Sungai.....	8
4. Bentuk – Bentuk Sungai.....	10
5. Struktur Sungai	10

B. Hidrolika Sungai	12
1. Sifat – sifat Aliran	13
2. Regime Aliran.....	16
3. Kecepatan Aliran	17
4. Debit Aliran	18
C. Hukum Dasar Model.....	21
1. Model Eksperimental.....	21
2. Model Prototipe	22
3. Model Numerik.....	22
D. Distribusi Ukuran Butir.....	23
E. Proses Gerusan Tebing Sungai	24
F. Bangunan Krib	24
1. Definisi Krib	24
2. Konstruksi Krib	25
3. Klasifikasi Krib.....	28
4. Fungsi Krib	30
5. Perencanaan Krib.....	30
6. Formasi Krib.....	31
7. Dimensi Krib	32
G. Matriks Penelitian Terdahulu.....	35
BAB III. METODE PENELITIAN.....	39
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	39

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	39
C. Alat dan Bahan	40
1. Alat.....	40
2. Bahan	40
D. Variabel Penelitian	41
E. Tahapan Penelitian	41
1. Persiapan.....	41
2. Perencanaan Model	41
3. Pembuatan Model	44
4. Pengambilan Data.....	45
5. Metode Analisis	45
F. Bagan Alur Penelitian	47
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian	48
B. Karakteristik Material Tanah	49
C. Analisis Data Debit Thompson.....	50
D. Perhitungan Karakteristik Aliran	51
E. Kontur Pola Gerusan pada Pemasangan Sudut Krib Impermeabel.....	55
1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1	55
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2	56
3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3	57

F. Analisis Pengaruh Krib Impermeabel.....	59
1. Analisis Debit Aliran dengan Volume Gerusan	59
2. Analisis Hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan.....	62
3. Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan.....	64
BAB V. PENUTUP.....	66
1. Kesimpulan	66
2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68
Lampiran 1	71
Lampiran 2	72
Lampiran 3	73
Lampiran 4	74
Lampiran 5	75
Lampiran 6	76
Lampiran 7	77
Lampiran 8	78
Lampiran 9	79
Lampiran 10	80
Lampiran 11	81
Lampiran 12	82
Lampiran 13	83

Lampiran 14	84
Lampiran 15	85
Lampiran 16	89
Lampiran 17	90
Lampiran 18	91
Lampiran 19	92
Lampiran 20	93
Lampiran 21	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Sistem proses pembentukan dasar sungai / morfologi sungai.....	8
Gambar 2 : Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah.....	10
Gambar 3 : Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi.....	10
Gambar 4 : Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran	18
Gambar 5 : Sekat Ukur Thompson atau V-notch	19
Gambar 6 : Konstruksi krib tiang pancang.....	26
Gambar 7 : Konstruksi krib rangka.....	26
Gambar 8 : Konstruksi krib blok beton	27
Gambar 9 : Formasi Krib.....	32
Gambar 10 : Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir.....	32
Gambar 11 : Denah Saluran.....	42
Gambar 12 : Potongan Memanjang Saluran.....	42
Gambar 13 : Potongan Melintang Saluran	42
Gambar 14 : Potongan Melintang Krib	43
Gambar 15 : Model Krib Sudut 90°.....	43
Gambar 16 : Bagan Alur Penelitian.....	47
Gambar 17 : Gradasi Ukuran Butiran Tanah	50

Gambar 18 : Kontur Tanpa Krib Q1.....	55
Gambar 19 : Kontur Pemasangan Krib sudut 50° Q1	55
Gambar 20 : Kontur Pemasangan Krib sudut 90° Q1	55
Gambar 21 : Kontur Pemasangan Krib sudut 130° Q1	55
Gambar 22 : Kontur Tanpa Krib Q2.....	56
Gambar 23 : Kontur Pemasangan Krib sudut 50° Q2	56
Gambar 24 : Kontur Pemasangan Krib sudut 90° Q2	56
Gambar 25 : Kontur Pemasangan Krib sudut 130° Q2.....	56
Gambar 26 : Kontur Tanpa Krib Q3.....	57
Gambar 27 : Kontur Pemasangan Krib sudut 50° Q3	57
Gambar 28 : Kontur Pemasangan Krib sudut 90° Q3	58
Gambar 29 : Kontur Pemasangan Krib sudut 130° Q3	58
Gambar 30 : Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu Pengaliran 3 menit	60
Gambar 31 : Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu Pengaliran 6 menit	61
Gambar 32: Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu Pengaliran 9 menit	61
Gambar 33 : Grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan Pada waktu Pengaliran 3 menit.....	62
Gambar 34 : Grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan Pada waktu Pengaliran 6 menit tanpa krib	63

Gambar 35 : Grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan

Pada waktu Pengaliran 9 menit tanpa krib 63

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1	: Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i>	14
Persamaan 2	: Menghitung Bilangan Bilanagan <i>Froude</i>	16
Persamaan 3	: Persamaan Menghitung Debit	19
Persamaan 4	: Lebar Muka Air Pintu Thompson	20
Persamaan 5	: Panjang Pias Pintu Thompson	20
Persamaan 6	: Luas Pias Pintu Thompson	20
Persamaan 7	: Kecepatan Air Melalui Pias	20
Persamaan 8	: Debit Aliran melalui Pias	20
Persamaan 9	: Integrasi Persamaan Menghitung Debit dengan pintu Thompson	20
Persamaan 10	: Persamaan Jarak Antar Krib.....	33
Persamaan 11	: Persamaan <i>Chezy</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Klasifikasi Ukuran Butir menurut Wentworth	23
Tabel 2 : Tabel Bazin untuk Koefisien yang Tergantung pada Kekasaran Dinding.	34
Tabel 3 : Tabel Matriks Penelitian Terdahulu.....	35
Tabel 4 : Tabel Hasil Perhitungan Analisa Saringan	49
Tabel 5 : Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson	51
Tabel 6 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) Tanpa Pemasangan Krib Impermeabel.....	51
Tabel 7 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Impermeabel 50°	51
Tabel 8 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Impermeabel 90°	52
Tabel 9 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk Pemasangan Krib Impermeabel 130°	52
Tabel 10: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) Tanpa Pemasangan Krib Impermeabel.....	52
Tabel 11: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan Krib Impermeabel 50°	53
Tabel 12: Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan	

Krib Impermeabel 90°	53
Tabel 13 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk Pemasangan	
Krib Impermeabel 130°	53
Tabel 14 : Rekapitulasi Perhitungan bilangan <i>Froude</i> dan <i>Reynold</i>	54
Tabel 15 : Rekapitulasi Debit Aliran dan Volume Gerusan	59
Tabel 16 : Rekapitulasi Perhitungan Persentase Volume Gerusan	64

DAFTAR NOTASI SINGKATAN

Re	= Bilangan <i>Reynolds</i>
Fr	= Bilangan <i>Froude</i>
ν	= Viskositas Kinematik
ρ	= Kerapatan Air dengan Satuan
Q	= Debit Aliran
V	= Kecepatan Aliran
A	= Luas Penampang
Cd	= Koefisien Debit Thompson ($\approx 0,6$)
θ	= Sudut V- <i>Notch</i> (Thompson = 90°)
g	= Percepatan gravitasi ($\approx 9,8$)
H	= Kedalaman air pada bak pengukur debit
y	= Kedalaman air
L	= Jarak Antar Krib
α	= Parameter Empiris ($\approx 0,6$)
C	= Koefisien <i>Chezy</i>
b	= Lebar Saluran
h	= Tinggi Saluran
m	= Kemiringan Saluran
R	= Jari – jari Hidrolis
γ_B	= Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.

T = Tinggi Krib

Lb = Panjang Krib

Vg = Volume Gerusan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan saluran yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi dimana air mengalir dari hulu ke hilir. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh banyak faktor diantaranya topografi, iklim, maupun segala gejala alam dalam proses pembentukannya (Ayu Marlina Humairah,2014). Sungai merupakan suatu unsur alam yang sangat penting dalam membentuk corak kehidupan suatu masyarakat. Ketersediaan air dan potensi-potensi yang terkandung di dalamnya menarik manusia untuk memanfaatkannya.

Dalam pemanfaatan potensi tersebut manusia melakukan rekayasa terhadapnya agar dapat mengambil lebih banyak manfaatnya. Sehingga, sungai di Indonesia saat ini mengalami kerusakan sebagai akibat dari aliran yang terjadi pada sungai yang biasanya disertai pula dengan proses penggerusan / erosi dan endapan / deposisi.

Dalam keadaan yang parah ini dapat menyebabkan terjadinya longoran (*sliding*) dengan massa yang besar pada tebing sungai dan dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur yang ada (Andi Abd.

Rahim,2017). Terjadi perubahan pada dasar dan tebing sungai menyebabkan ketidakseimbangan angkutan sedimen sehingga diperlukan adanya beberapa bangunan pengamanan belokan untuk menyeimbangkan kondisi sungai.

Salah satu bangunan pengamanan belokan saluran atau sungai, pada umumnya sering digunakan berupa bangunan krib. Bangunan krib kebanyakan sudah umum di lakukan (konvensional) yang di mana bangunan tersebut mahal, masih, dan tidak alami, oleh karena itu krib yang terbuat dari kayu merupakan salah satu solusi untuk menjaga gerusan di tebing sungai. Bangunan krib dengan menggunakan kayu tersebut murah, mudah di temukan, mudah dilaksanakan dan terpenting sangat ramah bagi lingkungan.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka penelitian mengenai krib tipe impermeabel dalam mengurangi kecepatan aliran untuk meminimalisir gerusan tebing sungai, maka peneliti memilih judul studi **“Pengaruh Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Uji Eksperimental)”**.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh pemasangan krib tipe Impermeabel terhadap karakteristik aliran ?

- 2) Bagaimana pengaruh variasi sudut pemasangan krib kayu tipe impermeabel terhadap gerusan di belokan tebing sungai?

C. Tujuan Penelitian

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

- 1) Mengetahui pengaruh pemasangan krib impermeabel terhadap karakteristik aliran
- 2) Mengetahui pengaruh variasi sudut pemasangan krib kayu tipe impermeabel terhadap gerusan di belokan tebing sungai

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini bermanfaat sebagai sarana untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai bangunan krib tipe impermeabel yang ramah ramah lingkungan.
- 2) Penelitian ini dapat digunakan mahasiswa sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya yang khususnya mengenai bangunan krib tipe impermeabel menggunakan bambu.
- 3) Untuk kalangan masyarakat penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi mengenai bangunan krib tipe impermeabel yang dapat menanggulangi gerusan tebing sungai yang ramah lingkungan.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan krib impermeabel yang optimal dalam penelitian tentang bangunan krib tidak tembus air (krib impermeable) maka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam studi ini adalah:

- 1) Penelitian ini difokuskan pada sudut pemasangan krib tipe impermeabel
- 2) Bangunan krib terbuat dari kayu
- 3) Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran terbuka dengan bentuk trapezium dengan satu belokan
- 4) Pemasangan krib tipe impermeabel diletakkan pada tikungan bagian luar saluran
- 5) Variasi sudut bangunan krib impermeabel yang digunakan yaitu 50° , 90° , dan 130°
- 6) Menggunakan tanah timbunan sebagai model saluran
- 7) Tidak meneliti tentang laju transportasi sedimen dan gerusan pada dasar sungai

F. Sistematika Penulisan

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

Bab II KAJIAN PUSTAKA yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori tentang sungai, hidrolika sungai, proses erosi pada tebing, bangunan krib, 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 sungai dengan adanya krib impermeabel pada tikungan sungai.

Bab V PENUTUP yang berisi tentang kesimpulan dan saran yang sifatnya membangun untuk bahan peninjauan selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

Air hujan yang turun ke permukaan tanah sebagian besar mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah hingga akhirnya melimpah ke danau atau laut setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat. Alur sungai adalah suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air dan berasal dari hujan. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air didalamnya di sebut sungai (Suyono Sosrodarsono,2008).

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) merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak

teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

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

- 1) Suatu daerah yang topografisnya, 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) Suatu daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus.

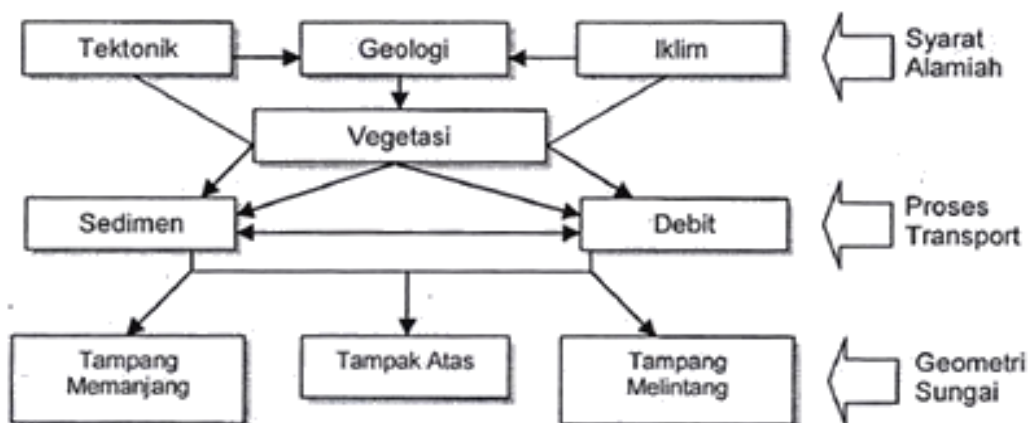
2. Morfologi Sungai

Morfologi sungai merupakan hal yang menyangkut tentang geometri (bentuk dan ukuran), jenis, sifat, dan perilaku sungai dengan segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu, dengan demikian menyangkut sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang saling berkaitan (Sidharta S.K. 1997).

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, hidrolika, sedimen, dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi - flora dan fauna) daerah yang dilaluinya.

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

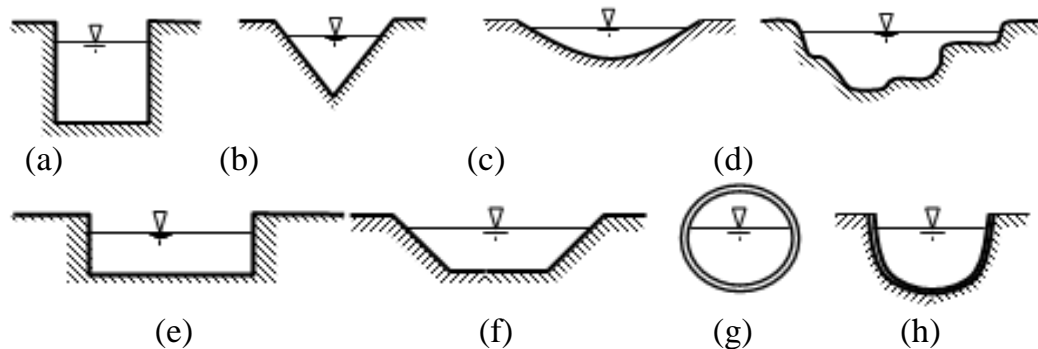
Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah dan sumber utamanya berasal dari alam. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya,

terbentuk lembah-lembah sungai yang dapat menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008). Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing. Tebing sungai di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tarik aliran airnya cukup besar. Tetapi setelah aliran sungai mencapai dataran, maka gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arns sungai berangsur-angsur diendapkan. Karena itu ukuran butir sedimen yang mengendap di bagian hulu, sungai itu lebih besar dari pada di bagian hilir. (Sidharta S.K. 1997).

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

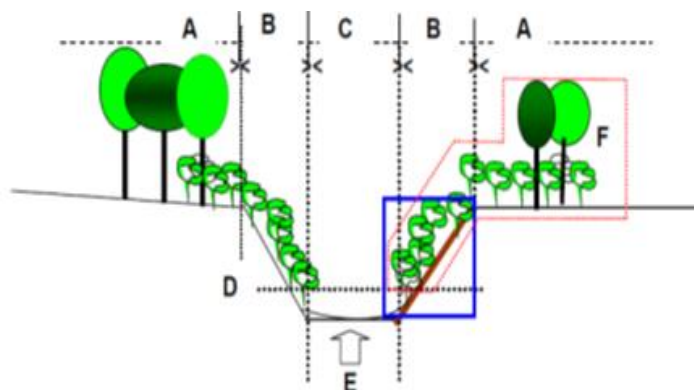
Bentuk – bentuk sungai Menurut Bambang Hardianto (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah a) segi empat, b) segi tiga, c) stengah elipse, d) tak beraturan, e) persegi panjang, f) trapesium, g) lingkaran, h) stengah lingkaran (<http://teknikmesin.unisma.blogspot.com/2015/05/>)

5. Struktur Sungai

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



Gambar 3. Bentuk morfologi sungai dimodifikasi (<http://4.bp.blogspot.com>)

Keterangan:

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

Lebih jauh Forman (1983) dalam Agus Maryono (2009), menyebutkan bahwa bagian dari bentuk luar sungai secara rinci dapat dipelajari melalui bagian-bagian dari sungai, yang disebut dengan istilah struktur sungai. Struktur sungai dapat dilihat dari tepian aliran sungai (tanggul sungai), alur bantaran, bantaran sungai dan tebing sungai, yang secara rinci diuraikan sebagai berikut:

1) Alur dan tanggul sungai

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

2) Dasar dan gradien sungai

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

3) Bantaran sungai

Bantaran sungai merupakan bagian dari struktur sungai yang sangat rawan. Terletak antara badan sungai dengan tanggul sungai, mulai dari tebing sungai hingga bagian yang datar. Perananan 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 Menurut Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka, menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificia*).

