

SKRIPSI

**PENGARUH PANJANG KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL
TERHADAP GERUSAN BELOKAN SUNGAI**

(STUDI EKSPERIMENTAL)



Oleh :

NOVI ANRIANI

105 81 2269 14

KASMAWATI

105 81 2270 14

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

2019

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

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

NOVI ANRIANI

105 81 2269 14

KASMAWATI

105 81 2270 14

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

2019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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



HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : PENGARUH PANJANG KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL
TERHADAP GERUSAN BELOKAN SUNGAI (STUDI
EKSPERIMENTAL).

Nama : NOVI ANRIANI
KASMAWATI

No. Stambuk : 105 81 2269 14
105 81 2270 14

Makassar, 12 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sipil

Andi Mardul 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 Novi Anriani dengan nomor induk Mahasiswa 10581226914 dan Kasmawati dengan nomor induk Mahasiswa 10581227014, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019.

Makassar, 07 Jumadil Akhir 1440 H
12 Februari 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Asyad Thaha, MT

2. Penguji

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

b. Sekretaris : Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT.

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

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

3. Ir. Mahmuddin, ST., MT.

Mergetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

Pembimbing II

Amrullah Mansida, ST., MT.

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM 855 500

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

Novi Anriani¹⁾ dan Kasmawati²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
andrianinovi2111@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Kasmawatitamrin01@gmail.com

Abstrak

Pengaruh panjang krib bambu tipe permeabel terhadap gerusan belokan sungai dibimbing oleh Ratna Musa dan Amrullah Mansida. Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan Gerusan tebing sungai menambah sedimentasi di dasar sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang krib bambu tipe terhadap karakteristik aliran dan mengetahui pengaruh panjang krib bambu tipe permeable terhadap gerusan. Dari hasil penelitian menunjukkan besar volume gerusan setelah pemasangan krib untuk panjang 0.03 (t) 3 yaitu 0,00519 (m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00545 (m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00558 (m³). Dan untuk panjang 0.10 pada waktu (t) 3 yaitu 0,00546 (m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00573 (m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00598 (m³). Dan untuk panjang 0.15 pada waktu (t) 3 yaitu 0,00625 (m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00650 (m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00675 (m³). Panjang krib permeable menunjukkan bahwa semakin panjang krib permeable maka jumlah volume gerusan (Vg) semakin besar. Hal ini diakibatkan karena krib yang lebih panjang mengakibatkan terjadinya turbulensi sehingga terjadi gerusan yang lebih besar.

kata kunci : Permeabel, Panjang Krib, Sungai.

Abstract

The influence of permeable type of bamboo crib on river turn scour was guided by Ratna Musa and Amrullah Mansida. Damage to the Watershed (DAS) causes the erosion of river banks to add sedimentation to the riverbed. This study aims to determine the effect of type of bamboo crib length on flow characteristics and to determine the effect of permeable type bamboo crib on scour. From the results of the study showed scour volume after installation of cribs for length 0.03 (t) 3 which is 0.00519 (m³), at time (t) 6 which is 0.00545 (m³), at time (t) 9 which is 0.00558 (m³). And for length 0.10 at time (t) 3 which is 0.00546 (m³), at time (t) 6 which is 0.00573 (m³), at time (t) 9 which is 0.00598 (m³). And for length 0.15 at time (t) 3 which is 0.00625 (m³), at the time (t) 6 which is 0.00650 (m³), at time (t) 9 is 0.00675 (m³). Length of permeable crib indicates that the longer the permeable crib is, the greater the volume of scour (Vg). This is caused by a longer crib causing turbulence resulting in greater scouring.

keywords: Permeable, Krib Length, River.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“Pengaruh Panjang Krib Bambu Permeabel Terhadap Gerusan Belokan Sungai (STUDI EKSPERIMENTAL)”**.

Tugas ini terwujud berka adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT selaku pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, ST., MT selaku pembimbing II, yang telah

4. meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa serta pengorbanannya kepada penulis.
7. Rekan-rekan penelitian, Juju, Iman, Syafaat, Kurni, Anita, Yayu, Hairil, Erwin, Gul, Budi, Akbar, Risman, yang banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2014.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis akan sangat menghargai saran dan kritik sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam upaya penyempurnaan laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Wassalamu`alaikum, Wr. Wb.

Makassar, Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI SINGKATAN.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	7
A. Sungai.....	7
1. Definisi Sungai.....	7
2. Morfologi Sungai.....	8

3. Perilaku Sungai.....	10
4. Bentuk – Bentuk Sungai.....	11
5. Struktur Sungai.....	12
B. Hidrolika Sungai.....	14
1. Sifat – sifat Aliran.....	15
2. Regime Aliran.....	18
3. Kecepatan Aliran.....	19
4. Debit Aliran.....	21
C. Hukum Dasar Model.....	23
1. Model Eksperimental.....	23
2. Model Prototipe	24
3. Model Numerik	24
D. Skala Model	25
1. Umum	25
2. Jenis Model	26
E. Distribusi Ukuran Butir	27
F. Proses Gerusan pada Tebing Sungai.....	29
G. Penanggulangan Gerusan Tebing Sungai Dengan Vegetasi.....	29
H. Bangunan Krib.....	31
1. Definisi Krib.....	31
2. Konstruksi Krib.....	32

3. Klasifikasi Krib.....	34
4. Fungsi Krib.....	37
5. Perencanaan Krib.....	37
6. Formasi Krib.....	39
7. Dimensi Krib.....	39
I. Matriks Penelitian Terdahulu.....	44
BAB III. METODE PENELITIAN.....	48
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	48
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	48
C. Alat dan Bahan.....	49
1. Alat.....	49
2. Bahan.....	50
D. Variabel Penelitian.....	50
E. Tahapan Penelitian.....	50
1. Persiapan.....	50
2. Perancangan Model.....	51
3. Pembuatan Model.....	53
4. Pengambilan Data.....	54
5. Metode Analisis.....	55
F. Bagan Alur Penelitian.....	57
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58

A. Deskripsi Data Hasil Penelitian.....	58
B. Analisis Data.....	59
1. Penentuan Dimensi krib	59
2. Perhitungan Debit Thompson	60
C. Perhitungan Karakteristik Aliran.....	61
D. Kontur Pola Gerusan pada Pemasangan Panjang Krib	
Permeabel	67
1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1.....	67
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2.....	68
3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3.....	70
E. Analisis Pengaruh Panjang Krib Permeabel.....	71
1. Analisis Hubungan Debit Terhadap Voume Gerusan pada Pengaliran Tanpa Krib	71
2. Analisis Hubungan Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran dengan Krib Permeabel	74
BAB V. PENUTUP.....	78
1. Kesimpulan.....	78
2. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN 1.....	82
LAMPIRAN 2.....	83
LAMPIRAN 3.....	84

LAMPIRAN 4.....	85
LAMPIRAN 5.....	86
LAMPIRAN 6.....	87
LAMPIRAN 7.....	88
LAMPIRAN 8.....	89
LAMPIRAN 9.....	90
LAMPIRAN 10.....	91
LAMPIRAN 11.....	92
LAMPIRAN 12.....	93
LAMPIRAN 13.....	94
LAMPIRAN 14.....	95
LAMPIRAN 15.....	96
LAMPIRAN 16.....	97
LAMPIRAN 17.....	98
LAMPIRAN 18.....	99
LAMPIRAN 19	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai...	9
Gambar 2 : Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah.....	11
Gambar 3 : Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi.....	12
Gambar 4 : Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar Salura	20
Gambar 5 : Distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk saluran.....	20
Gambar 6 : Sekat Ukur Thompson atau V-notch.....	22
Gambar 7 : Konstruksi krib tiang pancang.....	32
Gambar 8 : Konstruksi krib rangka.....	33
Gambar 9 : Konstruksi krib blok beton.....	34
Gambar 10: Konstruksi Krib <i>Permeabel</i>	35
Gambar 11: Konstruksi Krib <i>Impermeabel</i>	36
Gambar 12: Formasi Krib	39
Gambar 13: Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir	40
Gambar 14: Denah Saluran	51
Gambar 15: Potongan Memanjang Saluran	52
Gambar 16: Potongan Melintang Saluran	52
Gambar 17: Model Krib Permeabel	52
Gambar 18 : Panjang Pemasangan Krib Permeabel	53
Gambar 19: Bagan Alur Penelitian	57