Saluran alami meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari selokan kecil di pegunungan, kali, sungai besar sampai ke muara sungai, dan aliran air di bawah tanah dengan permukaan bebas.

Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya sangat tidak menentu. Dalam beberapa hal dapat dibuat anggapan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengalaman sesungguhnya, sehingga aliran pada saluran ini dapat diterima untuk menyelesaikan analisa hidrolis 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 hidrolis sungai.

1. Sifat-sifat Aliran

1) Aliran Seragam dan tak seragam

Aliran saluran terbuka Menurut Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V 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.

2) Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran laminar dan aliran turbulen menurut Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V Aliran dikatakan laminar bila gaya kekentalan relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku cairan. Dalam aliran laminar 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 kelebamannya. Pada aliran turbulen, butir-butir aliran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun tidak tetap, walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan.

Menurut ilmu mekanika fluida, aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalannya (*viscous forces*) menjadi tiga bagian, yaitu: aliran laminar, aliran transisi, dan aliran turbulen (French, dalam Robert J. Kodatie 2009).

Variable yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai :

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

Dimana:

R_e = Angka Reynold

μ = Karakteristik kecepatan aliran, biasanya diambil dari kecepatan rata-rata (m/det)

ρ = Kerapatan air dengan satuan kg/m^3

Beberapa penelitian disimpulkan bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka adalah:

$Re < 500$ = Aliran laminar

$500 < Re < 12.500$ = Aliran transisi

$Re > 12.500$ = Aliran turbulen

3) Aliran kritis, subkritis, dan super kritis

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 super kritis.

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

(1) Aliran Kritis

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

(2) Aliran Sub kritis

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

(3) Aliran Super kritis

Apabila $F_R > 1$, berarti gaya kelembaman yang dominan dan aliran menjadi super kritis.

Menurut Chow (1989) bilangan Froude aliran (F) dapat digunakan dalam menentukan bentuk aliran dan bentuk konfigurasi dasar saluran.

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

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

Dimana:

F_R = Angka Froude

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

y = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

2. Regime Aliran

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

a. Subkritis-Laminer

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

b. Super kritis-Laminer

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

c. Super kritis-Turbulen

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

d. Sub kritis-Turbulen

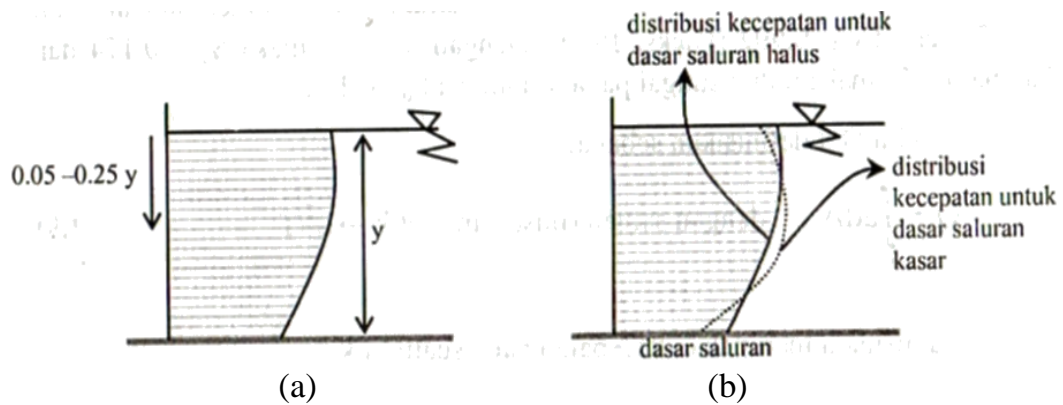
Apabila nilai bilangan Froude lebih kecil daripada satu dan nilai bilangan Reynolds berada pada rentang turbulen

3. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air 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).

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 (a). Namun pada sungai yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maksimum terjadi pada permukaan air, makin sempit saluran kecepatan maksimumnya makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi

distribusi kecepatan seperti ditunjukkan pada gambar (b). (Addison, 1994 dalam Robert. J Kodatie, 2009)



Gambar 4. a) Jarak kecepatan air maksimum dan b) efek kasaran dasar saluran (Addison.1944;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 besarya 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.
- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:

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

Dimana:

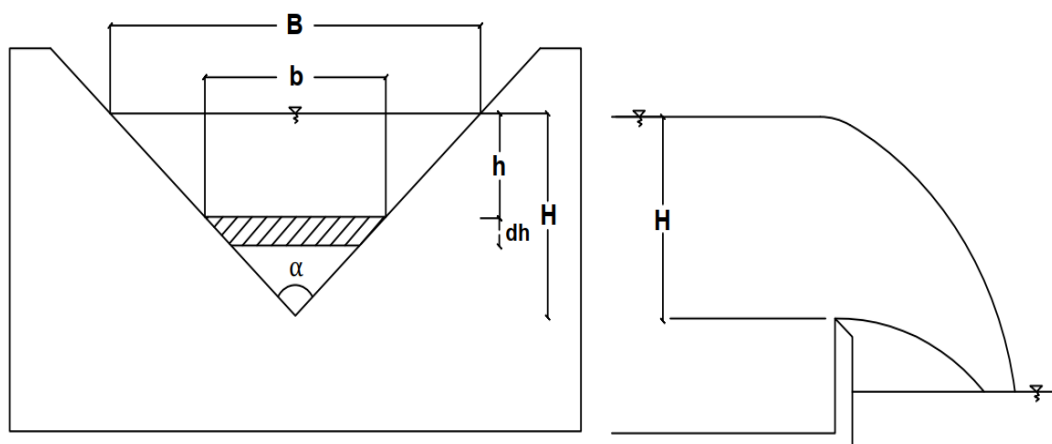
Q = debit aliran (m³/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m²)

- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
- 4) Pengukuran debit dengan dengan membuat bangunan pengukur seperti *weir* (aliran air lambat) atau *flume* (aliran air cepat).

Alat ukur ini berbentuk segitiga terbalik atau yang terkenal dengan nama sekat thompson (V-notch) di PDAM, dengan sudut puncak di bawah. Sudut puncak dapat merupakan sudut siku atau sudut lain. Alat ukur Thompson sering digunakan untuk mengukur debit-debit yang kecil (Ragil Dwi Lestari, 2016).



Gambar 5. Sekat Ukur Thompson atau V-notch (Bambang Triatmodjo, 2015)

Dari Gambar tersebut, lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots(4)$$

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

$$b = 2 (H-h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots(5)$$

Luas pias :

$$dA = 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} dh \dots\dots\dots(6)$$

Seperti didalam penurunan rumus aliran melalui peluap segitiga, kecepatan air melalui pias :

$$V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(7)$$

Debit aliran melalui pias :

$$dQ = Cd \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(8)$$

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalui peluap :

$$\begin{aligned} Q &= 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H-h) h^{1/2} dh \\ Q &= 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H Hh^{1/2} - h^{3/2} dh \\ &= 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left[\frac{2}{3} Hh^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H \\ &= 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left(\frac{2}{3} H^{5/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right) \\ Q &= \frac{8}{15} Cd \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2} \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

Dimana :

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

H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

α = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)

Cd = Koefisien Thompson (Cd = 0,62)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

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 pembandingan.

Menurut Prof. Dr. Sugiyono (2017) dalam buku Statistika untuk penelitian Variabel Bebas (Variabel *Independen*) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (*dependen*). Sedangkan Variabel Terikat (*dependen*) adalah Variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas.

2. Model Prototipe

Pada dasarnya tampang sungai biasanya mempunyai dimensi horizontal yang jauh lebih besar daripada dimensi vertikal. Apabila rancangan model sungai dibuat dengan skala horisontal dan skala vertikal yang sama, maka kedalaman air pada model akan menjadi sangat kecil, yang mengakibatkan kesulitan pada saat melakukan pengukuran. Untuk menghindari keadaan tersebut, maka dibuat model dengan skala distorsi yang akan membedakan antara skala horisontal dengan skala vertikal (Bambang Triatmodjo, 1992).

Hubungan antara model dan prototipe dipengaruhi oleh hukum-hukum sifat sebangun hidraulik. Sifat sebangun ini terbagi atas sebangun geometrik, sebangun kinematik, dan sebangun dinamik

3. Model Numerik

Model numerik menurut Chapra, 1998 dalam skripsi Adhie Kurnia, 2011 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.

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

Sumber : Muhammad Arsyad Thaha (2006)

E. Proses Gerusan Tebing Sungai

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

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

F. Bangunan Krib

1. Defenisi Krib

Krib adalah bangunan air yang secara aktif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif yang besar jika di bangun secara benar.

Sebaiknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing di seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan.

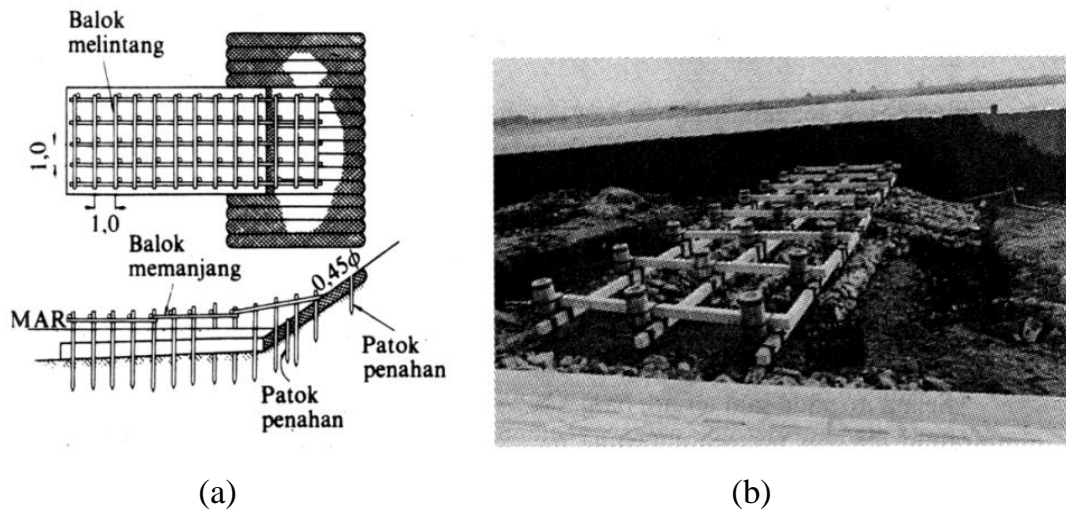
Pemasangan krib dapat mengalirkan aliran ke tengah alur sungai dan tidak membahayakan tebing sungai sehingga tercipta suatu alur sungai yang stabil. Dalam perencanaan krib harus diperhitungkan terhadap kedalaman air dan pola gerusan, besarnya degradasi sungai yang diperkirakan akan terjadi dan mempengaruhi kestabilannya (Suyono Sosrodarsono, 2008):

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

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

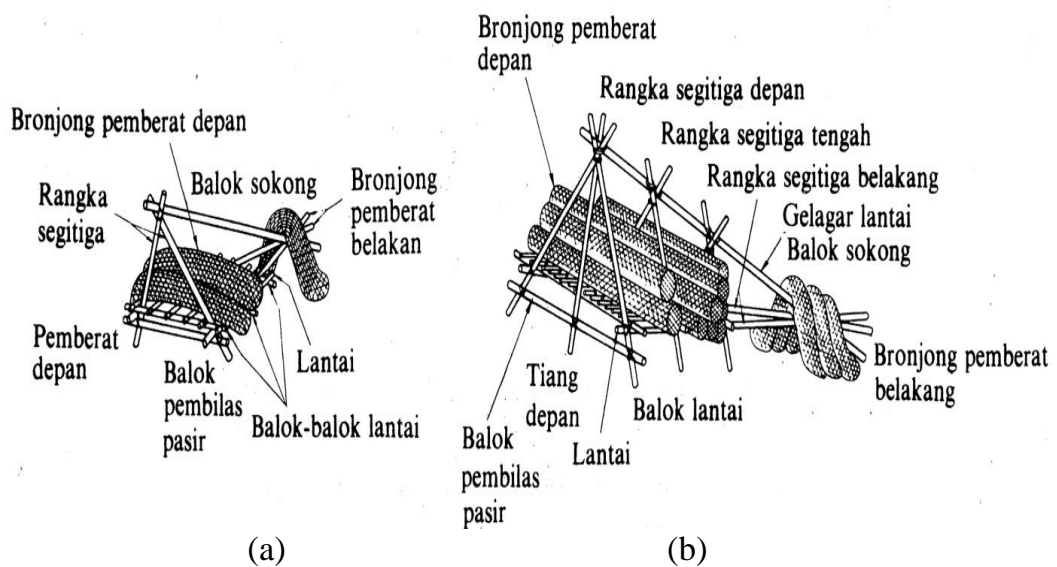
2. Konstruksi Krib

- 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.



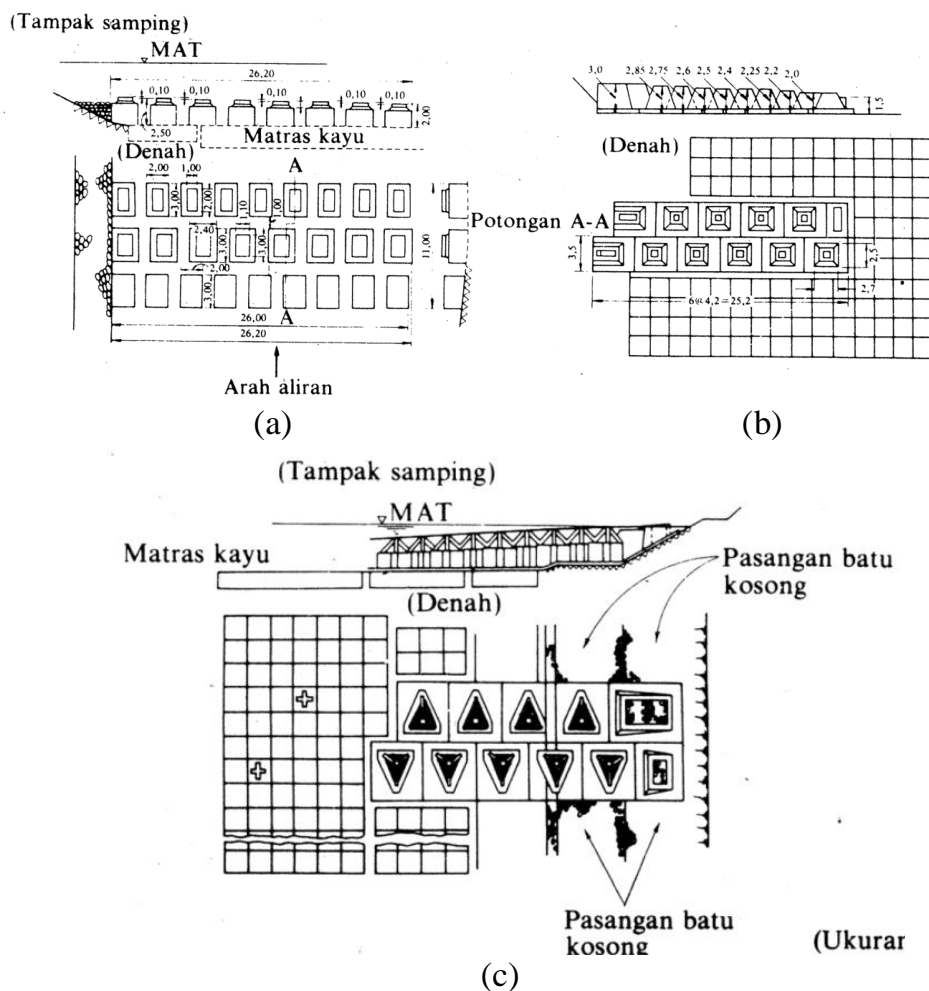
Gambar 6. a) Konstruksi krib tiang pancang dan b) krib tian pancang/lokasi pekerjaan kering (Suyono Sosrodarsono,2008).

- 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.



Gambar 7. a) Krib rangka pyramid (ukuran kecil) dan b) Krib rangka besar (Suyono Sosrodarsono,2008)

- 3) Krib blok beton mempunyai kekuatan yang baik dan awet serta sangat fleksibel dan umumnya dibangun pada bagian sungai yang arusnya deras. Bentuk dan denah krib serta berat masing-masing blok beton sangat bervariasi tergantung dari kondisi setempat antara lain dimensi serta kemiringan sungai dan penetapannya didasarkan pada contoh-contoh yang sudah ada atau pengalaman-pengalaman pada krib-krib sejenis yang pernah dibangun.



Gambar 8. a) Krib blok beton yang terdiri dari 3 baris, b) krib blok beton yang terdiri dari 2 elevasi, dan c) krib blok beton yang bagian atasnya permeable (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 disekitar krib, sehingga menimbulkan gerusan dasar atau tebing disekitar krib.

3. Klasifikasi Krib

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

1) Krib impermeabel

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

Untuk mencegah gerusan tersebut, biasanya lokasi yang diperkirakan akan terjadi penggerusan yang dalam haruslah dipertimbangkan penempatan pelindung dengan konstruksi yang flexible, seperti matras atau hampan pelindung batu, sebagai pelengkap dari krib padat tersebut.

2) Krib permeabel

Pada tipe permeabel 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 .

3) Krib semi- permeabel

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

4) Krib-krib silang dan memanjang

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

4. Fungsi Krib

Menurut SK SNI T-01-1990-F fungsi adalah sebagai berikut:

- 1) Krib sebagai perlindungan tebing sungai secara tidak langsung dari gerusan lokal atau bahaya gejala meander. Misanya pada tebing sungai yang dekat daerah potensial, pada belokan sungai.
- 2) Krib sebagai pengatur / pengarah arus sungai sesuai dengan tujuannya misalnya pada bagian atas bangunan pengambilan terjadi perubahan arah arus.
- 3) Krib sebagai perbaikan alinemen sungai untuk keperluan tertentu. Krib di pasang pada kiri – kanan tebing sungai untuk mempertahankan lebar dan kedalaman sungai yang di pakai untuk navigasi.

5. Perencanaan krib

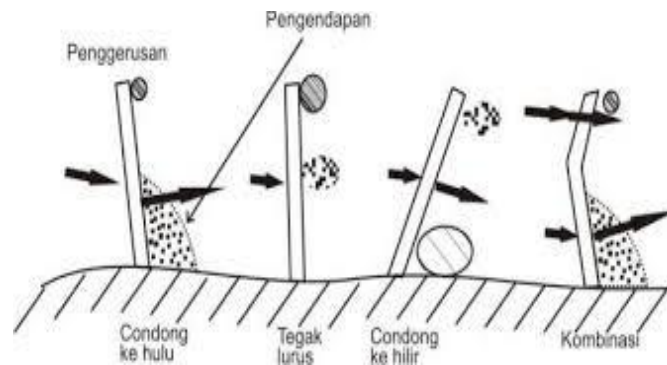
Dalam mempersiapkan perencanaan (*planning*) Krib, maka denah, bentuk memanjang, debit air sungai, kecepatan arus sungai, bahan-bahan dasar sungai haruslah disurvei, dipelajari dan ditelaah secara mendalam dan tipe krib serta metode pembuatannya ditetapkan secara empiris dengan memperhatikan pengalaman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

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

- 1) Mengingat metode pembuatan krib-krib sangat tergantung dari resim sungainya perlu diperoleh data mengenai pengalaman pembuatan krib pada sungai yang sama atau yang hampir sama, kemudahan pelaksanaannya dan besarnya pembiayaan.
- 2) Pada sungai-sungai yang terlalu lebar dan untuk mengurangi turbulensi aliran, maka permukaan air sungai normalnya harus dinaikkan sedemikian rupa dengan krib yang panjang, akan tetapi panjangnya harus dibatasi secukupnya, karena krib yang terlalu panjang disamping biaya pembangunannya lebih tinggi, pemeliharannya akan lebih mahal.
- 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 yang dimaksudkan untuk menaikkan permukaan normal air sungai, maka perlu dipertimbangkan kapasitasnya disaat terjadinya debit yang lebih besar atau debit banjir, guna mempertahankan stabilitas sungai secara keseluruhan.

6. Formasi Krib

Terdapat 3 macam formasi krib yang umum diterapkan yaitu tegak lurus arus, condong kearah hulu dan condong ke arah hilir.

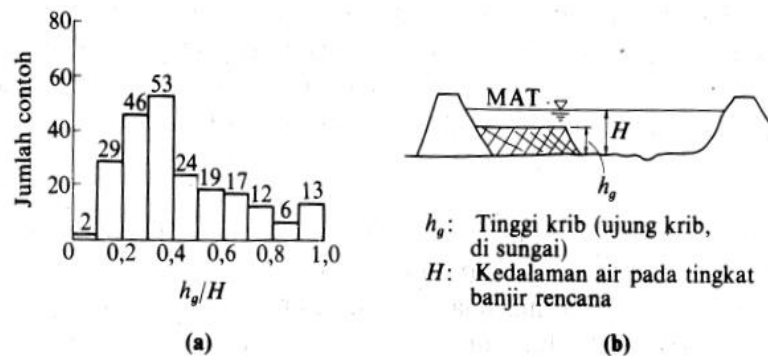


Gambar 9. Formasi Krib (Suyono Sosrodarsono,2008)

7. Dimensi Krib

1) Penetapan Tinggi Krib

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



Gambar 10. Hubungan antara a) tinggi krib dan b) kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir (Suyono Sosrodarsono, 2008).

2) Panjang Krib (Lb)

Panjang krib ditetapkan secara empiris (tanpa menggunakan aturan khusus), hanya dengan perkiraan semata-mata dan didasarkan pada pengamatan data sungai yang bersangkutan, antara lain situasi sungai, lebar sungai, kemiringan sungai, debit banjir, kedalaman air sungai, debit normal, bahan yang terdapat didasar sungai, kondisi disekeliling sungai serta pengalaman-pengalaman pada sungai tersebut atau sungai yang dimensi serta perilakunya hampir sama. Berdasarkan hasil survey dan pengamatan, maka perbandingan 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 :

$$L < \alpha \frac{C^2 h}{2g} \dots\dots\dots (10)$$

- Dimana:
- L = jarak antar krib, m
 - α = parameter empiris ($\approx 0,6$)
 - C = koefisien Chezy, m^{1/2}/det
 - h = Kedalaman air rerata, m
 - g = percepatan gravitasi, m/det² ($\approx 9,8$)

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 (γ).

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

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

R = Jari-jari hidrolis

γ_B = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

Tabel 2. Bazin untuk Koefisien yang Tergantung pada Kekasaran Dinding

Jenis Dinding	γ_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 Sunggono kh, 1995

G. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

No	Judul	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1	Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran	Andi Abd. Rahim Farouk Maricar Silma Pongmanda, 2017	Rangkaian simulasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini diklasifikasikan kedalam dua kelompok parameter, yaitu parameter simulasi dan parameter amatan. Parameter simulasi terdiri dari variasi kecepatan (v), dan jarak pemasangan antar krib (cm) yang merupakan variabel tetapan.	Hasil dari hubungan Fr dan x pada penampang diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi sebelum dan setelah pemasangan krib baik model M-1, M-2, maupun M-3 adalah subkritis ($Fr < 1$). Penggunaan model krib berpengaruh terhadap nilai Fr , bahkan secara keseluruhan aliran penampang C yaitu subkritis, terjadi penurunan nilai Fr . Tipe aliran yang terjadi baik sebelum pemasangan model krib maupun model krib M-1, M-2, maupun M-3 adalah turbulen ($Re > 4000$)	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa dalam pengaturan variasi jarak antar krib yakni pada model tanpa krib maupun menggunakan krib dengan model M-1 (jarak krib 20 cm), model M-2 (jarak krib 40 cm), dan model M-3 (jarak krib 80 cm) berdasarkan angka <i>Froude</i> karakteristik aliran yang terjadi yaitu aliran subkritis. Sementara berdasarkan angka <i>Reynolds</i> karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulen pada titik-titik peninjauan yang telah ditentukan baik pada model tanpa krib maupun model krib M-1, M-2 dan M-3.
2	Analisis Hidrolika Banguna Krib Permeable	Ayu Marlina Humairah, 2014	Data yang diamati yaitu data kecepatan aliran di hulu krib, kedalaman aliran, perubahan elevasi dasar saluran di hulu	Perubahan dasar saluran (B_t/B_o) maksimum untuk sudut pemasangan krib <i>permeabel</i> 45° , 90° dan 135° sebesar 1,376 cm,	Sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena perubahan dasar salurannya lebih kecil yaitu

	Pada Saluran Tanah		krib, lebar dasar saluran dan debit ukur. Dari data yang didapat akan dianalisis pengaruh sudut pemasangan krib permeabel terhadap perubahan dasar saluran (Bt/Bo) dan kedalaman gerusan dihilu krib (ds/y).	1,346 cm dan 1,452 cm. Kedalaman gerusan (ds/y) maksimum pada pemasangan krib <i>permeabel</i> 45°, 90° dan 135° sebesar 1,05 cm, 0,95 cm dan 1,17 cm. Sehingga pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena perubahan dasar salurannya (Bt/Bo) lebih kecil yaitu 1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasi (R ²) hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 serta kedalaman gerusannya (ds/y) juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasi (R ²) hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan pemasangan krib <i>permeabel</i> 45° dan 135°.	1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 dibandingkan dengan sudut pemasangan krib permeabel 45° dan 135°. Kedalaman gerusan dengan sudut pemasangan krib permeabel krib 90° juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan sudut pemasangan krib permeabel 45° dan 135°.
3	Studi pengaruh krib hulu tipe impermeable pada gerusan di belokan sungai (studi kasus antara panjan krib 1/10,1/5 dan	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	Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran t = 1800 detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (L ₀) = 0.0462 m ³ dan volume gerusan minimum terjadi pada L ₂ = 0,0306 m ³ . Pada Q ₁ = 0,0185 m ³ /det pada Q ₂ = 0,0161 maksimum pada kondisi tanpa krib (l ₀)= 0.0586 m ³ dan volume grusan	Dari analisis penelitian mendapatkan pengaruh pemasangan krib di hulu dapat mengurangi gerusan yang terjadi di belokan sungai yang terlihat dari hasil volume gerusan sebelum ada pemasangan krib dan setelah pemasangan krib. Dari analisis penelitian pengaruh waktu terhadap

	1/3 lebar sungai)		sungai serta 3 waktu pengaliran (t) yaitu 600 detik, 1200 detik dan 1800 detik.. Sedangkan parameter amatan adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi.	minimum terjadih pada $L1 = 0,0460 \text{ m}^3$. Setelah debit menjadi $Q3 = 0,0185 \text{ m}^3/\text{det}$ didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (l_0)= 0.0555 m^3 dan volume gerusan minimum terjadi pada $L1 = 0,0177 \text{ m}^3$	volume gerusan dan pengaruh panjang krib dengan volume gerusan memperlihatkan pengurangan volume gerusan paling minimum terjadi pada krib dengan panjang 1/5 lebar sungai dengan $V_g = 0,0177 \text{ m}^3$.
4	Pengaruh pemasangan krib pada saluran di tikungan 120°	Sumaryo Daewizal Daoed Febby Laila Sari, 2010	Model dibuat pada saluran $40 \times 40 \text{ cm}$ dari <i>acrylic</i> dan dasar saluran baja. Tebing saluran dibuat dari material pasir halus dengan tinggi 10 cm dan lebar kira-kira setengah dari lebar saluran. Tebing di dalam tikungan dibuat sedemikian rupa mengikuti bentuk tikungan. Krib dibuat dari material yang kuat dan tidak tembus air. Pengamatan dilakukan terhadap perilaku keruntuhan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan (krib).	Luas bidang keruntuhan paling kecil terjadi pada arah sudut pemasangan krib kearah hulu aliran adalah 135° . Terlihat pada simulasi, turbelensi semakin kecil. arus semakin di arahkan, sehingga penggerusan di dasar saluran semakin kecil. Dengan adanya variasi jarak pemasangan krib dan debit aliran didapatkan volume keruntuhan bervariasi. pada jarak cenderung pemasangan krib didapatkan (10cm) dan debit yang kecil karena turbelensi air semakin kecil, sehingga tebing cukup stabil.	Pemasangan bangunan krib pada tikungan dapat mengurangi erosi dinding secara signifikan sehingga trase saluran relative tidak mengalami perubahan. Kecenderungan arah pemasangan krib yang paling baik untuk mengurangi keruntuhan dinding dan pengendapan sedimen pada belokan saluran adalah sudut 135° kearah hulu saluran.
5	Model Laboratorium Pola Aliran Apada Krib	Ahmad Zikri Mudjiatko Rinaldi, 2016	Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, tahapan persiapan hingga kegiatan laboratorium. Tahapan kegiatan	Variasi jarak antar <i>krib</i> dengan menggunakan nilai debit yang sama maka akan menghasilkan kecepatan aliran yang sama pula. Dari perhitungan diperoleh	1. Debit aliran penelitian ini ada 3 (tiga) variasi yaitu $H = 6 \text{ cm}$ dengan debit $0.00134 \text{ m}^3/\text{detik}$, $H = 8 \text{ cm}$ dengan debit $0.00298 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan H

	<p>Permeable Terhadap Variasi Jarak Antar Krib Dan Debit Aliran Di Sungai Berbelok</p>		<p>laboratorium yang dilakukan pada penelitian ini yaitu : Pemodelan geometric saluran Pemodelan struktur krib Variasi pengujian Proses pengumpulan data</p>	<p>kecepatan maksimum (V_{maks}) sebesar 0.35736 m/detik dengan debit 0.0056 m³/detik pada sisi luar belokan badan sungai dan kecepatan minimum (V_{min}) sebesar 0.2248 m/detik dan dengan debit sebesar 0.00134 m³/detik pada ujung <i>krib permeable</i> terakhir. Kecepatan aliran yang terjadi saat mendekati <i>krib</i> perlahan mulai berkurang dan terus terjadi pada <i>krib</i> selanjutnya, sehingga kecepatan aliran minimum pada sungai berada pada <i>krib</i> bagian ujung</p>	<p>= 10 cm dengan debit 0.0056 m³/detik 2. (V_{maks}) = 0.35736 m/detik, debit 0.0056 m³/detik pada sisi luar belokan badan sungai dan (V_{min}) = 0.2248 m/detik debit sebesar 0.00134 m³/detik pada ujung <i>krib permeabel</i> terakhir. 3. Debit 0.00134 m³/detik, pusaran aliran terjadi pada sisi <i>krib</i> bagian awal. 4. Debit 0.00298 m³/detik, pusaran aliran terjadi pada sisi <i>krib</i> bagian awal. 5. Debit 0.0056 m³/detik, pusaran aliran terjadi pada sisi <i>krib</i> bagian ujung.</p>
--	---	--	--	--	--

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

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

C. Alat dan Bahan

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

1. Alat

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

2. Bahan

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

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

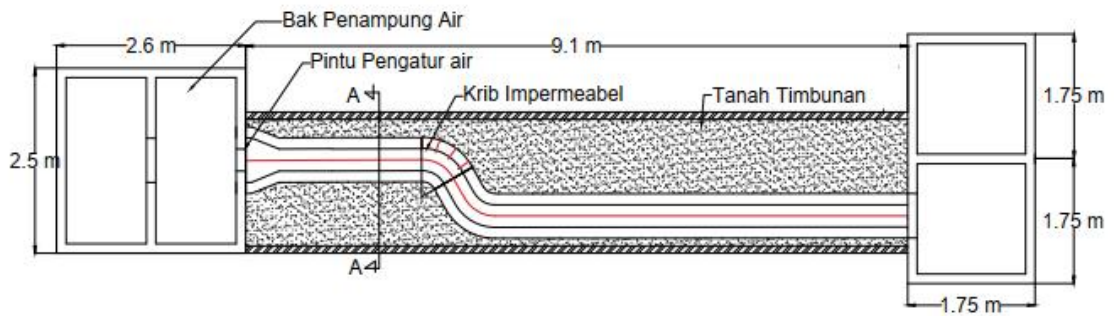
1. Persiapan

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 :

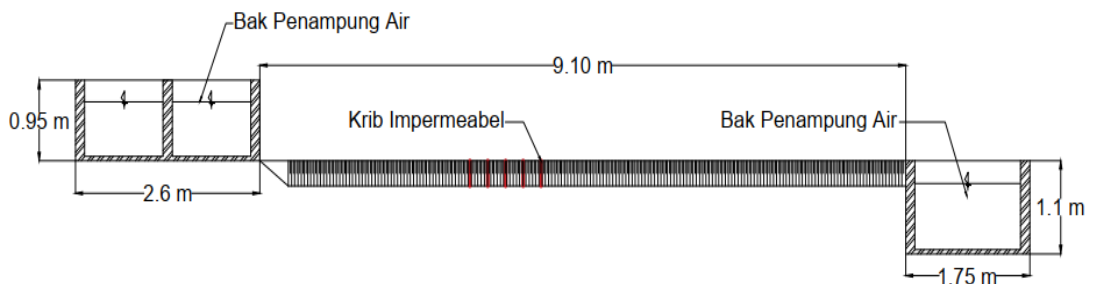
1) Denah saluran



Denah Saluran
Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 11. Denah Saluran

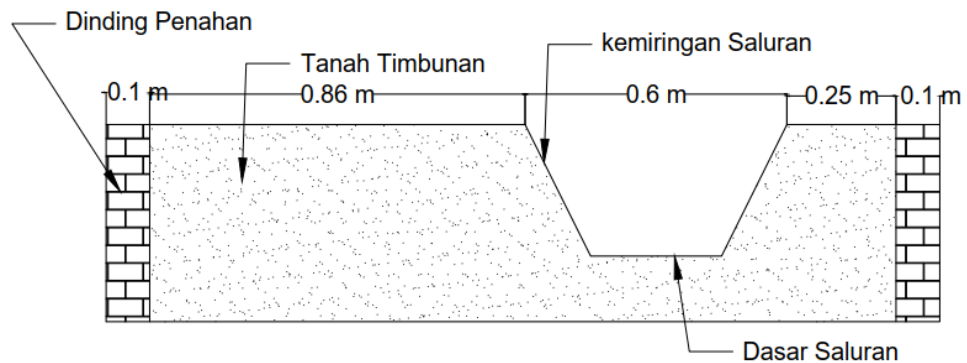
2) Potongan Memanjang Saluran



Potongan memanjang saluran
Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 12. Potongan Memanjang Saluran

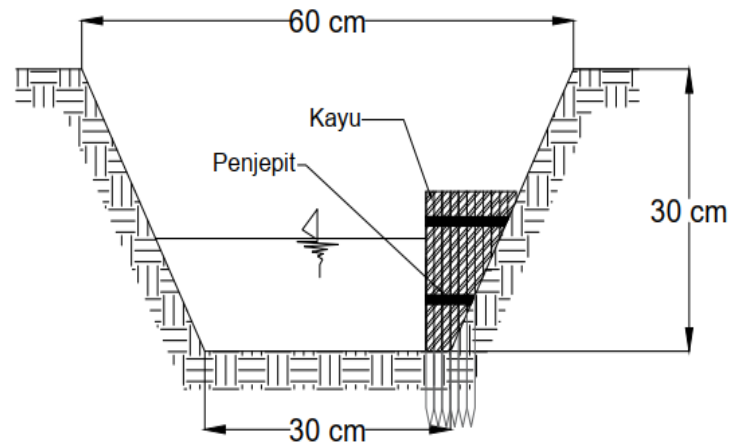
3) Potongan Melintang Saluran



Detail Potongan A-A
Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 13. Potongan Melintang Saluran.