Gambar 20: Kontur Tanpa Krib Q1.....	67
Gambar 21: Kontur Pemasangan Krib Panjang 3 cm Q1.....	67
Gambar 22: Kontur Pemasangan Krib Panjang 10 cm Q1.....	67
Gambar 23: Kontur Pemasangan Krib Panjang 15 cm Q1.....	67
Gambar 24: Kontur Tanpa Krib Q2.....	68
Gambar 25: Kontur Pemasangan Krib Panjang 3 cm Q2	68
Gambar 26: Kontur Pemasangan Krib Panjang 10 cm Q2.....	69
Gambar 27: Kontur Pemasangan Krib Panjang 15 cm Q2.....	69
Gambar 28: Kontur Tanpa Krib Q3.....	70
Gambar 29: Kontur Pemasangan Krib Panjang 3 cm Q3	70
Gambar 30: Kontur Pemasangan Krib Panjang 10 cm Q3.....	70
Gambar 31: Kontur Pemasangan Krib Panjang 15 cm Q3.....	70
Gambar 32: Grafik Hubungan Debit dengan Volume Gerusan pada Waktu Pengaliran 3 Menit Tanpa krib	72
Gambar 33: Grafik Hubungan Debit dengan Volume Gerusan pada Waktu Pengaliran 6 Menit Tanpa krib	73
Gambar 34: Grafik Hubungan Debit dengan Volume Gerusan pada Waktu Pengaliran 9 Menit Tanpa krib	73
Gambar 35: Grafik Hubungan Debit dengan Volume Gerusan pada Waktu Pengaliran 3 Menit dengan Krib Permeabel	75
Gambar 36: Grafik Hubungan Debit dengan Volume Gerusan pada Waktu Pengaliran 6 Menit dengan Krib Permeabel	76
Gambar 37: Grafik Hubungan Debit dengan Volume Gerusan pada Waktu Pengaliran 9 Menit dengan Krib Permeabel	77

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1	: Menghitung Biangan <i>Reynold</i>	16
Persamaan 2	: Menghitung Bilangan <i>Froude</i>	18
Persamaan 3	: Menghitung Debit	21
Persamaan 4	: Lebar Muka Air	22
Persamaan 5	: Panjang Pias	22
Persamaan 6	: Luas Pias	22
Persamaan 7	: Kecepatan Air melalui Pias	22
Persamaan 8	: Debit Aliran melalui Pias	22
Persamaan 9	: Integrasi Debit Aliran.....	23
Persamaan 10	: Integrasi Debit Aliran.....	23
Persamaan 11	: Integrasi Debit Aliran.....	23
Persamaan 12	: Integrasi Debit Aliran.....	23
Persamaan 13	: Debit Aliran.....	23
Persamaan 14	: Jarak antar Krib.....	42
Persamaan 15	: Koefisien Chezy	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Klasifikasi Ukuran Butir menurut Wentworth	27
Tabel 2 : Tabel Bazin untuk Koefisien yang Tergantung pada Kekasaran Dinding	43
Tabel 3 : Tabel Matriks Penelitian Terdahulu.....	44
Tabel 4 : Perhitungan Debit Aliran untuk Tinggi Bukaannya Pintu Thompson.....	61
Tabel 5 : Perhitungan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> tanpa Pemasangan Krib permeabel.....	62
Tabel 6 : Perhitungan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> untuk Pemasangan Krib Permeabel dengan Panjang 3 cm	63
Tabel 7 : Perhitungan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> untuk Pemasangan Krib Permeabel dengan Panjang 10 cm.....	63
Tabel 8 : Perhitungan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> untuk Pemasangan Krib Permeabel dengan Panjang 15 cm.....	63
Tabel 9 : Perhitungan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> tanpa Pemasangan Krib permeabel.....	64
Tabel 10: Perhitungan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> untuk Pemasangan Krib Permeabel dengan Panjang 3 cm.....	64
Tabel 11: Perhitungan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> untuk Pemasangan Krib Permeabel dengan Panjang 10 cm.....	65
Tabel 12: Perhitungan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> untuk Pemasangan Krib Permeabel dengan Panjang 15 cm.....	65
Tabel 13: Rekapitulasi Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> dan Bilangan <i>Reynold</i>	66
Tabel 14: Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran Tanpa Krib.....	72
Tabel 15: Rekapitulasi Pengaruh Debit terhadap Volume Gerusan Pada pengaliran dengan Krib Permeabel	74

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

Indonesia merupakan Negara yang memiliki banyak sungai dan anak – anak sungai yang memiliki potensi untuk menyediakan sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat. Saat ini Indonesia memiliki sedikitnya 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5.5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.537 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km². Selain mempunyai fungsi hidrologis, sungai juga memiliki peran penting dalam menjaga keanekaragaman hayati, nilai ekonomi, budaya, transportasi, dan lainnya. (A. Abd. Rahim, 2017).

Saat ini sebagian Daerah Aliran Sungai di Indonesia mengalami kerusakan sungai sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan, penambahan jumlah penduduk serta kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan DAS. Gejala kerusakan lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dilihat dari penyusutan luas hutan dan kerusakan lahan terutama kawasan lindung di sekitar Daerah Aliran Sungai.

Dampak kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terjadi mengakibatkan kondisi kuantitas (debit) air sungai menjadi fluktuatif antara musim penghujan dan kemarau. Selain itu juga penurunan cadangan air serta tingginya laju sedimentasi dan erosi. Dampak yang dirasakan kemudian adalah terjadinya kekeringan dimusim kemarau dan banjir dimusim penghujan.

Sungai merupakan suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah dan memiliki bentuk-bentuk yang berbeda-beda, seperti halnya sungai yang bercabang dan berbelok-belok. Sungai sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, sehingga keadaan sungai perlu dijaga agar tetap berada pada kondisi yang baik. Pada sungai sering mengalami perubahan morfologi yang diakibatkan oleh adanya faktor alam maupun faktor campur tangan manusia. Faktor alam disebabkan oleh sungai itu sendiri dan faktor dari campur tangan manusia, seperti adanya perubahan tata guna lahan di daerah sungai tentunya dapat menjadi salah satu faktor yang dapat menimbulkan permasalahan pada sungai. Salah satu permasalahan yang sering terjadi yaitu gerusan ditebing sungai.

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

Pengelolaan gerusan sungai yang tidak alami dapat merusak daerah aliran sungai, pengendalian yang cocok digunakan adalah dengan konsep ramah lingkungan yaitu menggunakan batang pohon bambu selain murah juga mudah cara pelaksanaannya karena menggunakan vegetasi setempat.

Dengan demikian krib batang pohon bamboo ini juga dapat merubah suatu pola aliran, demikian juga penggunaan variasi panjang krib berpengaruh pada karakteristik aliran dan gerusan sungai. Karena uraian tersebut mengkhususkan pada pembahasan mengenai variasi panjang krib bamboo dengan konsep ramah lingkungan. Oleh karena itu penulis akan mengadakan penelitian dengan judul :**“Pengaruh Panjang Bangunan Krib Bambu Permeabel Terhadap Gerusan Belokan Sungai”**.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh panjang krib bambu permeabel terhadap karakteristik aliran?
- 2) Bagaimana pengaruh panjang krib bambu terhadap gerusan tebing sungai?