4) Model Krib Impermeabel

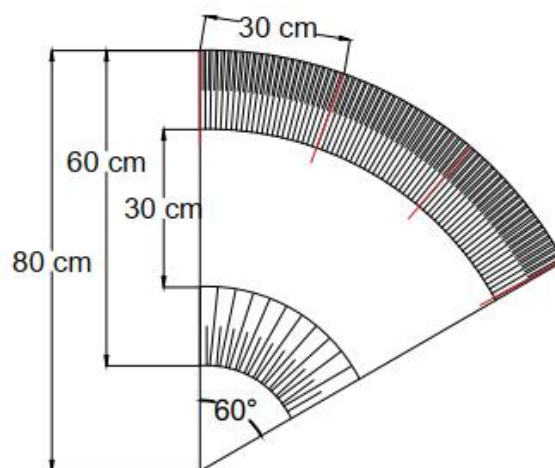


Detail Penampang Saluran
 Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 14. Potongan Melintang Krib

5) Sudut Pemasangan Krib Impermeabel (Kayu)

Sudut pemasangan krib impermeabel menggunakan 3 (tiga) sudut yang berbeda yaitu sudut 50° , 90° dan 130° . Berikut salah satu contoh gambar pemasangan sudut :



Sudut Pemasangan Krib 90°
 Skala 1 Cm : 25 Cm

Gambar 15. Model Krib Sudut 90°

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 trapesium dengan dimensi saluran yaitu $b = 30$ cm dan $h = 30$ cm serta perbandingan kemiringan 1:0.5.
- (3) Pembuatan tikungan saluran dengan panjang jari-jari tikungan sebesar 60° dengan satu tikungan saluran.

2) Pembuatan model krib

- (1) Krib menggunakan kayu dengan lebar 1 cm
- (2) Untuk penempatan dimensi krib didapat menggunakan ketentuan seperti yang terdapat pada bab II mengenai penentuan dimensi krib yang dilakukan pada saat mendapatkan data *running* kosong, dengan tinggi 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 (Lb) = 10 % dari lebar sungai, dimana lebar sungai (b) adalah 30 cm maka panjang krib = $30 \times 10\% = 3,0$ cm atau 0,03 m.
 - c) Jarak antar krib dapat ditentukan Secara empiris, dimana dengan menggunakan persamaan (10) atau dari penelitaian sebelumnya.

4. Pengambilan Data

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

1) Data kecepatan aliran (v)

Untuk data kecepatan aliran (v) diambil dari kecepatan aliran pada titik dimana aliran belum melewati bangunan krib 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

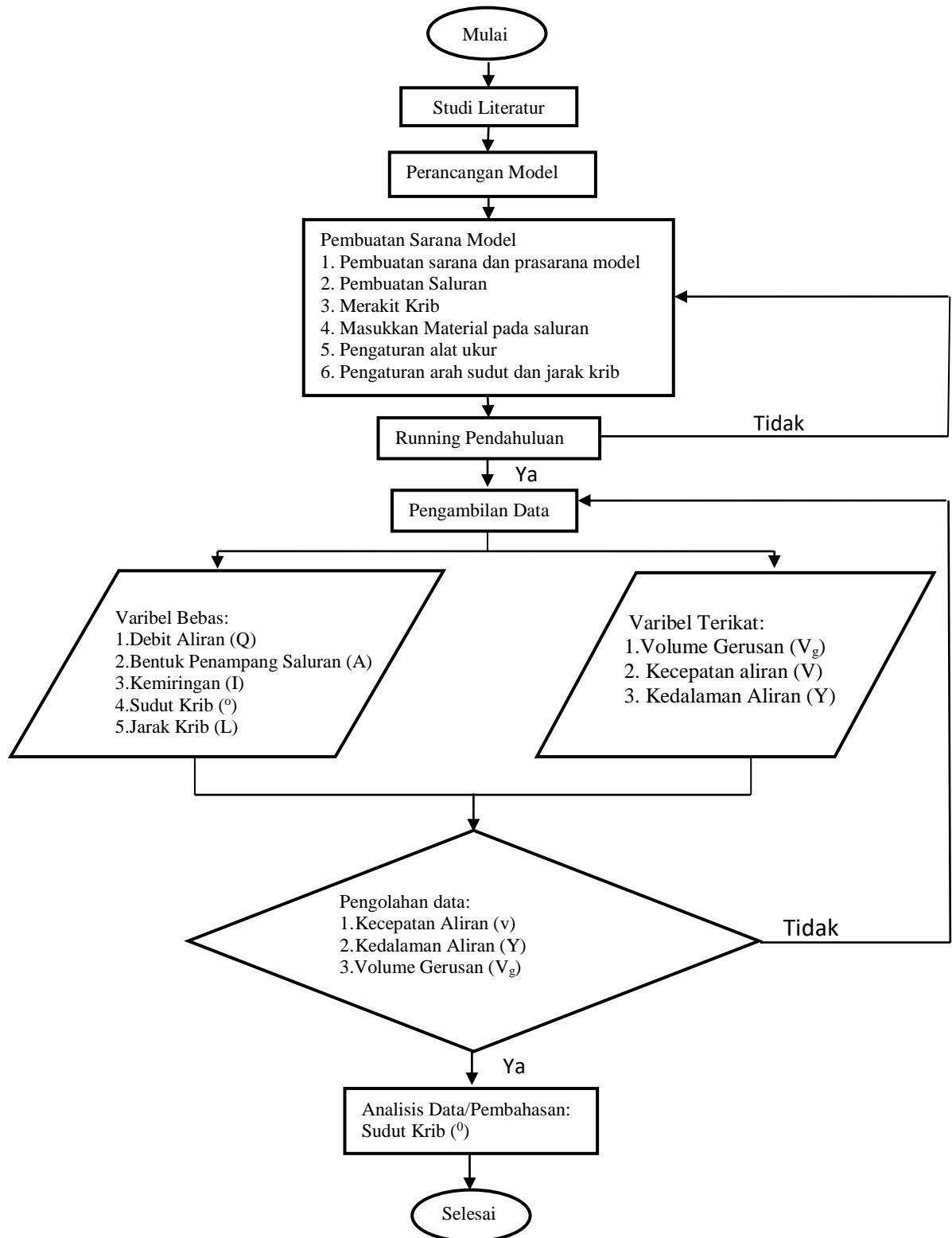
Pengambilan data gerusan diukur langsung pada tebing saluran yang mengalami gerusan tepatnya pada titik dimana terdapat bangunan krib impermeabel, volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.

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 impermeabel yang digunakan. Selain itu juga mengetahui sifat – sifat aliran menggunakan persamaan (1) dan (2).
- 2) Menentukan koefisien Chezy dengan menggunakan persamaan (11).
- 3) Penentuan Debit aliran menggunakan metode pintu Thomsom (V-Notch) dengan persamaan (9).
- 4) Data volume gerusan (V_g) digunakan untuk menggambarkan profil melintang dan memanjang serta kontur dari saluran pada setiap pemasangan krib impermeabel. Dimana volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.
- 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 impermeabel.

F. Bagan Alur Penelitian



Gambar 16. 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 impermeabel, data tersebut di dapatkan dengan cara sebagai berikut :

1. Analisa Saringan, untuk menguji jenis tanah yang digunakan membuat atau membentuk saluran.
2. Sudut krib impermeabel, divariasikan yaitu sudut 50° , 90° dan 130°
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 mnt, 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 topografi menggunakan grid (interval 5 cm).

B. Karakteristik Material Tanah

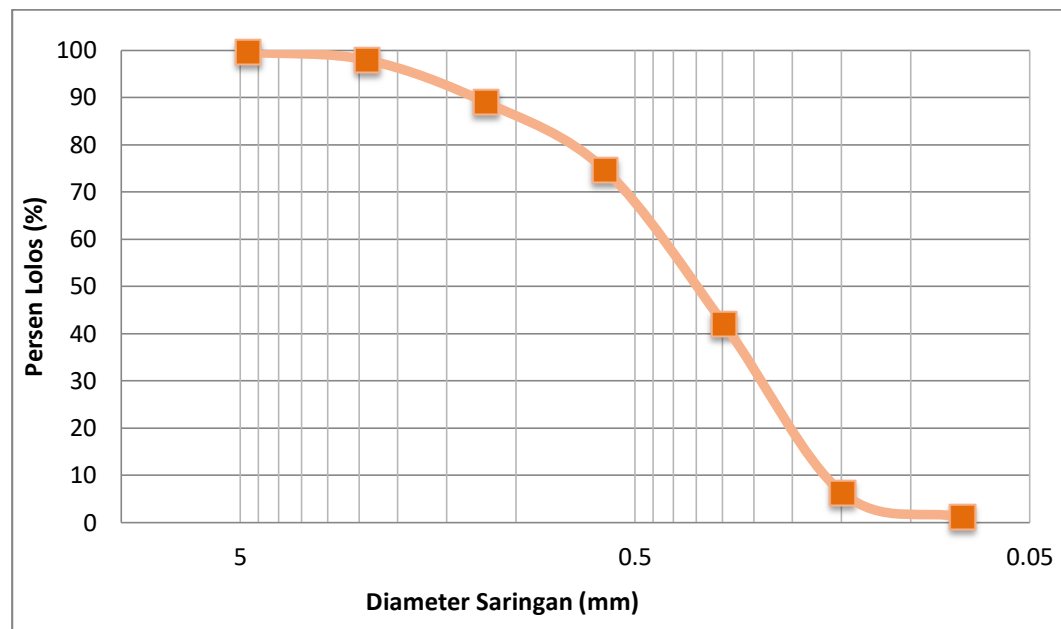
Karakteristik material Tanah digunakan dalam penelitian ini adalah tanah urugan dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dan gradasi ukuran butiran yang disajikan pada tabel 4 dan Gambar 17 dibawah ini.

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan analisa saringan

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

Pada tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan analisa saringan pada tanah yang digunakan dengan sampel berat kumulatif/total sampel tanah sebelum di saring adalah 1000 gram. Pada pengujian tersebut di peroleh data hasil uji saringan dari berbagai no. saringan yang digunakan, yaitu berat tertahan, persen (%) tertahan dan persen (%) lolos yang ada pada

setiap no saringan. Hasil data yang akan diambil untuk menentukan jenis tanahnya adalah berat terbesar yang tertahan yaitu di no. saringan 100.



Gambar 17. Gradasi ukuran butiran tanah (sampel)

Pada gambar 17 di atas diperoleh gradasi ukuran butiran tanah yang telah disaring pada berbagai no saringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sand* (tanah berpasir halus) berdasarkan klasifikasi ukuran butir sedimen menurut Wentworth. Dimana diameter partikel *sand* adalah (0,25 – 0,125).

C. Analisis Data Debit Thompson

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

Tabel 5 . Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson

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

D. Perhitungan Karakteristik Aliran

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

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m/det	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,071	0,30	0,867	0,0239	0,459	0,052	1,038	super kritis
	6	0,076	0,30	0,989	0,0255	0,469	0,054	1,149	super kritis
	9	0,074	0,30	1,056	0,0251	0,466	0,054	1,236	super 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	0,767	0,0289	0,489	0,059	0,843	sub kritis
	6	0,083	0,30	0,811	0,0285	0,486	0,059	0,898	sub kritis
	9	0,077	0,30	0,756	0,0259	0,471	0,055	0,872	sub kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib impermeabel dengan 50°

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m/det	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,079	0,30	0,978	0,0268	0,476	0,056	1,112	super kritis
	6	0,074	0,30	1,022	0,0251	0,466	0,054	1,197	super kritis
	9	0,071	0,30	1,022	0,0239	0,459	0,052	1,225	super kritis
0,0086	3	0,070	0,30	0,789	0,0235	0,457	0,051	0,952	sub kritis
	6	0,071	0,30	0,789	0,0239	0,459	0,052	0,945	sub kritis
	9	0,072	0,30	0,833	0,0243	0,461	0,053	0,991	sub kritis
0,0145	3	0,076	0,30	0,733	0,0255	0,469	0,054	0,852	sub kritis
	6	0,089	0,30	0,767	0,0306	0,499	0,061	0,821	sub kritis
	9	0,098	0,30	0,744	0,0341	0,519	0,066	0,760	sub kritis

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib impermeabel dengan 90°

Debit Pintu Thompson	Waktu (t) menit	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata (y) m	Saluran (b) m	Aliran (v) m/det	Penampang (A) m ²	Basah (P) m	Hidrolis (R) m	Froude (Fr)	
0,0044	3	0,079	0,30	0,800	0,0268	0,476	0,056	0,910	sub kritis
	6	0,081	0,30	0,778	0,0276	0,481	0,057	0,872	sub kritis
	9	0,077	0,30	0,767	0,0259	0,471	0,055	0,884	sub kritis
0,0086	3	0,077	0,30	0,744	0,0259	0,471	0,055	0,859	sub kritis
	6	0,079	0,30	0,700	0,0268	0,476	0,056	0,796	sub kritis
	9	0,082	0,30	0,722	0,0280	0,484	0,058	0,805	sub kritis
0,0145	3	0,083	0,30	0,689	0,0285	0,486	0,059	0,762	sub kritis
	6	0,091	0,30	0,667	0,0315	0,504	0,063	0,706	sub kritis
	9	0,099	0,30	0,678	0,0346	0,521	0,066	0,688	sub kritis

Tabel 9 . Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib impermeabel dengan 130°

Debit Pintu Thompson	Waktu (t) menit	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata (y) m	Saluran (b) m	Aliran (v) m/det	Penampang (A) m ²	Basah (P) m	Hidrolis (R) m	Froude (Fr)	
0,0044	3	0,094	0,30	1,144	0,0038	0,511	0,008	1,190	super kritis
	6	0,098	0,30	1,244	0,0035	0,519	0,007	1,271	super kritis
	9	0,098	0,30	1,167	0,0038	0,519	0,007	1,192	super kritis
0,0086	3	0,099	0,30	0,911	0,0094	0,521	0,018	0,926	sub kritis
	6	0,099	0,30	0,900	0,0096	0,521	0,018	0,914	sub kritis
	9	0,098	0,30	0,878	0,0098	0,519	0,019	0,897	sub kritis
0,0145	3	0,098	0,30	0,822	0,0176	0,519	0,034	0,840	sub kritis
	6	0,096	0,30	0,833	0,0174	0,514	0,034	0,861	sub kritis
	9	0,089	0,30	0,800	0,0181	0,499	0,036	0,857	sub kritis

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

Debit Pintu Thompson	Waktu (t) menit	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Suhu (°C)	Viskositas m ² /det	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata (y) m	Saluran (b) m	Aliran (v) m/det	Penampang (A) m ²	Basah (P) m	Hidrolis (R) m			Reynolds (Re)	
0,0044	3	0,071	0,30	0,87	0,0239	0,459	0,052	29,7	0,00000806	55898,156	turbulen
	6	0,076	0,30	0,99	0,0255	0,469	0,054	28,9	0,00000822	65453,319	turbulen
	9	0,074	0,30	1,06	0,0251	0,466	0,054	29,3	0,00000813	69865,477	turbulen
0,0086	3	0,079	0,30	0,80	0,0268	0,476	0,056	29,3	0,00000813	55288,317	turbulen
	6	0,083	0,30	0,90	0,0285	0,486	0,059	28,8	0,00000825	63874,766	turbulen
	9	0,084	0,30	0,83	0,0289	0,489	0,059	28,8	0,00000825	59724,222	turbulen
0,0145	3	0,084	0,30	0,77	0,0289	0,489	0,059	28,1	0,00000838	54072,271	turbulen
	6	0,083	0,30	0,81	0,0285	0,486	0,059	28,1	0,00000838	56695,553	turbulen
	9	0,077	0,30	0,76	0,0259	0,471	0,055	28,0	0,00000840	49516,437	turbulen

Tabel 11 . Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib impermeabel dengan 50°

Debit Pintu Thompson	Waktu (t) m3/det	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Suhu	Viskositas	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata	Saluran	Aliran	Penampang	Basah	Hidrolis			Reynolds	
	menit	(y) m	(b) m	(v) m/det	(A) m ²	(P) m	(R) m	(°C)	m ² /det	(Re)	
0,0044	3	0,079	0,30	0,98	0,0268	0,476	0,056	29,5	0,00000809	67927,237	turbulen
	6	0,074	0,30	1,02	0,0251	0,466	0,054	29,2	0,00000816	67382,964	turbulen
	9	0,071	0,30	1,02	0,0239	0,459	0,052	28,9	0,00000822	64612,892	turbulen
0,0086	3	0,070	0,30	0,79	0,0235	0,457	0,051	28,6	0,00000827	48992,601	turbulen
	6	0,071	0,30	0,79	0,0239	0,459	0,052	28,7	0,00000826	49649,654	turbulen
	9	0,072	0,30	0,83	0,0243	0,461	0,053	28,8	0,00000824	53196,051	turbulen
0,0145	3	0,076	0,30	0,73	0,0255	0,469	0,054	28,9	0,00000822	48577,803	turbulen
	6	0,089	0,30	0,77	0,0306	0,499	0,061	29,3	0,00000813	57880,242	turbulen
	9	0,098	0,30	0,74	0,0341	0,519	0,066	29,5	0,00000810	60468,558	turbulen

Tabel 12. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib impermeabel dengan 90°

Debit Pintu Thompson	Waktu (t) m3/det	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Suhu	Viskositas	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata	Saluran	Aliran	Penampang	Basah	Hidrolis			Reynolds	
	menit	(y) m	(b) m	(v) m/det	(A) m ²	(P) m	(R) m	(°C)	m ² /det	(Re)	
0,0044	3	0,079	0,30	0,80	0,0268	0,476	0,056	27,6	0,00000848	53028,103	turbulen
	6	0,081	0,30	0,78	0,0276	0,481	0,057	27,5	0,00000851	52453,203	turbulen
	9	0,077	0,30	0,77	0,0259	0,471	0,055	27,4	0,00000853	49459,138	turbulen
0,0086	3	0,077	0,30	0,74	0,0259	0,471	0,055	27,3	0,00000855	47913,185	turbulen
	6	0,079	0,30	0,70	0,0268	0,476	0,056	27,5	0,00000850	46266,223	turbulen
	9	0,082	0,30	0,72	0,0280	0,484	0,058	27,6	0,00000847	49419,777	turbulen
0,0145	3	0,083	0,30	0,69	0,0285	0,486	0,059	27,8	0,00000844	47797,300	turbulen
	6	0,091	0,30	0,67	0,0315	0,504	0,063	27,9	0,00000842	49460,480	turbulen
	9	0,099	0,30	0,68	0,0346	0,521	0,066	27,9	0,00000841	53434,279	turbulen

Tabel 13 . Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib impermeabel dengan 130°

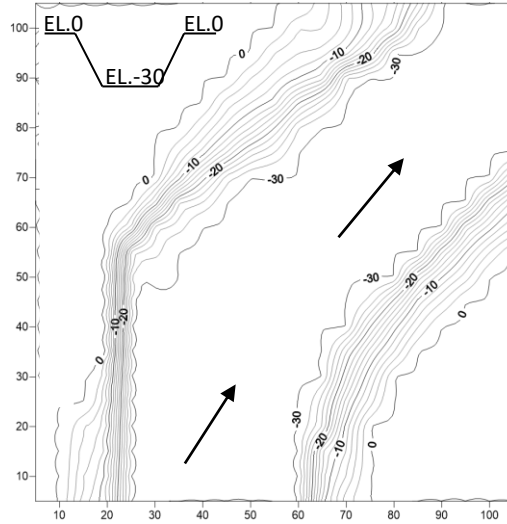
Debit Pintu Thompson	Waktu (t) m3/det	Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Suhu	Viskositas	Bilangan	Keterangan
		Rata -rata	Saluran	Aliran	Penampang	Basah	Hidrolis			Reynolds	
	menit	(y) m	(b) m	(v) m/det	(A) m ²	(P) m	(R) m	(°C)	m ² /det	(Re)	
0,0044	3	0,094	0,30	1,144	0,0328	0,511	0,064	26,7	0,00000867	84712,818	turbulen
	6	0,098	0,30	1,244	0,0341	0,519	0,066	27,3	0,00000854	95872,452	turbulen
	9	0,098	0,30	1,167	0,0341	0,519	0,066	27,8	0,00000844	90945,639	turbulen
0,0086	3	0,099	0,30	0,911	0,0346	0,521	0,066	28,2	0,00000836	72307,277	turbulen
	6	0,099	0,30	0,900	0,0346	0,521	0,066	27,9	0,00000842	70878,810	turbulen
	9	0,098	0,30	0,878	0,0341	0,519	0,066	27,7	0,00000847	68192,292	turbulen
0,0145	3	0,098	0,30	0,822	0,0341	0,519	0,066	27,5	0,00000851	63575,966	turbulen
	6	0,096	0,30	0,833	0,0332	0,514	0,065	27,2	0,00000856	62998,818	turbulen
	9	0,089	0,30	0,800	0,0306	0,499	0,061	27,0	0,00000860	57074,328	turbulen

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

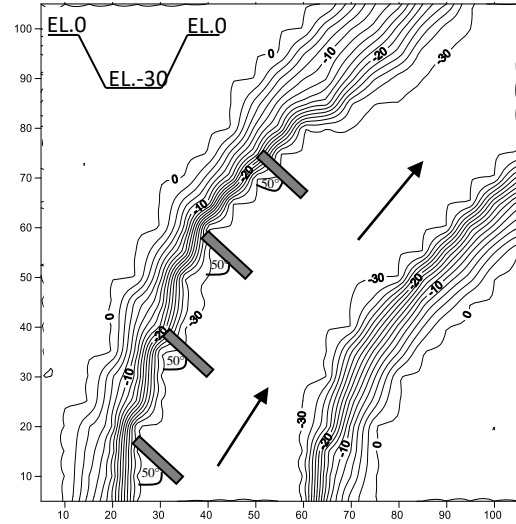
No.	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Sudut Pemasangan Krib 50°				Sudut Pemasangan Krib 90°				Sudut Pemasangan Krib 130°			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0,0044	3	1,038	super kritis	55898,16	turbulen	1,112	super kritis	67927,24	turbulen	0,910	sub kritis	53028,10	turbulen	1,190	super kritis	84712,82	turbulen
2		6	1,149	super kritis	65453,32	turbulen	1,197	super kritis	67382,96	turbulen	0,872	sub kritis	52453,20	turbulen	1,271	super kritis	95872,45	turbulen
3		9	1,236	super kritis	69865,48	turbulen	1,225	super kritis	64612,89	turbulen	0,884	sub kritis	49459,14	turbulen	1,192	super kritis	90945,64	turbulen
4	0,0086	3	0,910	sub kritis	55288,32	turbulen	0,952	sub kritis	48992,60	turbulen	0,859	sub kritis	47913,19	turbulen	0,926	sub kritis	72307,28	turbulen
5		6	0,996	sub kritis	63874,77	turbulen	0,945	sub kritis	49649,65	turbulen	0,796	sub kritis	46266,22	turbulen	0,914	sub kritis	70878,81	turbulen
6		9	0,916	sub kritis	59724,22	turbulen	0,991	sub kritis	53196,05	turbulen	0,805	sub kritis	49419,78	turbulen	0,897	sub kritis	68192,29	turbulen
7	0,0145	3	0,843	sub kritis	54072,27	turbulen	0,852	sub kritis	48577,80	turbulen	0,762	sub kritis	47797,30	turbulen	0,840	sub kritis	63575,97	turbulen
8		6	0,898	sub kritis	56695,55	turbulen	0,821	sub kritis	57880,24	turbulen	0,706	sub kritis	49460,48	turbulen	0,861	sub kritis	62998,82	turbulen
9		9	0,872	sub kritis	49516,44	turbulen	0,760	sub kritis	60468,56	turbulen	0,688	sub kritis	53434,28	turbulen	0,857	sub kritis	57074,33	turbulen

E. Kontur Pola Gerusan pada Pemasangan Sudut Krib Impermeabel

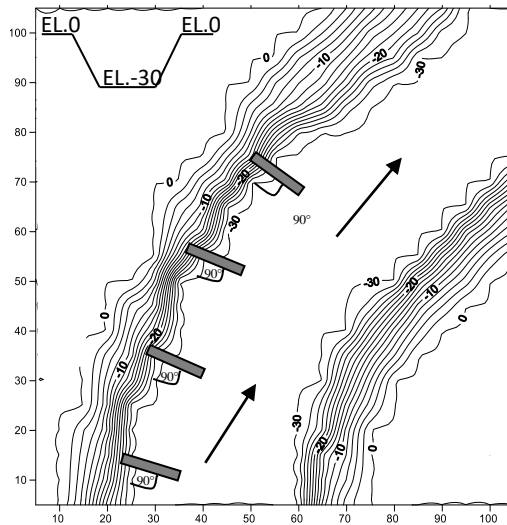
1. Kontur Pola Gerusan Pada Debit pertama (Q1)



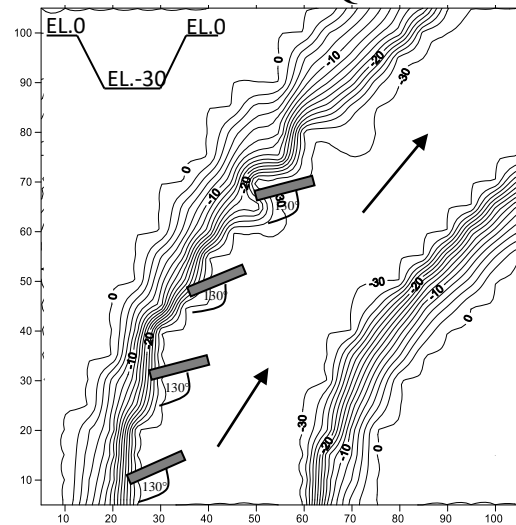
Gambar 18. Kontur Tanpa Krib Q1



Gambar 19. Kontur dengan Krib Sudut 50° Q1



Gambar 20. Kontur dengan Krib Sudut 90° Q1

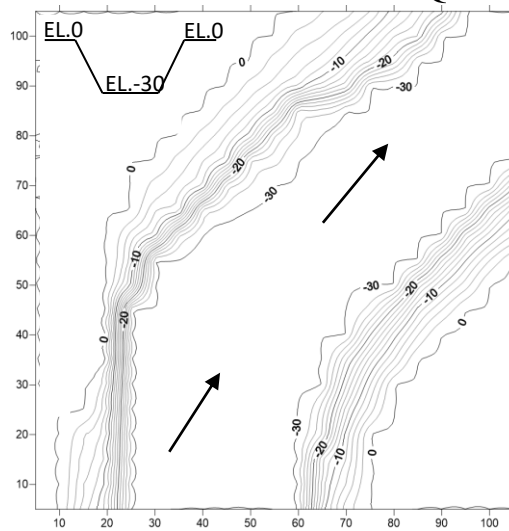


Gambar 21. Kontur dengan Krib Sudut 130° Q1

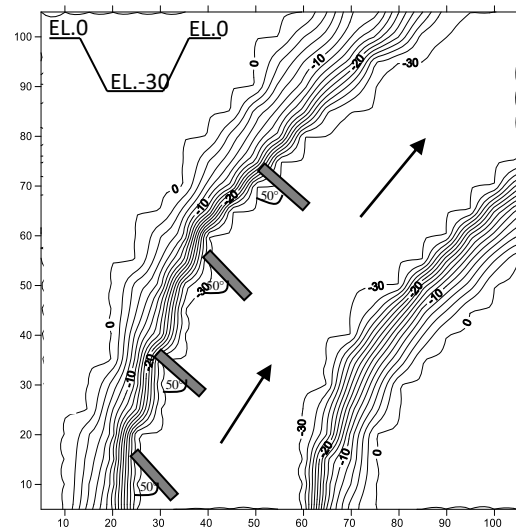
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib (Gambar 18) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu $0,00466\text{m}^3$ dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu sudut 50° , 90° dan 130° . Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan sudut 50° (Gambar 19) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00397\text{m}^3$, untuk

pola gerusan pemasangan krib dengan sudut 90° (Gambar 20) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00332 \text{ m}^3$ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan sudut 130° (Gambar 21) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00275 \text{ m}^3$ sehingga didapatkan perbandingan pola gerusan yang paling kecil terdapat pada pemasangan krib dengan sudut 130° .

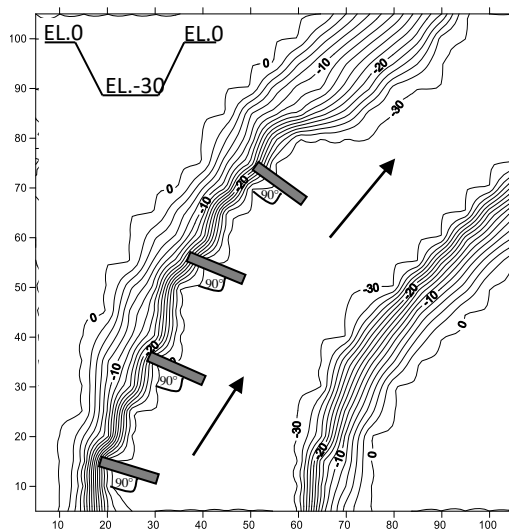
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2



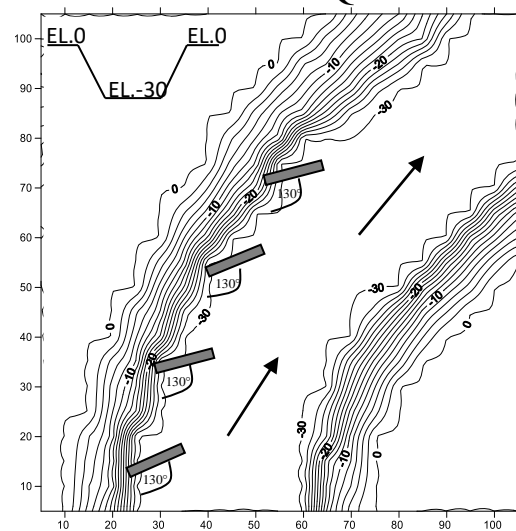
Gambar 22. Kontur Tanpa Krib Q2



Gambar 23. Kontur dengan Krib Sudut 50° Q2



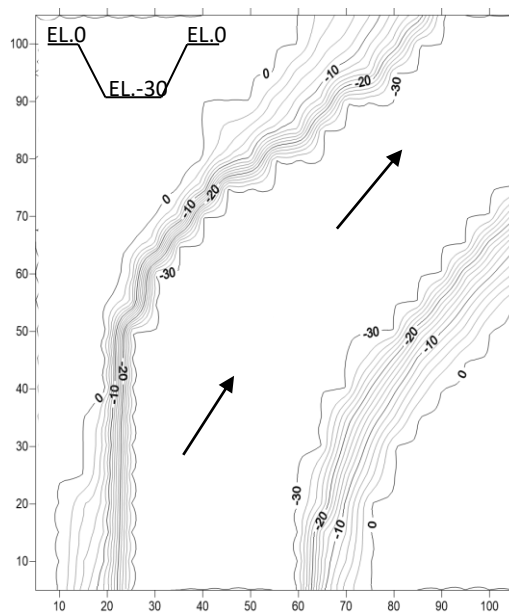
Gambar 24. Kontur dengan Krib Sudut 90° Q2



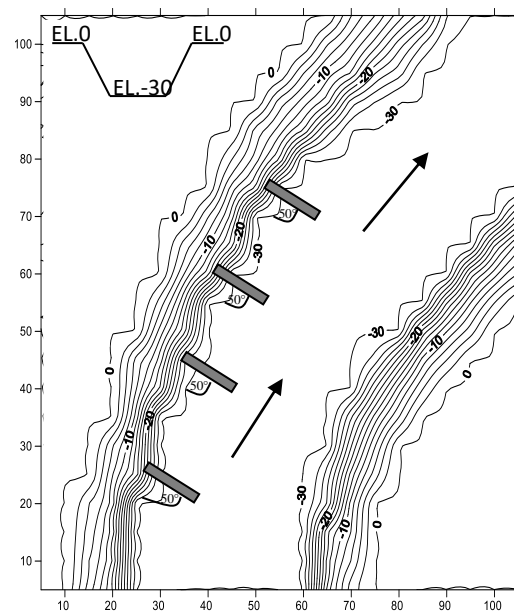
Gambar 25. Kontur dengan Krib Sudut 130° Q2

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib (gambar 22) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu $0,00706\text{m}^3$ dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu sudut $50^\circ, 90^\circ$ dan 130° . Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan sudut 50° (Gambar 23) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00445\text{m}^3$, untuk pola gerusan pemasangan krib dengan sudut 90° (Gambar 24) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00381\text{m}^3$ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan sudut 130° (Gambar 25) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00311\text{m}^3$ sehingga didapatkan perbandingan pola gerusan yang paling kecil terdapat pada pemasangan krib dengan sudut 130° .