C. Tujuan Penelitian

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

- 1) Mengetahui pengaruh panjang krib bambu permeabel terhadap karakteristik aliran.
- 2) Mengetahui pengaruh panjang krib bambu terhadap gerusan tebing sungai.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini dapat menjadi referensi khususnya bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian terkait mengenai penanggulangan gerusan tebing sungai menggunakan krib tipe permeabel.
- 2) Dapat digunakan oleh pihak pemerintah dalam menanggulangi gerusan tebing sungai menggunakan bangunan krib permeabel dengan konsep ramah lingkungan.
- 3) Dari penelitian ini dapat dipahami pentingnya menjaga perubahan morfologi sungai.
- 4) Dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan tersebut.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan variasi panjang krib yang optimal dalam penelitian tentang bangunan krib menggunakan bambu

maka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Tipe krib yang digunakan adalah krib permeabel.
- 2) Krib menggunakan batang pohon bambu.
- 3) Pemasangan krib permeabel diletakkan pada tikungan bagian luar saluran.
- 4) Variasi panjang bangunan krib permeable yaitu $1/10$, $1/3$, dan $1/2$ dari lebar dasar saluran.
- 5) Media dalam penelitian ini adalah saluran terbuka dengan bentuk trapesium.
- 6) Tidak meneliti tentang jenis tanah.

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, perilaku aliran di tikungan sungai, proses erosi pada tebing, gerusan, penanganan gerusan tebing dan kerangka pikir penelitian.

Bab III METODE PENELITIAN yang berisi tentang metode penelitian yang terdiri atas waktu dan tempat penelitian alat bahan, prosedur penelitian, gambar desain krib, dan flow chart penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN yang berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang analisa mengenai perubahan kecepatan aliran terhadap gerusan pada tebing dengan adanya krib *permeable* pada tikungan sungai.

Bab V PENUTUP yang berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

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

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

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

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

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

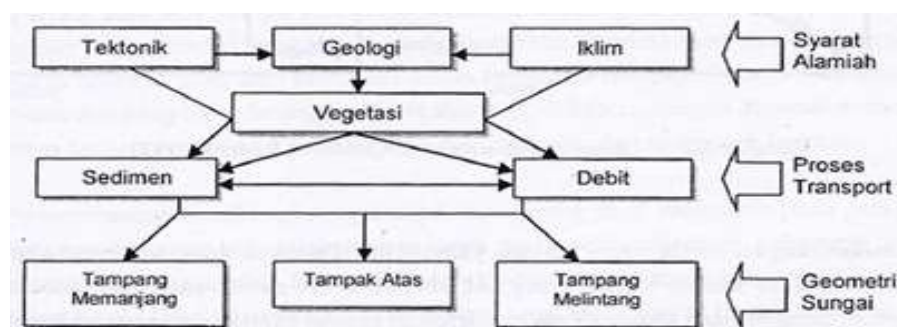
2. Morfologi Sungai

Faktor dominan yang berpengaruh terhadap pembentukan permukaan bumi adalah aliran air, termasuk di dalamnya sungai permukaan. Aliran air ini melintasi permukaan bumi dan membentuk alur aliran sungai atau *morfologi sungai* tertentu. Morfologi sungai tersebut

menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik - hidrologi, hidraulika, sedimen, dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi - flora dan fauna) daerah yang dilaluinya.

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

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



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

2009)

3. Perilaku Sungai

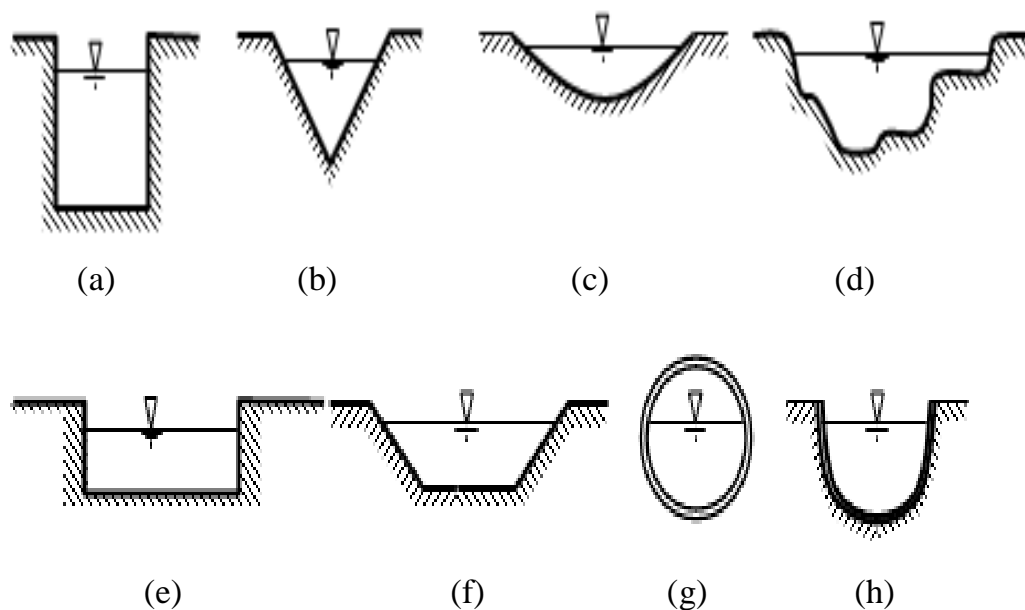
Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. Volume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

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

banjir, bersama dengan luapan air banjir tersebar dan mengendap secara luas membentuk dataran alluvial. Pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif, sehingga terbentuklah meander.

4. Bentuk – bentuk Sungai

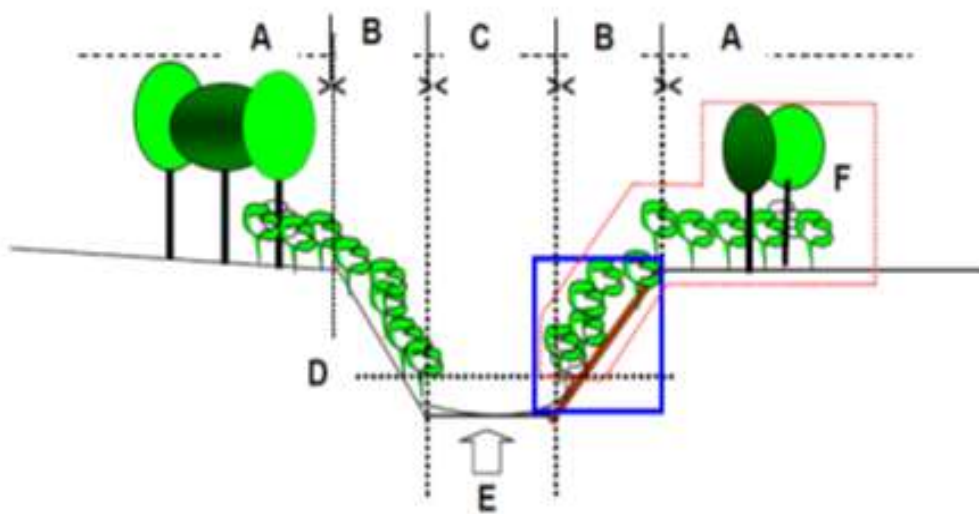
Bentuk – bentuk sungai Menurut Bambang Hardianto,dkk. (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.



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

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

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

Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya sangat tidak menentu. Dalam beberapa hal dapat dibuat anggapan pendekatan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengalaman sesungguhnya sedemikian rupa, sehingga persyaratan aliran pada saluran ini dapat diterima untuk menyelesaikan analisa 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 dikatakan seragam apabila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tetap dan tidak tetap tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Sedangkan aliran disebut berubah (*varied*), bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran. Aliran berubah dapat bersifat tetap maupun tak tetap (Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V).

2) Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran adalah laminer bila gaya kekentalan relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku cairan. Dalam aliran laminer butir-butir air seolah-olah

bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur dan lurus dan selapis cairan yang sangat tipis seperti menggelincir diatas lapisan disebelahnya. Sedangkan aliran turbulen adalah bila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya 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 (Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V)

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

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

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:

$R < 500$ = Aliran laminar

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

$R > 12,500$ = Aliran turbulen

3) Aliran kritis, subkritis, dan superkritis

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

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

(1) Aliran Kritis

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

(2) Aliran Subkritis

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

(3) Aliran Superkritis

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

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

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

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 laminer.

b. Superkritis-Laminer

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

c. Superkritis-Turbulen

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

d. Subkritis-Turbulen

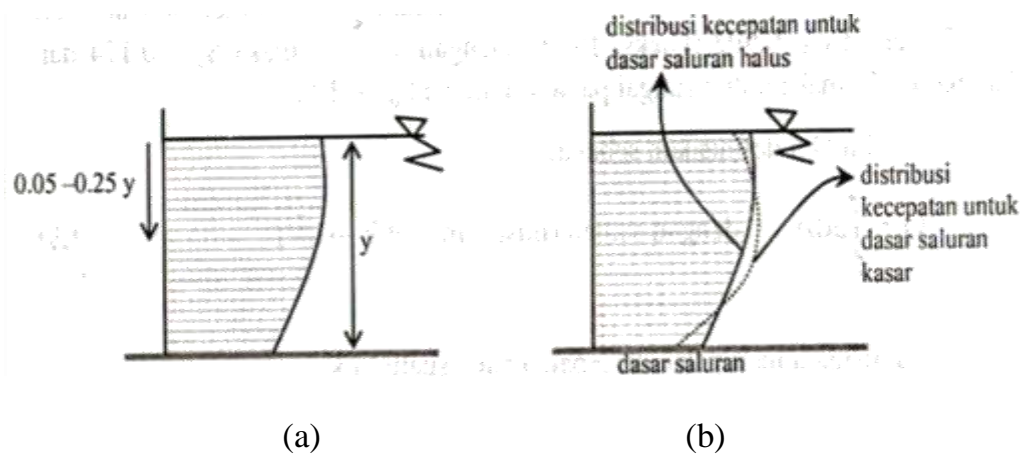
Apabila nilai bilangan Froude lebih kecil daripada satu dan nilai bilangan Reynolds berada pada rentang turbulen.

3. Kecepatan Aliran

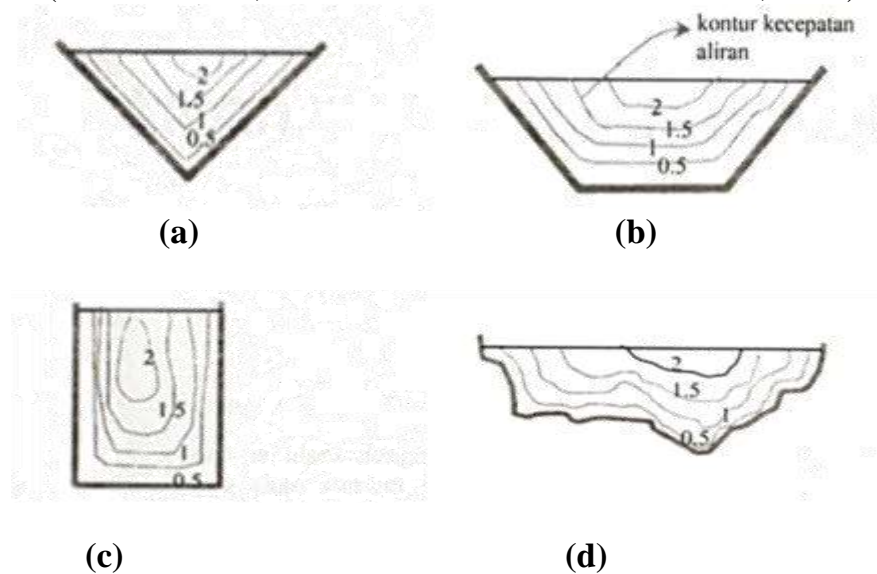
Kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air dan juga akibat gaya gesekan pada dinding saluran (dasar maupun tebing saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Addison, 1944; Chow 1959 dalam Robert.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

Selanjutnya Chow mengatakan bahwa kecepatan maksimum umumnya terjadi pada jarak 0,05 sampai 0,25 dikalikan kedalaman airnya dihitung dari permukaan air. Namun pada sungai yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maksimum terjadi pada permukaan air (Addison, 1994 dalam Robert. J Kodatie, 2009). Makin

sempit saluran kecepatan maximumnya makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi distribusi kecepatan.



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



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

4. Debit Aliran

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

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

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

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

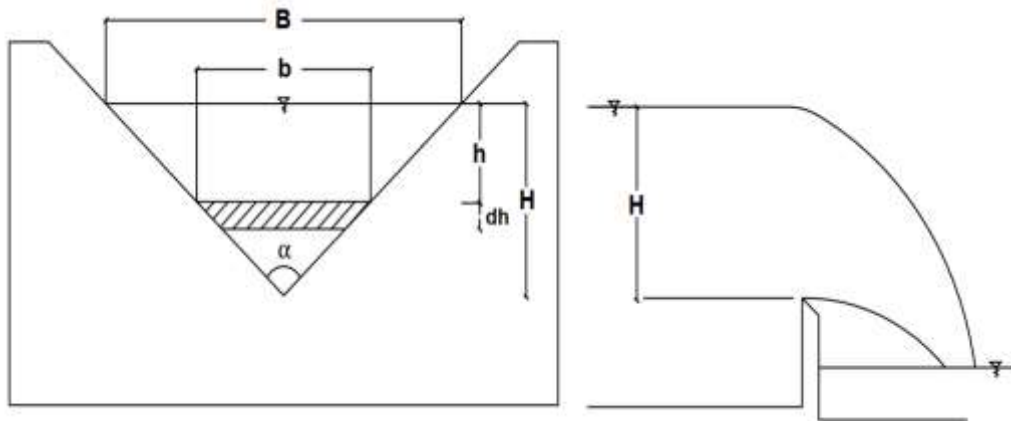
Dimana:

Q = debit aliran (m^3/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m^2)

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



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

Dari gambar tersebut, lebar muka air adalah :

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

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

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

Luas pias :

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

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

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

Debit aliran melalui pias :

$$dQ = Cd 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dh \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(8)$$

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalui

peluap:

$$Q = 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H - h) h^{1/2} dh \dots\dots\dots(9)$$

$$Q = 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \int_0^H H h^{1/2} - h^{3/2} dh \dots\dots\dots(10)$$

$$Q = 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \left[\frac{2}{3} H h^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H \dots\dots\dots(11)$$

$$Q = 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \left(\frac{2}{3} H^{5/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right) \dots\dots\dots(12)$$

$$Q = \frac{8}{15} C_d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana:

Q = debit aliran (m³/det)

y = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

θ = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)

Cd = Koefisien Thompson (Cd = 0,6)

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) 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

Menurut Bambang Triatmodjo, 2015 dalam buku Hidrolika II Konsep dasar pemodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di prototipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan sebangun (mirip) dengan yang ada di prototipe. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupa sebangun geometrik, sebangun kinematik dan sebangun dinamik.

3. Model Numerik

Model numerik adalah teknik untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan persamaan matematika yang diformulasikan sehingga

mendapatkan solusi berupa operasi aritmatika. Meskipun terdapat bermacam – macam jenis perhitungan numerik, perhitungan numerik memiliki satu karakteristik yaitu, selalu melibatkan persamaan yang banyak berkaitan dengan perhitungan aritmatika (Chapra, 1998 dalam skripsi Adhie Kurnia, 2011)

D. Skala Model

1. Umum

Menurut Bambang Triatmojo:2011, skala model dalam bidang hidrodinamik atau yang lebih dikenal dengan nama “Hidrolika Model” merupakan eksperimen mekanika fluida yang ditujukan untuk menyelesaikan problem-problem hidrolis dalam rekayasa praktis. Tes hidrolika model biasanya menggunakan air sebagai fluida model. Hal ini karena air mudah didapat dan mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan fluida-fluida lainnya.

Dalam merencanakan skala model ada beberapa kondisi yang harus dipenuhi, yaitu antara lain:

- a) Skala model harus disimulasi secara akurat, model harus mereproduksi dengan tepat fenomena alam yang distudi .
- b) Skala model harus sensitif, sensitivitas skala model harus disesuaikan dengan kebutuhan yang diinginkan dalam mereproduksi proses alam yang diamati.

- c) Skala model harus ekonomis, model yang terbaik bukanlah model yang terbesar, tetapi skala model yang juga memperhitungkan pertimbangan ekonomi.

2. Jenis Model

Menurut jurnal Suprijanto (2013), secara umum pengertian model adalah suatu untuk menciptakan suatu replika atau tiruan dari suatu fenomena atau peristiwa alam. Ada tiga jenis model yaitu model fisik, model analogi dan model matematik.

a) Model fisik

Pada model fisik replika atau tiruan tersebut dilaksanakan dengan menirukan domain/ruang/daerah dimana fenomena atau peristiwa alam itu terjadi. Tiruan domain ini dapat lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dengan domain aslinya di lapangan atau alam. Kecocokan dari model ini tergantung dari seberapa mungkin kesebangunan (geometris, kinematis dan dinamis) di alam dapat ditirukan dalam model. Contoh: model bendung, model bangunan pelimpah, model karburator.

b) Model analogi

Pada model analogi replika atau tiruan tersebut dilaksanakan dengan menganalogikan fenomena/peristiwa/alam dengan fenomenan atau peristiwa alam yang lain untuk kemudian dibuat model fisiknya. Misalnya

peristiwa aliran tanah dibawah bendung ditirukan dengan model yang menggunakan arus listrik.

c) Model matematik

Pada model matematik replika atau tiruan tersebut dilaksanakan dengan mendeskripsikan fenomena atau peristiwa alam dengan satu set persamaan. Kecocokan model terhadap fenomena atau peristiwa alamnya tergantung dari ketepatan simulasi persamaan matematis dalam mendeskripsikan fenomena atau peristiwa alam yang ditirukan.

E. 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 Ukuran Butir		Diameter partikel (mm)
Jenis	Ukuran	
1	2	3
Berangkal	Sangat besar	4096 – 2048
	Besar	2048 – 1024
	Sedang	1024 – 512
	Kecil	512 – 256
Kerakal	Besar	256 – 128
	Kecil	128 – 64

Tabel 1. Lanjutan

Klasifikasi Ukuran Butir		Diameter partikel (mm)
Jenis	Ukuran	
1	2	3
Koral (Kerikil besar)	Sangat besar	64 – 32
	Kasar	32 – 16
	Sedang	16 – 8
	Halus	8 – 4
Kerikil		4-2
Pasir	Sangat besar	2 – 1
	Kasar	1 – 0,5
	Sedang	0,5 – 0,25
	Halus	0,25 – 0,125
	Sangat Halus	0,125 – 0,062
Lumpur	Kasar	0,062 – 0,031
	Sedang	0,031 – 0,016
	Halus	0,016 – 0,008
	Sangat Halus	0,008 – 0,004
Lempung	Kasar	0,004 – 0,002
	Sedang	0,002 – 0,001
	Halus	0,001 – 0,0005
	Sangat Halus	0,0005 – 0,00024

Sumber : Muhammad Arsyad Thaha (2006)

F. Proses Gerusan pada Tebing Sungai

Gerusan adalah fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran air pada dasar dan tebing saluran alluvial atau proses menurunnya atau semakin dalamnya dasar sungai di bawah elevasi permukaan alami (datum) karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Hoffmans and Verheij 1997).

Gerusan dapat dibagi menjadi :

1. Gerusan umum (general scour), gerusan yang terjadi akibat dari proses alam dan tidak berkaitan sama sekali dengan ada tidaknya bangunan sungai.
2. Gerusan di lokalisir (constriction scour), gerusan yang diakibatkan penyempitan alur sungai sehingga aliran menjadi terpusat.
3. Gerusan local (local scour), merupakan akibat langsung dari struktur pola alur sungai.

G. Penanggulangan Gerusan Tebing Sungai Dengan Vegetasi

Dalam buku ajar Teknik Sungai Amrullah Mansida, 2015 Bangunan pelindung tebing sungai umumnya digunakan teknik pelindung tebing konvensional adalah perkerasan tebing dengan pasangan batu atau batu kosong. Konstruksi seperti ini membuat seluruh permukaan tebing tertutup sehingga menurunkan factor kekasaran dinding (dinding menjadi relative halus) dan memperpendek alur sungai.

Pemilihan jenis vegetasi untuk perlindungan tebing paling tepat adalah dengan menggunakan tanaman-tanaman atau vegetasi local (setempat). Vegetasi setempat yang ada disepanjang alur sungai dapat di

identifikasi dan dipilih yang paling sesuai untuk keperluan pelindung tebing sungai. Sungai dengan vegetasi bambu misalnya, memiliki konfigurasi selang-seling.

Bambu adalah tanaman dengan laju pertumbuhan tertinggi di dunia, dilaporkan tumbuh 100 cm (39 in) dalam 24 jam. Namun laju pertumbuhan ini amat ditentukan dari kondisi tanah local, iklim, dan jenis spesies. Laju pertumbuhan yang paling umum adalah sekitar 3-10 cm (1,2-3,9 in) per hari. Di wilayah yang kini disebut dengan Asia. Beberapa dari spesies bambu terbesar dapat tumbuh hingga melebihi 30 m (98 ft) tingginya, dan bias mencapai diameter batang 15-20 cm (5,9-7,9 in). Namun spesies tertentu hanya bisa tumbuh hingga ketinggian beberapa inci saja (David Farrelly, 1984).

Bambu mempunyai konfigurasi yang unik, tumbuh secara berselang-seling (bisa terdiri dari satu rumpun atau beberapa rumpun). Arah kecepatan air tepat mengenai tebing yang di tumbuh pohon bambu tersebut. Hal ini memberikan suatu gambaran bahwa formasi bambu mengikuti sistem energi minimum. Sistem ini selalu berusaha mereduksi setiap energy aliran yang mengenai sistem semaksimal mungkin sedangkan resistensi masing-masing rumpun bambu tersebut minimal. Karakteristik selang-seling ini mudah diperiksa pada sungai dengan vegetasi bambu tidak terlalu lebat.

H. Bangunan Krib

1. Defenisi Krib

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

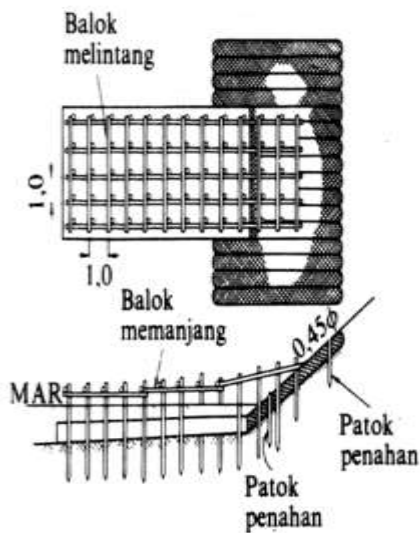
Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan krib yang berfungsi untuk mengarahkan aliran dan menghindarkan kuat arus dari sepanjang tepi sungai, termasuk pada belokan sungai perlindungan semacam ini merupakan perlindungan tak langsung.

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

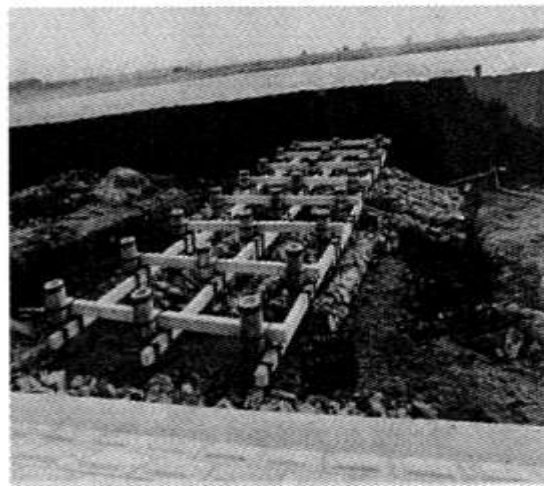
- 1) Mengatur arah arus sungai
- 2) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
- 3) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- 4) Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.

2. Konstruksi Krib

- a) 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.