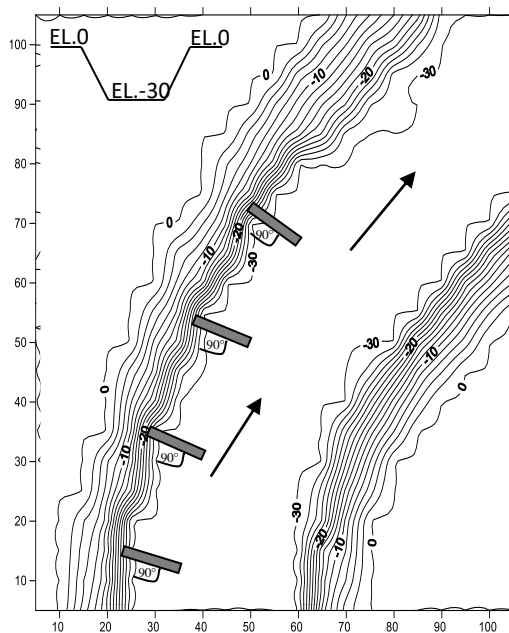
3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3



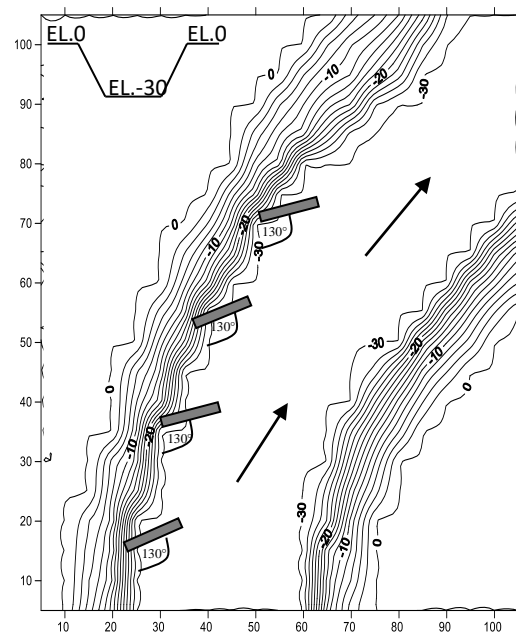
Gambar 26. Kontur Tanpa Krib Q3



Gambar 27. Kontur dengan Krib Sudut 50° Q3



Gambar 28. Kontur dengan Krib
Sudut 90° Q3



Gambar 29. Kontur dengan Krib
Sudut 130° Q3

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib (gambar 26) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu $0,00973\text{m}^3$ dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu sudut 50° , 90° dan 130° . Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan sudut 50° (Gambar 27) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00487\text{ m}^3$, untuk pola gerusan pemasangan krib dengan sudut 90° (Gambar 28) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00427\text{ m}^3$ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan sudut 130° (Gambar 29) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00375\text{ m}^3$ sehingga didapatkan perbandingan pola gerusan yang paling kecil terdapat pada pemasangan krib dengan sudut 130° .

F. Analisis Pengaruh Sudut Pemasangan Krib Impermeabel

1. Analisis Debit Aliran dengan Volume Gerusan

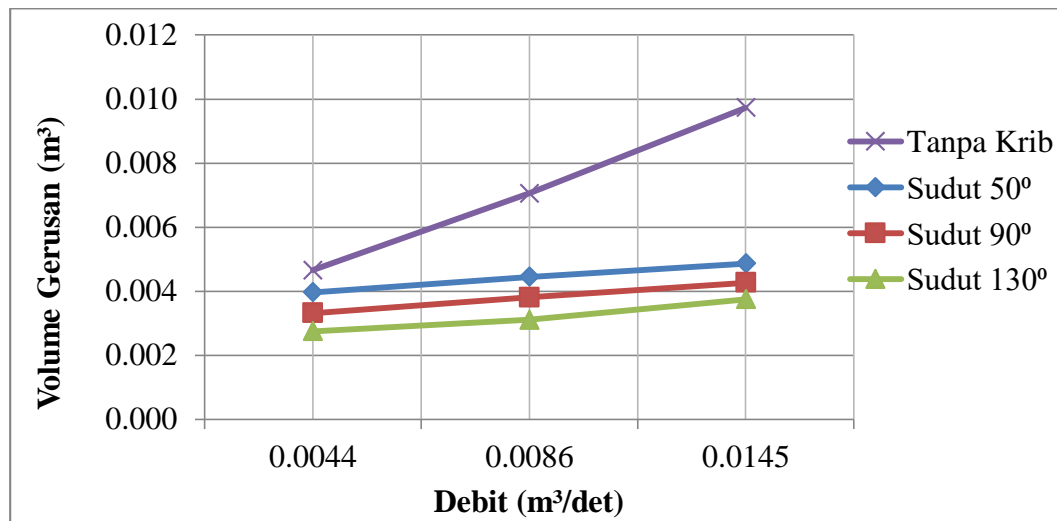
Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan debit aliran dengan volume gerusan yang diperlihatkan pada tabel 15 berikut ini.

Tabel 15. Rekapitulasi Debit Aliran dan Volume Gerusan

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m ³
1	Tanpa Krib	0,0044	t1 = 3,00	0,00466
2			t2 = 6,00	0,00705
3			t3 = 9,00	0,00752
4		0,0086	t1 = 3,00	0,00706
5			t2 = 6,00	0,00746
6			t3 = 9,00	0,00761
7		0,0145	t1 = 3,00	0,00973
8			t2 = 6,00	0,01009
9			t3 = 9,00	0,01170
10	50	0,0044	t1 = 3,00	0,00397
11			t2 = 6,00	0,00437
12			t3 = 9,00	0,00466
13		0,0086	t1 = 3,00	0,00445
14			t2 = 6,00	0,00474
15			t3 = 9,00	0,00501
16		0,0145	t1 = 3,00	0,00487
17			t2 = 6,00	0,00529
18			t3 = 9,00	0,00533
19	90	0,0044	t1 = 3,00	0,00332
20			t2 = 6,00	0,00388
21			t3 = 9,00	0,00421
22		0,0086	t1 = 3,00	0,00381
23			t2 = 6,00	0,00423
24			t3 = 9,00	0,00449
25		0,0145	t1 = 3,00	0,00427
26			t2 = 6,00	0,00474
27			t3 = 9,00	0,00486

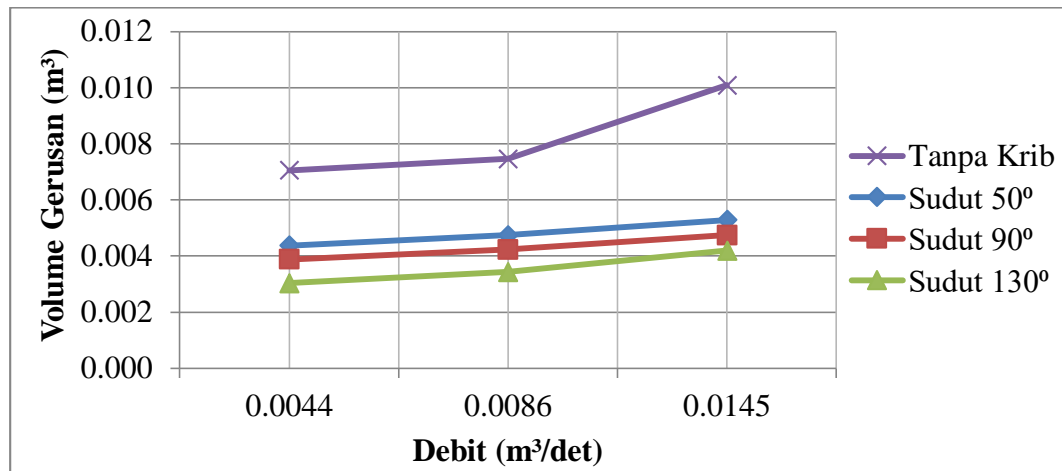
Tabel 15. (Lanjutan)

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (V _g) m ³
28	130	0,0044	t1 = 3,00	0,00275
29			t2 = 6,00	0,00303
30			t3 = 9,00	0,00349
31		0,0086	t1 = 3,00	0,00311
32			t2 = 6,00	0,00343
33			t3 = 9,00	0,00384
34		0,0145	t1 = 3,00	0,00375
35			t2 = 6,00	0,00419
36			t3 = 9,00	0,00440



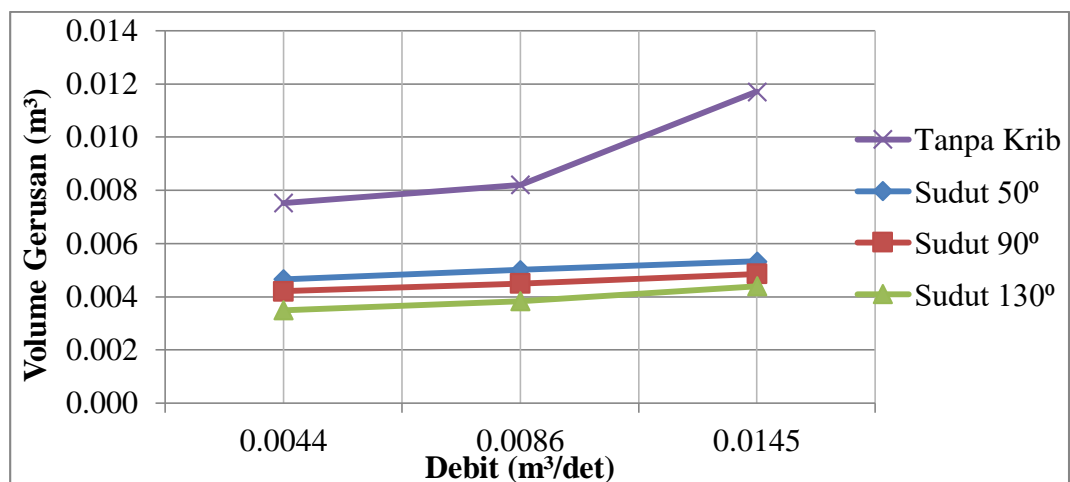
Gambar 30. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 3 menit

Pada gambar 30 Grafik hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 3 menit diatas, dapat dilihat bahwa sudut pemasangan krib impermeabel 130° lebih baik karena terjadi gerusan paling kecil yaitu dengan nilai gerusan 0,00375 m³ di bandingkan dengan pemasangan sudut 50°, 90° dan tanpa pemasangan krib. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit yang dapat mempercepat laju gerusan pada saluran.



Gambar 31. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 6 menit

Pada gambar 31 Grafik hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 6 menit diatas, dapat dilihat bahwa sudut pemasangan krib impermeabel 130° lebih baik karena terjadi gerusan paling kecil yaitu dengan nilai gerusan 0,00419 m³ di bandingkan dengan pemasangan sudut 50°, 90° dan tanpa pemasangan krib. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit yang dapat mempercepat laju gerusan pada saluran.

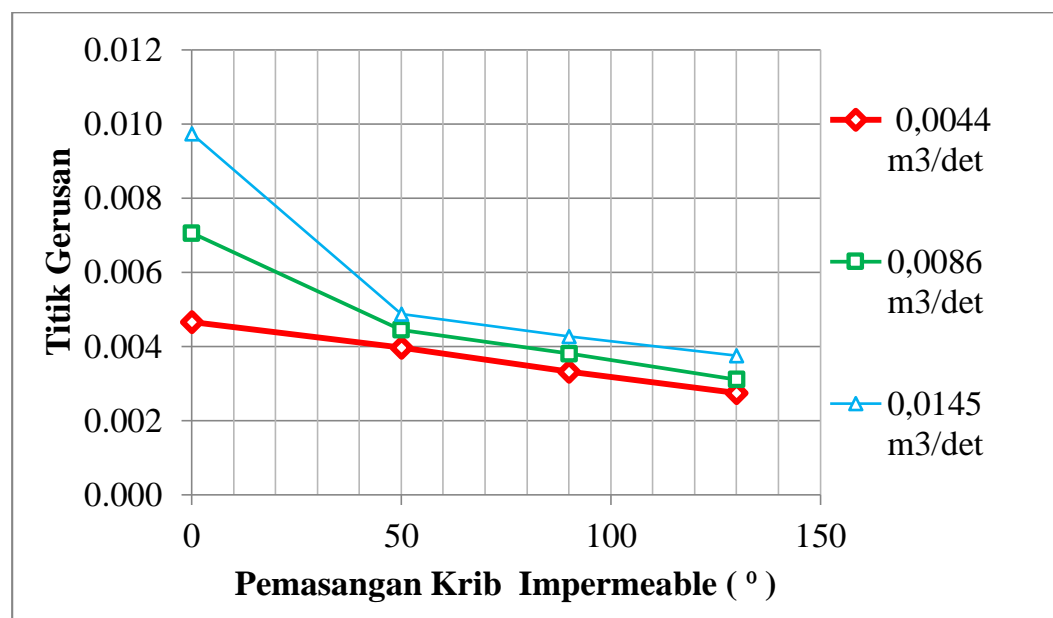


Gambar 32. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada waktu pengaliran 9 menit

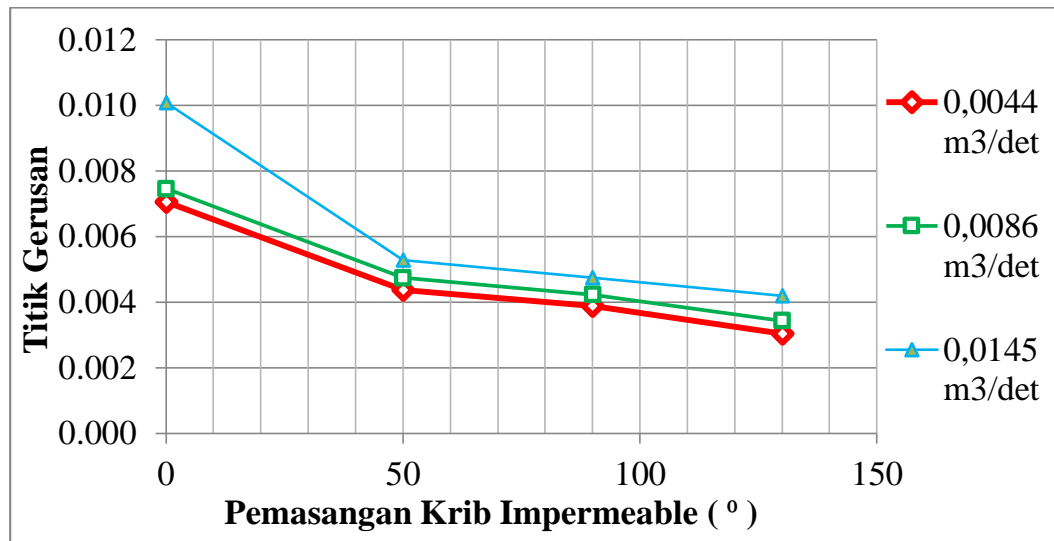
Pada gambar 32 Grafik hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 3 menit diatas, dapat dilihat bahwa sudut pemasangan krib impermeabel 130° lebih baik karena terjadi gerusan paling kecil yaitu dengan nilai gerusan 0,00440 m³ di bandingkan dengan pemasangan sudut 50°, 90° dan tanpa pemasangan krib. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit yang dapat mempercepat laju gerusan pada saluran.

2. Analisis hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan

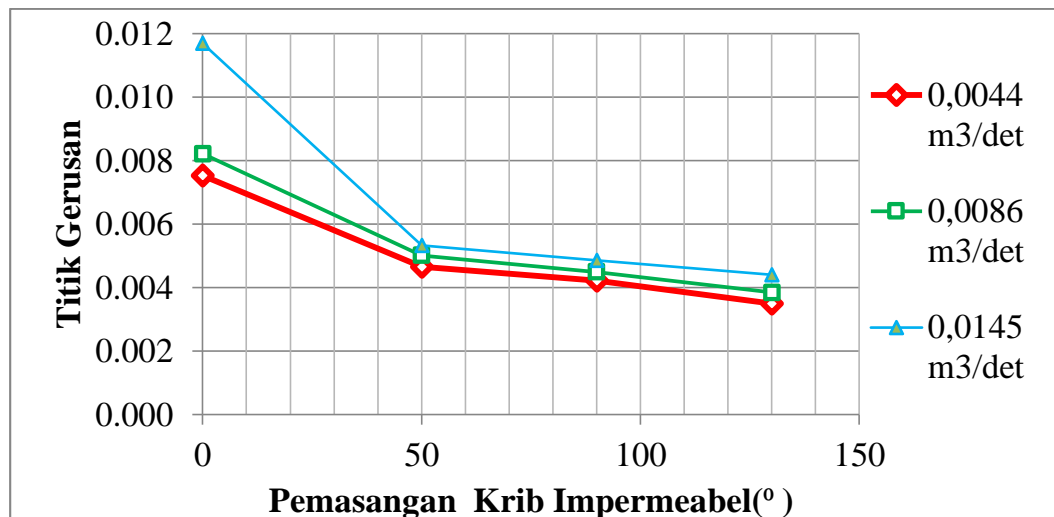
Berdasarkan data dari hasil penelitian dilapangan hubungan antara pemasangan krib dengan titik gerusan disajikan pada gambar grafik berikut ini.