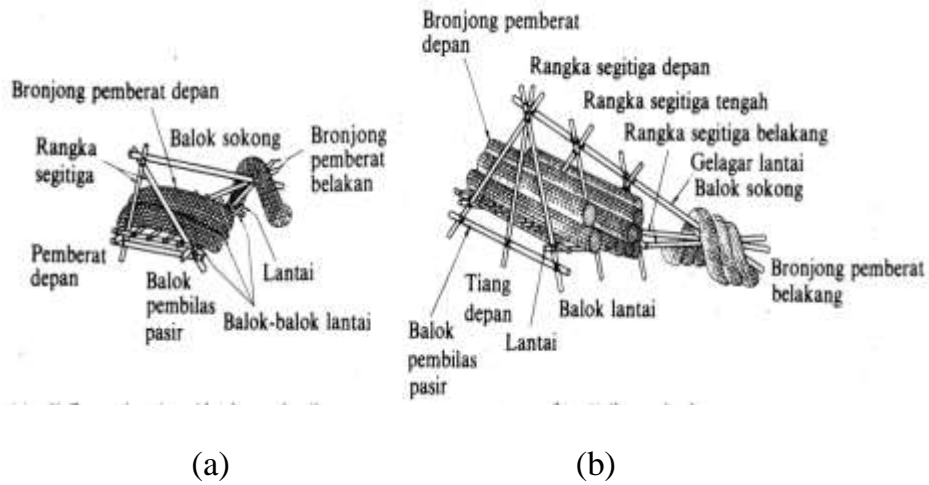
(a)



(b)

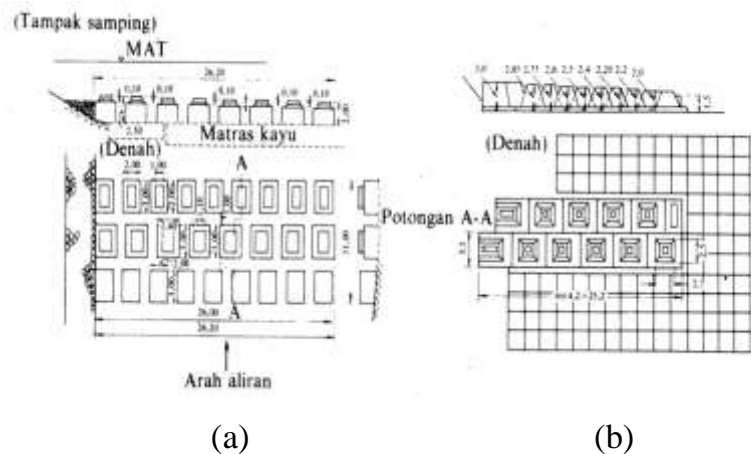
Gambar 7. Konstruksi krib pancang (a) Konstruksi Krib Tiang Pancang (b) Krib Tiang Pancang/Lokasi Pekerjaan Kering (Suyono Sosrodarsono, 2008).

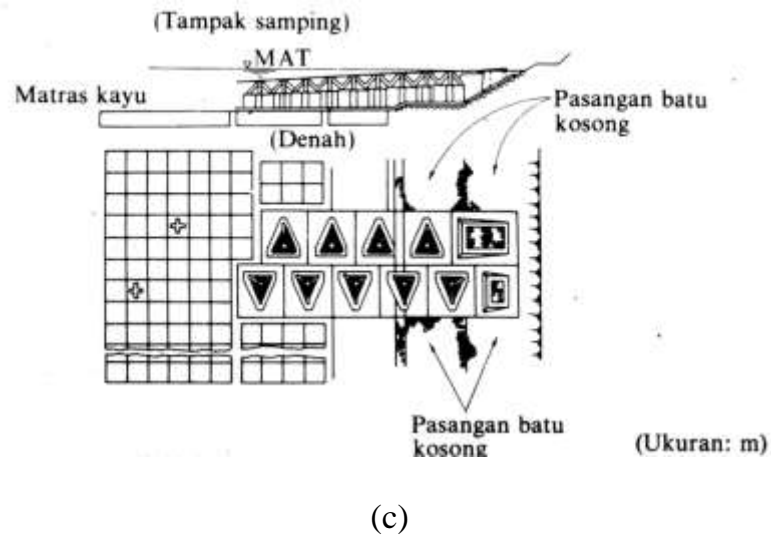
- b) Krib rangka adalah krib yang cocok untuk sungai-sungai yang dasarnya terdiri dari lapisan batu atau krikil yang sulit dipancang dan krib rangka ini mempunyai kemampuan bertahan yang lebih besar terhadap arus sungai dibandingkan dengan krib tiang pancang.



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

c) Krib blok beton mempunyai kekuatan yang baik dan awet serta sangat fleksibel dan umumnya dibangun pada bagian sungai yang arusnya deras. Bentuk dan denah krib serta berat masing-masing blok beton sangat bervariasi tergantung dari kondisi setempat antara lain dimensi serta kemiringan sungai dan penetapannya didasarkan pada contoh-contoh yang sudah ada atau pengalaman-pengalaman pada krib-krib sejenis yang pernah dibangun (Suyono Sosrodarsono, 2008).





Gambar 9. Konstruksi Krib Blok Beton (a) Tampak Samping (b) Tampak Atas (c) Tampak Samping (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.

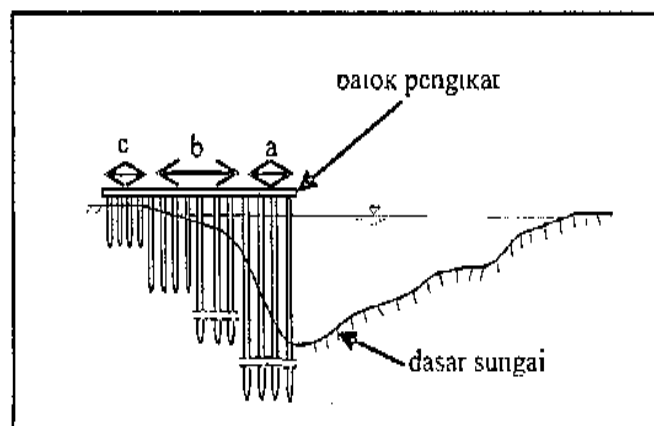
3. Klasifikasi Krib

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

mengalir melalui krib tersebut dan tipe *semi-permeabel* (*combined of both the permeabel type and the impermeabel type*). Berdasarkan formasinya, krib dapat diklasifikasikan ke dalam 2 tipe, yaitu tipe silang (*transversal type*) dan tipe memanjang (*longitudinal type*).

1) Krib *permeable*

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

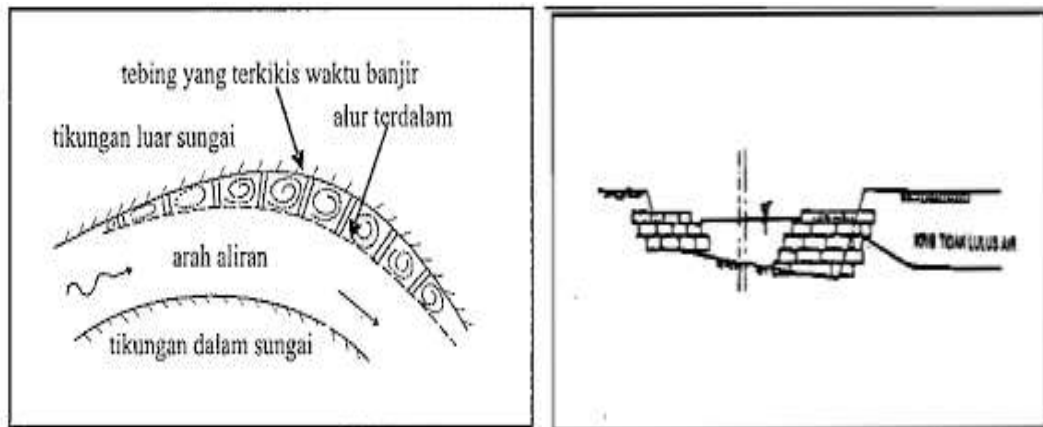


Gambar 10. Konstruksi krib *permeable*
(<http://civilersc09.files.wordpress.com>)

2) Krib *impermeable*

Krib dengan konstruksi tipe *impermeabel* yang disebut pula krib padat, karena air sungai tidak dapat mengalir melalui tubuh krib. Krib tipe ini dipergunakan untuk membelokkan arah arus sungai dan karenanya

sering terjadi gerusan yang cukup dalam di depan ujung krib tersebut atau bagian sungai di sebelah hilirnya.



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

3) Krib *semi-permeable*

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

4) Krib-krib silang dan memanjang

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

4. Fungsi Krib

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

5. Perencanaan krib

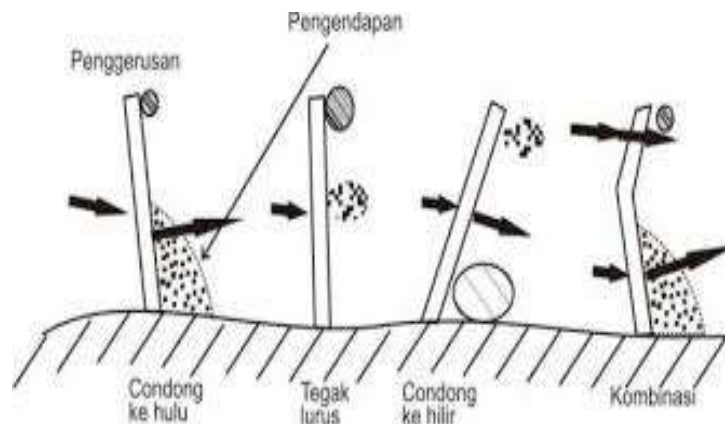
Dalam mempersiapkan perencanaan (*planning*) Krib, maka denah, bentuk memanjang, debit air sungai, kecepatan arus sungai, bahan-bahan dasar sungai haruslah disurvei, dipelajari dan ditelaah secara mendalam dan tipe krib serta metode pembuatannya ditetapkan secara empiris dengan memperhatikan pengalaman-pengalaman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

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

- 1) Mengingat metode pembuatan krib-krib sangat tergantung dari resim sungainya perlu diperoleh data mengenai pengalaman pembuatan krib pada sungai yang sama atau yang hampir sama, kemudahan pelaksanaannya dan besarnya pembiayaan.
- 2) Pada sungai-sungai yang terlalu lebar dan untuk mengurangi turbulensi aliran, maka permukaan air sungai normalnya harus dinaikkan sedemikian rupa dengan krib yang panjang, akan tetapi panjangnya harus dibatasi secukupnya, karena krib yang terlalu panjang disamping biaya pembangunannya lebih tinggi, pemeliharannya akan lebih mahal dan lebih sulit.
- 3) Jika krib yang akan dibangun antara lain untuk melindungi tebing sungai terhadap pukulan air, maka panjang krib sepanjang ini harus dibatasi, karena krib yang terlalu panjang akan menyebabkan timbulnya pukulan air pada tebing sungai disebelahnya.
- 4) Krib-krib tidak dapat berfungsi dengan baik pada sungai-sungai yang kecil atau yang sempit alurnya.
- 5) Apabila pembuatan krib-krib yang dimaksudkan untuk menaikkan permukaan normal air sungai, maka perlu dipertimbangkan kapasitasnya disaat terjadinya debit yang lebih besar atau debit banjir dan juga pertimbangan mengenai trase serta kapasitas alur sungai, guna mempertahankan stabilitas sungai secara keseluruhan.

6. Formasi Krib

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

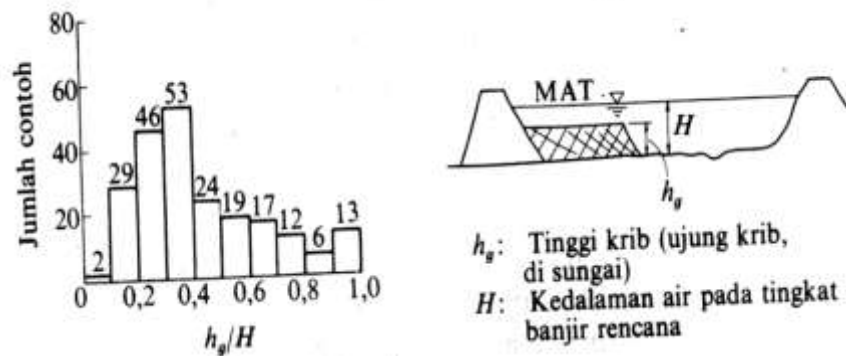


Gambar 12. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2015)

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 berbagai jenis krib yang telah dibangun dan berfungsi dengan baik, diperoleh angka perbandingan antara tinggi krib dan kedalaman air banjir (hg/h) sebesar 0.20 – 0.30 (Suyono Sosrodarsono, 2008).



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

2) Panjang Krib (Lb)

Ditetapkan secara empiris dimana panjang bangunan krib dibuat dari tebing sungai kearah tengah sungai. Berdasarkan hasil survei dan pengamatan antara panjang krib dan lebar sungai umumnya lebih kecil dari 10% 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. Krib memanjang adalah krib yang ditempatkan hampir sejajar dengan arah arus sungai dan biasanya digunakan untuk melindungi tebing alur sungai dan mengatur arah arus sungai agar alur sungai tidak mudah berpindah-pindah. (Suyono Sosrodarsono, 2008).

Panjang krib; hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan panjang adalah:

- a) Keadaan dan posisi tebing sungai yang ada dan tebing yang dikehendaki serta lebar sungai dan jarak antar krib yang dikehendaki.
- b) Jika L = panjang krib dan B = lebar sungai, maka L/B pada umumnya $\pm 10\%$.
- c) Panjang krib untuk pengarah arus tentukan sedemikian rupa sehingga didapatkan pola aliran baru sesuai dengan yang diharapkan; umumnya krib yang terlalu panjang akan berakibat kurang baik terhadap kestabilan sungai, sehingga harus ditentukan dengan sangat hati-hati.
- d) Perbandingan panjang krib dan jarak krib dibuat sedemikian rupa sehingga kecepatan arus di tepi tebing cukup aman untuk kestabilan tebing.
- e) Untuk krib yang berfungsi memperdalam alur bagi navigasi, panjang krib ditentukan oleh factor lebar dan kedalaman alur yang diperlukan untuk navigasi, material sedimen dan sifat aliran sungai.

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:

$$L < \alpha \frac{C^2 h}{2g} \dots\dots\dots (14)$$

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/det^2 ($\approx 9,8$)

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

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana : R = Jari-jari hidrolis

γ_B = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.

Tabel 2. Tabel 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. Sunghono kh, 1995

I. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

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

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

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

			kasus. Tahap keempat melakukan analisa untuk mendapatkan hubungan antar parameter tersebut.	bangunan krib tegak lurus dengan arah aliran.	tidak lagi perlu dilakukan dalam merencanakan bangunan krib tersebut.
6.	Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai)	Jeni Paresa, 2015	Rangkaian simulasi yang dilakukan dalam penelitian gerusan di belokan sungai diklasifikasikan dalam 2 kelompok parameter yaitu parameter simulasi dan parameter amatan. Parameter simulasi terdiri dari 3 variasi debit (Q), 3 panjang krib (L) yaitu 1/10 lebar sungai, 1/5 lebar sungai dan 1/3 lebar sungai serta 3 waktu pengaliran (t) yaitu 600 detik, 1200 detik dan 1800 detik.. Sedangkan parameter amatan adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi.	Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran $t = 1800$ detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (L_0) = 0.0462 m^3 dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_2 = 0,0306 \text{ m}^3$. Pada $Q_1 = 0,0185 \text{ m}^3/\text{det}$ pada $Q_2 = 0,0161$ maksimum pada kondisi tanpa krib (l_0) = 0.0586 m^3 dan volume gerusan minimum terjadih pada $L_1 = 0,0460 \text{ m}^3$. Setelah debit menjadi $Q_3 = 0,0185 \text{ m}^3/\text{det}$ didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (l_0) = 0.0555 m^3 dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_1 = 0,0177 \text{ m}^3$	Dari studi dapat disimpulkan: 1. 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. 2. Pengaruh waktu terhadap volume gerusan dan pengaruh panjang krib dengan volume gerusan dibuat dalam grafik dan memperlihatkan pengurangan volume gerusan paling minimum terjadi pada krib dengan panjang 1/5 lebar sungai pada waktu $T = 1800$ detik yaitu sebesar $V_s = 0,0177 \text{ m}^3$.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian dilakukan dalam waktu bulan September 2018 – Februari 2019.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