Gambar 33. Grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan pada waktu pengaliran 3 menit



Gambar 34. Grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan pada waktu pengaliran 6 menit



Gambar 35. Grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan pada waktu pengaliran 9 menit

pada gambar 33, 34, dan 35 grafik hubungan pemasangan krib dengan titik gerusan diatas memperlihatkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib impermeabel, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran. Keruntuhan paling kecil terjadi pada sudut pemasangan krib impermeabel adalah sudut 130°.

3. Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan

Tabel 16. Rekapitulasi Perhitungan Persentase Volume Gerusan

No	Debit	Waktu (t) menit	Volume Gerusan (Vg)				Selisi Volume Gerusan Krib (m ³)			Persentase Volume gerusan (%)		
	m ³ /det		Tanpa Krib	Sudut 50°	Sudut 90°	Sudut 130°	Sudut 50°	Sudut 90°	Sudut 130°	Sudut 50°	Sudut 90°	Sudut 130°
1	0,0044	t1 = 3	0,00466	0,00397	0,00332	0,00275	0,00069	0,00134	0,00191	15%	29%	41%
2		t2 = 6	0,00705	0,00437	0,00388	0,00303	0,00268	0,00317	0,00402	38%	45%	57%
3		t3 = 9	0,00752	0,00466	0,00421	0,00349	0,00286	0,00331	0,00403	38%	44%	54%
4	0,0086	t1 = 3	0,00706	0,00445	0,00381	0,00311	0,00261	0,00325	0,00395	37%	46%	56%
5		t2 = 6	0,00746	0,00474	0,00423	0,00343	0,00272	0,00323	0,00403	36%	43%	54%
6		t3 = 9	0,00761	0,00501	0,00449	0,00384	0,00260	0,00312	0,00377	34%	41%	50%
7	0,0145	t1 = 3	0,00973	0,00487	0,00427	0,00375	0,00486	0,00546	0,00598	50%	56%	61%
8		t2 = 6	0,01009	0,00529	0,00474	0,00419	0,00480	0,00535	0,00590	48%	53%	58%
9		t3 = 9	0,01170	0,00533	0,00486	0,00440	0,00637	0,00684	0,00730	54%	58%	62%
Rata - rata										39%	46%	55%

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa persentase diantara ketiga sudut pemasangan krib impermeabel diperoleh hasil Persentase Penanggulangan Volume gerusan paling besar dan baik yaitu sudut pemasangan 130° dengan nilai persentase volume gerusan 55 %

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

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

- 1) Pengaruh pemasangan krib tipe Impermeabel terhadap karakteristik aliran menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik pada pemasangan tanpa krib dari super kritis ke sub kritis sedangkan pada bilangan reynold terjadi aliran turbulen.
- 2) Pengaruh variasi sudut pemasangan krib kayu tipe impermeabel terhadap gerusan di belokan tebing sungai berpengaruh pada volume gerusan, dimana semakin besar sudut krib yang digunakan maka akan semakin kecil gerusan yang terjadi. Diantara ketiga pemasangan sudut yang paling baik terjadi pada sudut yang paling besar yaitu sudut 130° dengan persentase gerusan yang dapat di tanggulangi sebesar 55% dibandingkan dengan sudut 50° dan 90° dengan nilai persentase 39% dan 46%.

B. Saran

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

- 1) Pada penelitian selanjutnya diharapkan pemasangan krib tidak hanya berfokus pada belokan saja sehingga dapat diperoleh penanggulangan gerusan yang lebih efektif.
- 2) Diharapkan untuk selanjutnya dilakukan pada sudut belokan saluran dan variasi sudut pemasangan krib yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran , Universitas Hasanuddin. Makassar
- Asdak Chay, 2014. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Penerbit Press Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Cahya Yuni. 2012. Kajian Perubahan Pola Gerusan Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit , Universitas Hasanuddin. Makassar
- Dwi Lestari, Ragil. 2016. Laporan Praktikum Teknik Irigasi. Universitas Padjajaran Bandung.
- Hardianto Bambang, dkk. 2014. *Open Channel, Closed Conduit*, dan Tipe – tipe Aliran . Universitas Islam Malang. Malang
- 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 . Universitas Indonesia. Depok.
- Loebis Joerson, M. Eng, Drs. Soewarno, Drs Suprihadi B, 1993. Hidrologi Sungai. Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- Mansida Amrullah, 2015. Buku Bahan Ajar Teknik Sungai. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mansida Amrullah, 2015. Buku Bahan Ajar Morfologi Sungai. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mardijikoen, P., 1987. Angkutan Sedimen. Diktat, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta
- Marlina H Ayu. 2014. Studi Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah , Universitas Sriwijaya. Palembang

- Maryono, A. 2009. *Eco-Hidraulik* Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan. Penerbit Press Universitas Gajah Mada. 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). 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), Universitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Sosrodarsono Suyono. Masateru Tominang; penerjemah, Ir M. Yusuf Gayo, dkk, 2008. Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta
- Sughono, 1995. Buku Teknik Sipil. Penerbit Nova. Bandung
- 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. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya
- Sunaryo dkk, 2010. Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120°, Universitas Andalas. Surabaya
- Thaha, A. 2006. Sistem Fluiasi untuk Rekayasa Pemeliharaan Alur. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Triatmodjo Bambang, 2015. Hidrolika I, Penerbit Universitas Penerbit Gajah Mada. Yogyakarta
- Triatmodjo Bambang, 2015. Hidrolika II, Penerbit Universitas Penerbit Gajah Mada. Yogyakarta

Waryono Tarsoen. 2008. Bentuk Struktur dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai. Samarinda

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 PENGAMBILAN DATA

1) Data hasil penelitian tanpa krib

No.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	0	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,10	0,60	2,10	0,06	0,06	0,10	31,9	31,2	30,1	0,00466
2				0,10	0,30	1,20	0,05	0,07	0,11	29,6	29,4	29,0	
3				0,30	1,40	1,70	0,08	0,05	0,06	28,7	28,7	28,7	
4			t2 = 6	0,10	0,50	2,00	0,06	0,07	0,10	29,4	29,3	29,0	0,00705
5				0,30	0,50	2,10	0,05	0,06	0,13	28,9	28,9	28,7	
6				0,30	1,40	1,70	0,08	0,06	0,07	28,7	28,6	28,5	
7			t3 = 9	0,10	1,00	2,00	0,06	0,07	0,10	30,2	29,9	29,6	0,00752
8				0,60	0,40	1,60	0,05	0,06	0,12	29,4	29,4	29,1	
9				0,60	1,40	1,80	0,07	0,06	0,08	28,9	28,8	28,8	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,10	0,70	1,60	0,08	0,08	0,07	30,3	30,2	29,6	0,00706
11				0,40	0,40	1,20	0,07	0,08	0,12	29,2	29,3	29,0	
12				0,20	1,10	1,50	0,08	0,07	0,06	28,9	28,8	28,7	
13			t2 = 6	0,10	1,20	1,50	0,07	0,08	0,07	29,0	29,0	28,8	0,00746
14				0,10	0,50	1,40	0,07	0,08	0,14	28,8	28,8	28,7	
15				0,40	1,30	1,60	0,09	0,08	0,07	28,6	28,6	28,5	
16			t3 = 9	0,10	0,70	1,90	0,08	0,08	0,07	29,6	29,4	28,9	0,00761
17				0,40	0,20	1,40	0,07	0,08	0,14	28,8	28,8	28,7	
18				0,40	1,00	1,40	0,09	0,08	0,07	28,6	28,5	28,5	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,50	1,00	0,90	0,08	0,08	0,09	28,1	28,0	28,1	0,00973
20				0,40	0,70	0,90	0,07	0,08	0,13	28,1	28,1	28,1	
21				0,40	1,10	1,00	0,08	0,08	0,07	28,1	28,1	28,1	
22			t2 = 6	0,10	1,30	1,20	0,07	0,08	0,07	28,2	28,2	28,1	0,01009
23				0,10	0,80	1,20	0,06	0,09	0,14	28,1	28,1	28,1	
24				0,40	1,10	1,10	0,09	0,09	0,07	28,1	28,1	28,1	
25			t3 = 9	0,10	1,10	1,10	0,07	0,08	0,07	27,9	28,0	28,1	0,01170
26				0,40	0,40	1,10	0,07	0,09	0,11	28,1	28,0	28,0	
27				0,20	1,30	1,10	0,08	0,06	0,06	28,0	28,0	28,1	

Lampiran 2

2) Data hasil penelitian untuk sudut krib 50°

No	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m							
1	50°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,3	1,7	0,40	0,06	0,06	0,10	30,2	30,1	29,8	0,00397	
2				1	1,7	0,30	0,07	0,08	0,11	29,6	29,5	29,4		
3				0,8	1,4	1,20	0,07	0,08	0,08	29,2	29,1	29,0		
4			t2 = 6	1,1	1,6	0,70	0,05	0,05	0,08	29,1	28,9	28,8	0,00437	
5				0,8	1,8	0,20	0,06	0,07	0,10	28,7	28,6	28,5		
6				0,7	1,5	0,80	0,07	0,08	0,07	28,4	28,4	28,4		
7			t3 = 9	1,6	1,8	0,1	0,04	0,05	0,10	29,2	29,1	29,0	0,00466	
8				0,4	1,6	0,6	0,06	0,08	0,10	29,0	28,9	28,8		
9				1,1	1,3	0,7	0,08	0,10	0,07	28,8	28,8	28,7		
10			Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,1	1,3	1,20	0,09	0,11	0,11	30,5	30,4	30,2	0,00445
11					0,5	1,2	0,40	0,10	0,11	0,11	29,6	29,4	29,2	
12					0,8	1,1	0,50	0,09	0,10	0,07	29,1	28,9	28,9	
13		t2 = 6		0,2	1	1,30	0,09	0,08	0,12	30,4	30,4	30,2	0,00474	
14				0,4	0,9	0,30	0,10	0,10	0,10	29,8	29,8	29,7		
15				1	1,1	0,90	0,07	0,10	0,08	29,7	29,6	29,5		
16		t3 = 9		0,3	1,2	0,50	0,10	0,10	0,12	30,1	30,0	29,8	0,00501	
17				1	0,8	0,30	0,09	0,09	0,11	29,7	29,6	29,5		
18				1,2	1,2	1,00	0,08	0,10	0,08	29,5	29,4	29,3		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,1	1	1,20	0,09	0,10	0,14	30,7	30,6	30,1	0,00487	
20				0,5	1	0,10	0,09	0,11	0,17	29,9	29,8	29,7		
21				1	1,1	0,60	0,08	0,09	0,10	29,7	29,6	29,6		
22			t2 = 6	0,1	1	1,30	0,10	0,09	0,13	30,4	30,3	30,2	0,00529	
23				0,6	0,9	0,10	0,10	0,11	0,10	29,8	29,6	29,5		
24				0,9	1,1	0,90	0,07	0,10	0,09	29,5	29,4	29,4		
25			t3 = 9	0,7	1,1	0,5	0,09	0,09	0,13	30,9	30,9	30,6	0,00533	
26				0,7	0,8	0,3	0,10	0,11	0,09	30,5	30,4	30,3		
27				1,0	1,0	0,6	0,08	0,09	0,09	30,1	30,1	30,0		

Lampiran 3

3) Data hasil penelitian dengan sudut krib 90°

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m							
1	90°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0,1	0,9	1,20	0,06	0,07	0,10	27,6	27,6	27,6	0,00332	
2				0,8	1,1	0,30	0,07	0,09	0,10	27,6	27,6	27,6		
3				0,9	1	0,90	0,07	0,09	0,06	27,6	27,6	27,6		
4			t2 = 6	0,3	1,5	1,00	0,06	0,08	0,11	27,1	27,2	27,2		0,00388
5				0,6	1,1	0,10	0,07	0,07	0,08	27,3	27,3	27,3		
6				0,9	0,9	0,60	0,07	0,09	0,06	27,3	27,3	27,3		
7			t3 = 9	0,1	1	1,30	0,06	0,09	0,12	27,9	27,8	27,8		0,00421
8				0,8	0,7	0,70	0,08	0,08	0,09	27,8	27,8	27,8		
9				0,8	0,9	0,60	0,08	0,08	0,07	27,8	27,8	27,8		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,7	1,2	1,3	0,09	0,11	0,14	28,1	28,0	28,0	0,00381	
11				0,5	0,2	0,2	0,10	0,11	0,11	28,0	28,0	28,0		
12				0,9	1,1	0,6	0,08	0,09	0,07	27,9	27,9	27,9		
13			t2 = 6	0,4	0,8	0,60	0,10	0,12	0,14	28,1	28,1	28,2	0,00423	
14				0,8	0,7	0,10	0,10	0,11	0,11	28,1	28,1	28,1		
15				1	1,1	0,80	0,09	0,09	0,07	28,1	28,1	28,1		
16			t3 = 9	0,2	0,7	0,80	0,10	0,12	0,14	28,3	28,2	28,1	0,00449	
17				0,5	0,6	0,90	0,10	0,11	0,11	28,1	28,1	28,1		
18				1	1,1	0,70	0,09	0,09	0,07	28,1	28,1	28,1		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,2	1,1	0,50	0,11	0,12	0,14	28,2	28,2	28,1	0,00427	
20				0,8	0,9	0,10	0,11	0,11	0,11	28,1	28,0	28,0		
21				1,1	1	0,50	0,08	0,09	0,07	28,0	27,9	27,9		
22			t2 = 6	0,3	0,7	0,80	0,11	0,12	0,15	28,2	28,2	28,1	0,00474	
23				0,6	0,8	0,10	0,11	0,12	0,11	28,0	28,0	28,0		
24				0,9	1	0,80	0,08	0,09	0,07	28,0	28,0	28,0		
25			t3 = 9	0,3	1,3	0,2	0,10	0,11	0,14	28,5	28,5	28,5	0,00486	
26				0,7	0,9	0,2	0,10	0,11	0,10	28,5	28,4	28,4		
27				0,6	1,1	0,8	0,08	0,08	0,07	28,4	28,4	28,4		

Lampiran 4

4) Data hasil penelitian dengan sudut 130°

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m							
1	130°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	1,0	1,9	1,3	0,08	0,09	0,11	26,2	26,5	26,6	0,00275	
2				0,4	1,3	1,2	0,10	0,12	0,10	26,6	26,7	26,8		
3				0,7	1,4	1,1	0,08	0,10	0,07	26,8	26,9	26,9		
4			t2 = 6	1,4	2,1	0,7	0,08	0,11	0,12	28,4	28,4	28,3	0,00303	
5				0,6	1,9	1,0	0,10	0,12	0,10	28,2	28,2	28,2		
6				0,7	1,5	1,3	0,08	0,10	0,08	28,1	28,1	28,1		
7			t3 = 9	1,1	1,8	1,00	0,09	0,10	0,12	27,4	27,4	27,4	0,00349	
8				1	1,5	0,40	0,08	0,13	0,10	27,5	27,5	27,5		
9				0,9	1,4	1,40	0,08	0,10	0,08	27,5	27,5	27,5		
10			Q2 = 0.0086	t1 = 3	0,4	1,1	0,70	0,07	0,09	0,13	26,6	26,6	26,7	0,00311
11					0,9	1,1	0,20	0,08	0,08	0,09	26,8	26,8	26,8	
12					1,3	1,4	1,10	0,08	0,09	0,07	26,8	26,8	26,9	
13		t2 = 6		0,5	1,0	1,1	0,08	0,08	0,11	27,5	27,5	27,5	0,00343	
14				0,8	1,1	0,5	0,09	0,10	0,11	27,5	27,5	27,5		
15				1,1	1,3	0,7	0,08	0,08	0,07	27,5	27,5	27,5		
16		t3 = 9		0,4	1,2	0,60	0,06	0,09	0,09	26,9	26,9	27,0	0,00384	
17				1	0,8	0,40	0,08	0,09	0,10	27,0	27,0	27,1		
18				1,2	1,3	1,00	0,08	0,11	0,08	27,1	27,1	27,1		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0,6	1,4	0,9	0,09	0,09	0,11	26,2	26,5	26,6	0,00375	
20				0,9	0,9	0,3	0,09	0,11	0,10	26,6	26,7	26,8		
21				0,9	1,1	0,4	0,07	0,10	0,07	26,8	26,9	26,9		
22			t2 = 6	0,3	1,1	1,0	0,08	0,11	0,12	26,8	26,8	26,8	0,00419	
23				0,6	1,4	0,1	0,10	0,11	0,10	26,9	26,9	26,9		
24				0,9	1,1	1,0	0,08	0,10	0,08	26,9	27,0	27,0		
25			t3 = 9	0,5	1,1	0,80	0,08	0,10	0,11	26,8	26,8	26,8	0,0044	
26				0,8	1	0,30	0,09	0,11	0,10	26,9	26,9	26,9		
27				0,9	1,2	0,60	0,08	0,10	0,08	27,0	27,0	27,0		

Lampiran 5

Topografi gerusan tanpa pemasangan krib

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	-7	-7	-6	-6	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-17	-13	-12	-11	-9	-7	-5	-2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-26	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-25	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-27	-25	-8	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-24	-9	-4	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19	-9	-4	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-16	-9	-5	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-14	-8	-4	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-20	-11	-7	-4	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-10	-6	-4	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-13	-7	-4	-3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-11	-7	-7
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-12
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-15
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-22
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
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	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Topografi Debit Q2 = 0,0086 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	-7	-7	-6	-6	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-17	-13	-12	-11	-9	-7	-5	-2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-11	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-9	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-7	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-8	-6	-3	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-9	-6	-3	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-11	-6	-3	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-24	-11	-5	-3	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-27	-8	-5	-3	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-13	-7	-4	-2
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-11	-7	-3
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-6
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-16	-11
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19
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	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Topografi Debit Q3 = 0,0145 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	-6	-6	-5	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-13	-11	-10	-7	-6	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-30	-30	-30	-30	-11	-9	-7	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-6	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-6	-3	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-5	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-9	-5	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-9	-5	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-5	-3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-10	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-7	-5	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-12	-8
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-13
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
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	-4	-11	-18	-30	-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 6

Topografi gerusan dengan pemasangan krib 50°

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

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

Topografi Debit Q3 = 0,0145 m ³ / 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-14	-12	-11	-9	-8	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-15	-14	-11	-8	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-13	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-17	-14	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-6	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-13	-9	-4	0	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-9	-7	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-7	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-6	0	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-15	-11	-6	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-14	-10	-6
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-22	-15	-10
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-21	-15
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Lampiran 8

Topografi gerusan dengan pemasangan krib 130°

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

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

Topografi Debit Q3 = 0,0145 m ³ / 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-15	-12	-11	-9	-8	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-17	-13	-10	-8	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-12	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-11	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-4	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-12	-7	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-9	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-10	-6	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-10	-6	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-22	-15	-10	-6	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-12	-10	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-18	-13	-8
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-18	-12
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Lampiran 9

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)

Tahap Penelitian : Pengaliran Tanpa Krib

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 20 November 2018

Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) (°)	Rata - rata (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³		
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata					
1	Tanpa Krib	Q1 = 0,0044	t1 = 3	V0 = 0,93	0,87	Y0 = 0,073	0,071	31,07	29,70	0,00466		
2				V1 = 0,53		Y1 = 0,077		29,33				
3				V2 = 1,13		Y2 = 0,063		28,70				
4			t2 = 6	V0 = 0,87	0,99	Y0 = 0,077	0,076	29,23			28,89	0,00705
5				V1 = 0,97		Y1 = 0,080		28,83				
6				V2 = 1,13		Y2 = 0,070		28,60				
7			t3 = 9	V0 = 1,03	1,06	Y0 = 0,077	0,074	29,90			29,34	0,00752
8				V1 = 0,87		Y1 = 0,077		29,30				
9				V2 = 1,27		Y2 = 0,070		28,83				
10		Q2 = 0,0086	t1 = 3	V0 = 0,80	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		Q3 = 0,0145	t1 = 3	V0 = 0,80	0,77	Y0 = 0,083	0,084	28,10	28,10	0,00973		
20				V1 = 0,67		Y1 = 0,093		28,10				
21				V2 = 0,83		Y2 = 0,077		28,10				
22			t2 = 6	V0 = 0,87	0,81	Y0 = 0,073	0,084	28,13	28,11	0,01009		
23				V1 = 0,70		Y1 = 0,097		28,10				
24				V2 = 0,87		Y2 = 0,083		28,10				
25			t3 = 9	V0 = 0,77	0,76	Y0 = 0,073	0,077	28,00	28,02	0,0117		
26				V1 = 0,63		Y1 = 0,090		28,03				
27				V2 = 0,87		Y2 = 0,067		28,03				

Keterangan Rumus :

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

Lampiran 10

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Sudut Krib 50°

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 26 November 2018

Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) (°)	Rata - rata (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata			
1	50°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0,80	0,98	Y0 = 0,073	0,079	30,03	29,54	0,00397
2				V1 = 1,00		Y1 = 0,087		29,50		
3				V2 = 1,13		Y2 = 0,077		29,10		
4			t2 = 6	V0 = 1,13	1,02	Y0 = 0,060	0,070	28,93	28,64	0,00437
5				V1 = 0,93		Y1 = 0,077		28,60		
6				V2 = 1,00		Y2 = 0,073		28,40		
7			t3 = 9	V0 = 1,17	1,02	Y0 = 0,063	0,076	29,10	28,92	0,00466
8				V1 = 0,87		Y1 = 0,080		28,90		
9				V2 = 1,03		Y2 = 0,083		28,77		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0,87	0,79	Y0 = 0,103	0,099	30,37	29,58	0,00445
11				V1 = 0,70		Y1 = 0,107		29,40		
12				V2 = 0,80		Y2 = 0,087		28,97		
13			t2 = 6	V0 = 0,83	0,79	Y0 = 0,097	0,093	30,33	29,90	0,00474
14				V1 = 0,53		Y1 = 0,100		29,77		
15				V2 = 1,00		Y2 = 0,083		29,60		
16			t3 = 9	V0 = 0,67	0,83	Y0 = 0,107	0,097	29,97	29,66	0,00501
17				V1 = 0,70		Y1 = 0,097		29,60		
18				V2 = 1,13		Y2 = 0,087		29,40		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0,77	0,73	Y0 = 0,110	0,108	30,47	29,97	0,00487
20				V1 = 0,53		Y1 = 0,123		29,80		
21				V2 = 0,90		Y2 = 0,090		29,63		
22			t2 = 6	V0 = 0,80	0,77	Y0 = 0,107	0,099	30,30	29,79	0,00533
23				V1 = 0,53		Y1 = 0,103		29,63		
24				V2 = 0,97		Y2 = 0,087		29,43		
25			t3 = 9	V0 = 0,77	0,74	Y0 = 0,103	0,097	30,80	30,42	0,00529
26				V1 = 0,60		Y1 = 0,100		30,40		
27				V2 = 0,87		Y2 = 0,087		30,07		

Keterangan Rumus :

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

Lampiran 11

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Di Belokan 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.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) (°)	Rata - rata (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata			
1	90°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0,73	0,80	Y0 = 0,077	0,079	27,60	27,60	0,00332
2				V1 = 0,73		Y1 = 0,087		27,60		
3				V2 = 0,93		Y2 = 0,073		27,60		
4			t2 = 6	V0 = 0,93	0,78	Y0 = 0,083	0,077	27,17	27,26	0,00388
5				V1 = 0,60		Y1 = 0,073		27,30		
6				V2 = 0,80		Y2 = 0,073		27,30		
7			t3 = 9	V0 = 0,80	0,77	Y0 = 0,090	0,083	27,83	27,81	0,00421
8				V1 = 0,73		Y1 = 0,083		27,80		
9				V2 = 0,77		Y2 = 0,077		27,80		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 1,07	0,74	Y0 = 0,113	0,100	28,03	27,98	0,00381
11				V1 = 0,30		Y1 = 0,107		28,00		
12				V2 = 0,87		Y2 = 0,080		27,90		
13			t2 = 6	V0 = 0,60	0,70	Y0 = 0,120	0,103	28,13	28,11	0,00423
14				V1 = 0,53		Y1 = 0,107		28,10		
15				V2 = 0,97		Y2 = 0,083		28,10		
16			t3 = 9	V0 = 0,57	0,72	Y0 = 0,120	0,103	28,20	28,13	0,00449
17				V1 = 0,67		Y1 = 0,107		28,10		
18				V2 = 0,93		Y2 = 0,083		28,10		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0,60	0,69	Y0 = 0,123	0,104	28,17	28,04	0,00427
20				V1 = 0,60		Y1 = 0,110		28,03		
21				V2 = 0,87		Y2 = 0,080		27,93		
22			t2 = 6	V0 = 0,60	0,67	Y0 = 0,127	0,107	28,17	28,06	0,00474
23				V1 = 0,50		Y1 = 0,113		28,00		
24				V2 = 0,90		Y2 = 0,080		28,00		
25			t3 = 9	V0 = 0,60	0,68	Y0 = 0,117	0,099	28,50	28,44	0,00486
26				V1 = 0,60		Y1 = 0,103		28,43		
27				V2 = 0,83		Y2 = 0,077		28,40		

Keterangan Rumus :

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

Lampiran 12

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Krib Kayu Tipe Impermeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Sudut Krib 130°

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 25 November 2018

Tinggi Bukaannya Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter				Suhu (T) (°)	Rata - rata (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³				
				Kecepatan (V) m/det	Rata - rata	Kedalaman Aliran (Y) m	Rata - rata							
1	130°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 1,40	1,14	Y0 = 0,093	0,094	26,43	26,67	0,00275				
2				V1 = 0,97		Y1 = 0,107		26,70						
3				V2 = 1,07		Y2 = 0,083		26,87						
4			t2 = 6	V0 = 1,40	1,24	Y0 = 0,103	0,099	28,37			28,22	0,00303		
5				V1 = 1,17		Y1 = 0,107		28,20						
6				V2 = 1,17		Y2 = 0,087		28,10						
7			t3 = 9	V0 = 1,30	1,17	Y0 = 0,103	0,098	27,40					27,47	0,00349
8				V1 = 0,97		Y1 = 0,103		27,50						
9				V2 = 1,23		Y2 = 0,087		27,50						
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0,73	0,91	Y0 = 0,097	0,087	26,63	26,76	0,00311				
11				V1 = 0,73		Y1 = 0,083		26,80						
12				V2 = 1,27		Y2 = 0,080		26,83						
13			t2 = 6	V0 = 0,87	0,90	Y0 = 0,090	0,089	27,50			27,50	0,00343		
14				V1 = 0,80		Y1 = 0,100		27,50						
15				V2 = 1,03		Y2 = 0,077		27,50						
16			t3 = 9	V0 = 0,73	0,88	Y0 = 0,080	0,087	26,93					27,02	0,00384
17				V1 = 0,73		Y1 = 0,090		27,03						
18				V2 = 1,17		Y2 = 0,090		27,10						
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0,97	0,82	Y0 = 0,097	0,092	26,43	26,67	0,00375				
20				V1 = 0,70		Y1 = 0,100		26,70						
21				V2 = 0,80		Y2 = 0,080		26,87						
22			t2 = 6	V0 = 0,80	0,83	Y0 = 0,103	0,098	26,80			26,89	0,00419		
23				V1 = 0,70		Y1 = 0,103		26,90						
24				V2 = 1,00		Y2 = 0,087		26,97						
25			t3 = 9	V0 = 0,80	0,80	Y0 = 0,097	0,094	26,80					26,90	0,0044
26				V1 = 0,70		Y1 = 0,100		26,90						
27				V2 = 0,90		Y2 = 0,087		27,00						

Keterangan Rumus :

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

Lampiran 13

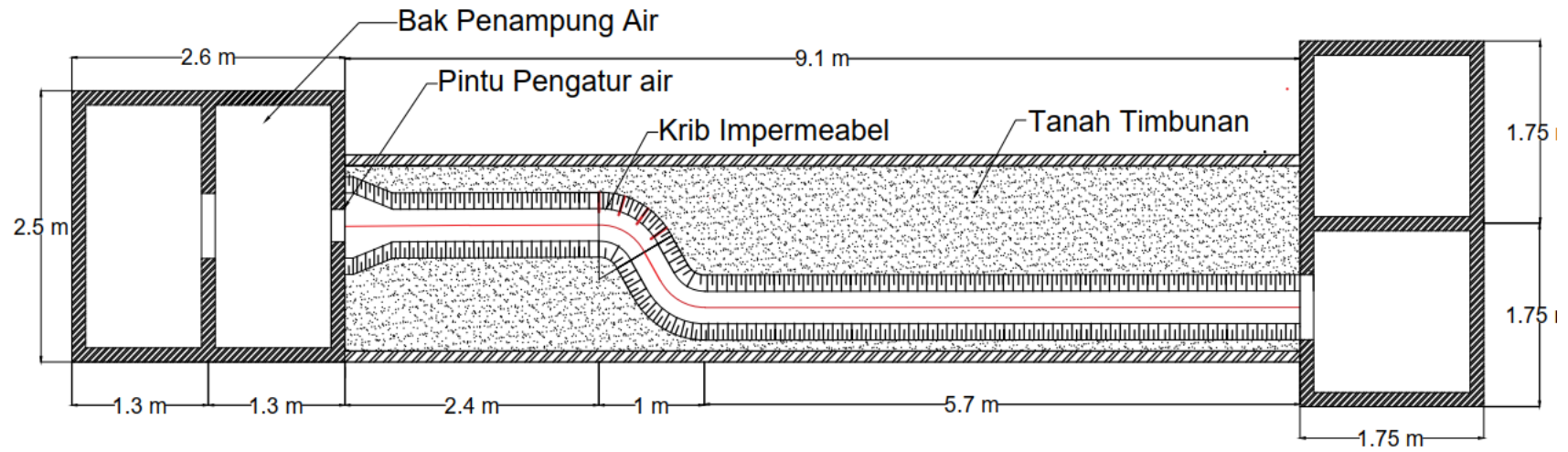
Tabel Viskositas Kinematik sebagai Hubungan Fungsi Suhu

T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(°)
ν	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

DETAIL DENAH SALURAN



Denah Saluran
Skala 1 cm : 50 cm

Lampiran 15

1. Penentuan Dimensi Krib

1). Tinggi Krib (T)

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

2). Panjang Krib (Lb)

Penetapan panjang krib menggunakan sesuai penjelasan pada bab II bahwa pada umumnya panjang krib 10% dari dasar sungai.

Diketahui :

(1). Lebar Saluran (b) : 0.3 m

(2). Panjang Krib (Lb) : 10% x 0.3 = 0.03 m

3). Jarak antar Krib (L)

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

1). Perhitungan Koefisien *Chezy*

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

$$R = A/P$$

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

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

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

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

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 Maksimun 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 $0.30 \text{ m} < 12.90 \text{ m}$

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

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

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

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

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

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

Berdasarkan data – data hasil penelitian diatas maka dapat dihitung bilangan *Froude* (Fr) dan bilangan *Reynold* (Re) pada sudut 50° sebagai berikut.

Pehitungan Luas Penampang (A)

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

$$\text{Dimana : } B = 0,3 \text{ m, } y = (0,073+0,087+0,077)/3 = 0,079 \text{ m, } m = 0,5 \text{ m}$$

$$A = (0,30 + 0,5 \times 0,079) \times 0,079 = 0,0268 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,3 + 2. 0,079 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,476 \text{ m}$$

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

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

$$R = 0,0268/0,476 = 0,056 \text{ m}$$

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

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

$$F_R = \frac{0,978}{\sqrt{9,8 \cdot 0,079}} = 1,112$$

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

$$\text{Rumus : } Re = \frac{vR}{\nu}$$

$$\text{Dimana : } \nu = 0,000000806 \text{ (29,544}^\circ\text{)}$$

$$Re = \frac{0,98 \cdot 0,056}{0,000000806} = 67927,237$$

Untuk perhitungan Bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* pada setiap tanpa pemasangan dan pemasangan krib impermeabel dengan sudut yang berbeda dapat dilihat pada tabel 6 sampai table 13 pada halaman 51 sampai halaman 53.

Lampiran 16

Pembersihan Lokasi Penelitian



. Proses Pembersihan Lokasi Penelitian

Penimbunan dan Pemadatan Tanah



Proses Penimbangan sampel tanah



Proses Penyaringan

Lampiran 17

Penimbunan dan Pemadatan Tanah



Proses Pembentukan Lokasi Penelitian



Proses Pemadatan Timbunan

Pembuatan Model Saluran



Proses Penggalian Saluran



Pembentukan Kemiringan Saluran

Lampiran 18



Denah Saluran

Pembuatan Bak Penampungan



Proses Pembuatan Bak
Penampungan



Bak Penampungan

Lampiran 19

Pembuatan Pintu Thompson (V-Notch)



Proses Rancangan Pelimpah Thompson



Proses Pembuatan Pelimpah Thompson

Perakitan Krib



Proses Pembuatan Krib



Model Krib Impermeabel

Lampiran 20

Pemasangan Krib pada Tikungan Saluran



Proses Pemasangan Krib
Impermeabel



Model Pemasangan

Running dan Pengambilan Data



Proses Pengaliran



Proses Pengukuran Kedalaman
aliran

Lampiran 21



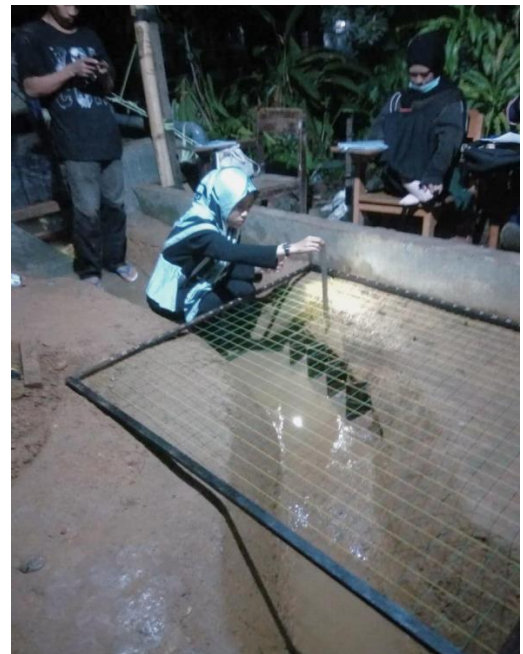
Proses pencatatan hasil kecepatan



Alat Ukur Kecepatan *Flow Watch*



Proses Pemasangan Grid



Proses Pengukuran topografi saluran