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

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu :

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

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

C. Alat dan Bahan

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

1. Alat

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

2. Bahan

- 1) Batang pohon bambu
- 2) Air tawar
- 3) Tanah timbunan
- 4) Kawat pengikat

D. Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian adalah :

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

E. Tahapan Penelitian

1. Persiapan

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

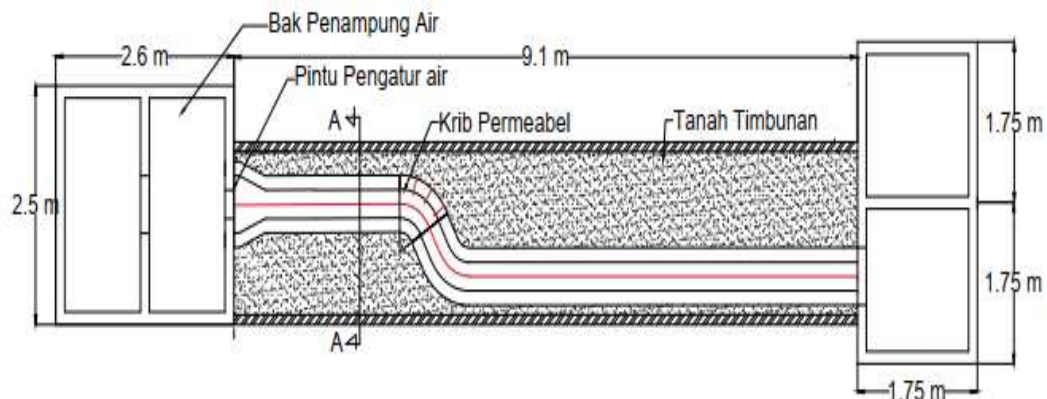
2. Perancangan Model

Parameter Pengamatan

- 1) Jumlah krib yang digunakan dalam penelitian yaitu 4 krib, baik pada panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm.
- 2) Jarak krib untuk panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm menggunakan jarak 30 cm.
- 3) Ukuran model krib bambu yang digunakan untuk panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm adalah diameter 1-2 cm.

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

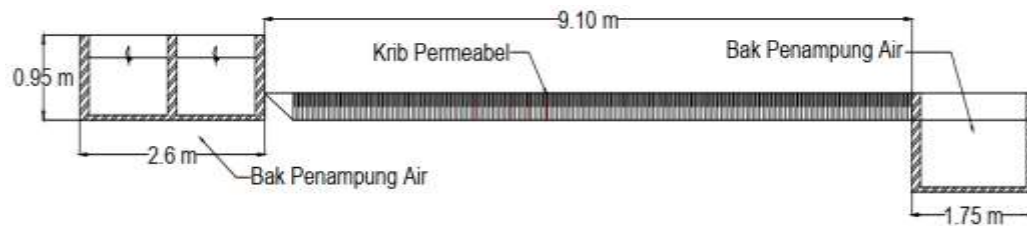
- 1) Denah saluran



Denah Saluran
| Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 14. Denah Saluran

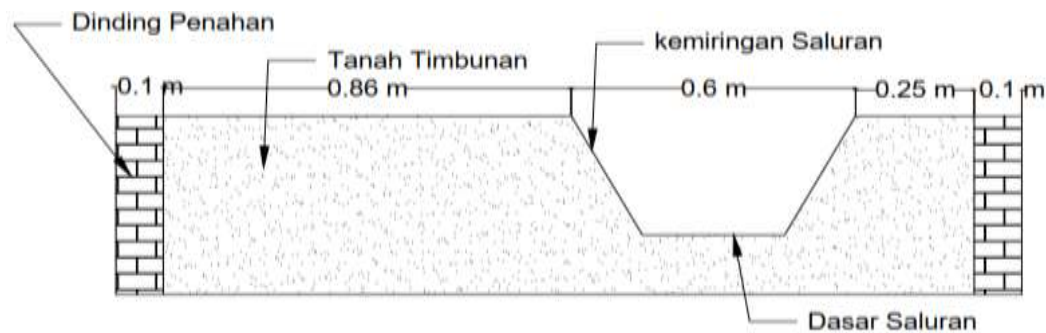
2) Potongan Memanjang Saluran



Potongan Memanjang Saluran
Skala 1 cm : 100 cm

Gambar 15. Potongan Memanjang Saluran

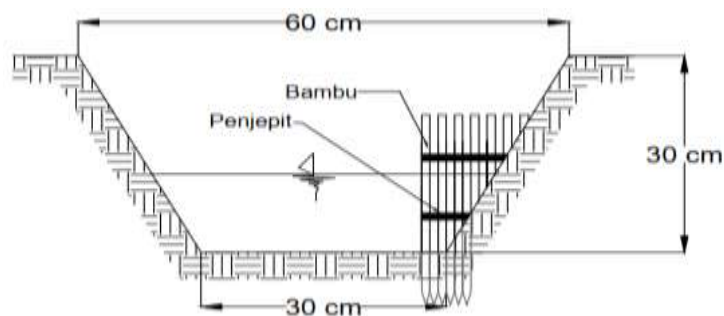
3) Potongan Melintang Saluran



Detail Potongan A-A
Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 16. Potongan Melintang Saluran.

4) Model Krib Permeabel



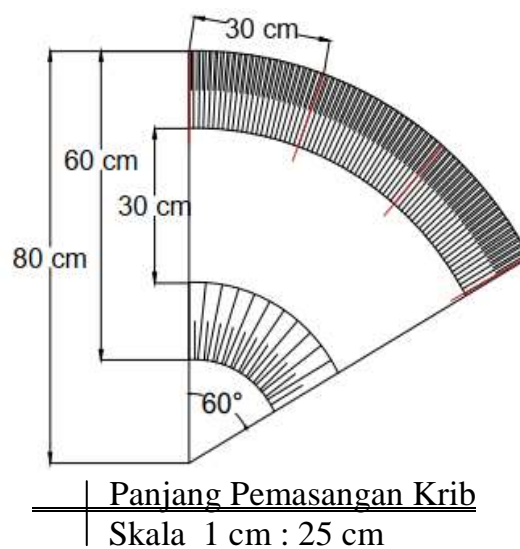
Det. Penampang Krib
Skala 1 cm : 10 cm

Gambar 17. Model Krib Permeabel

5) Pemasangan Panjang Krib Permeabel

Pemasangan panjang krib permeabel dengan panjang yang berbeda, yaitu $\frac{1}{10}$ lebar dasar sungai, $\frac{1}{3}$ lebar dasar sungai, dan $\frac{1}{2}$ lebar dasar sungai.

Berikut salah satu contoh gambar pemasangan panjang dengan panjang $\frac{1}{10}$ lebar dasar sungai :



Gambar 18. Model Krib Panjang 3 cm

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 dengan kemiringan 1:0,5.

(3) Pembuatan tikungan sungai dengan panjang jari-jari tikungan sebesar 60^0 dengan satu tikungan sungai.

2. Pembuatan model krib

(1) Krib menggunakan batang pohon bambu dengan diameter 1- 2 cm.

(2) Untuk penempatan dimensi krib didapat menggunakan ketentuan seperti yang terdapat pada bab II mengenai penentuan dimensi krib yang dilakukan pada saat mendapatkan data running kosong, dengan tinggi disesuaikan dengan tinggi muka air banjir atau tinggi bantaran sungai dan panjang krib yang bervariasi sehingga didapat dimensi sebagai berikut:

a) Tinggi krib (h) = 5 cm atau 0,05 m diatas muka air normal

b) Panjang krib (L_b) = $1/10$ dari lebar sungai, $1/3$ dari lebar sungai, dan $1/2$ dari lebar sungai.

c) Jarak antar krib dapat ditentukan secara empiris (Ernawan: 2007), dimana jarak antara masing-masing krib dengan menggunakan persamaan (5) atau dari penelitian sebelumnya.

4. Pengambilan Data

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

1) Data kecepatan aliran (v)

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

2) Data Gerusan

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

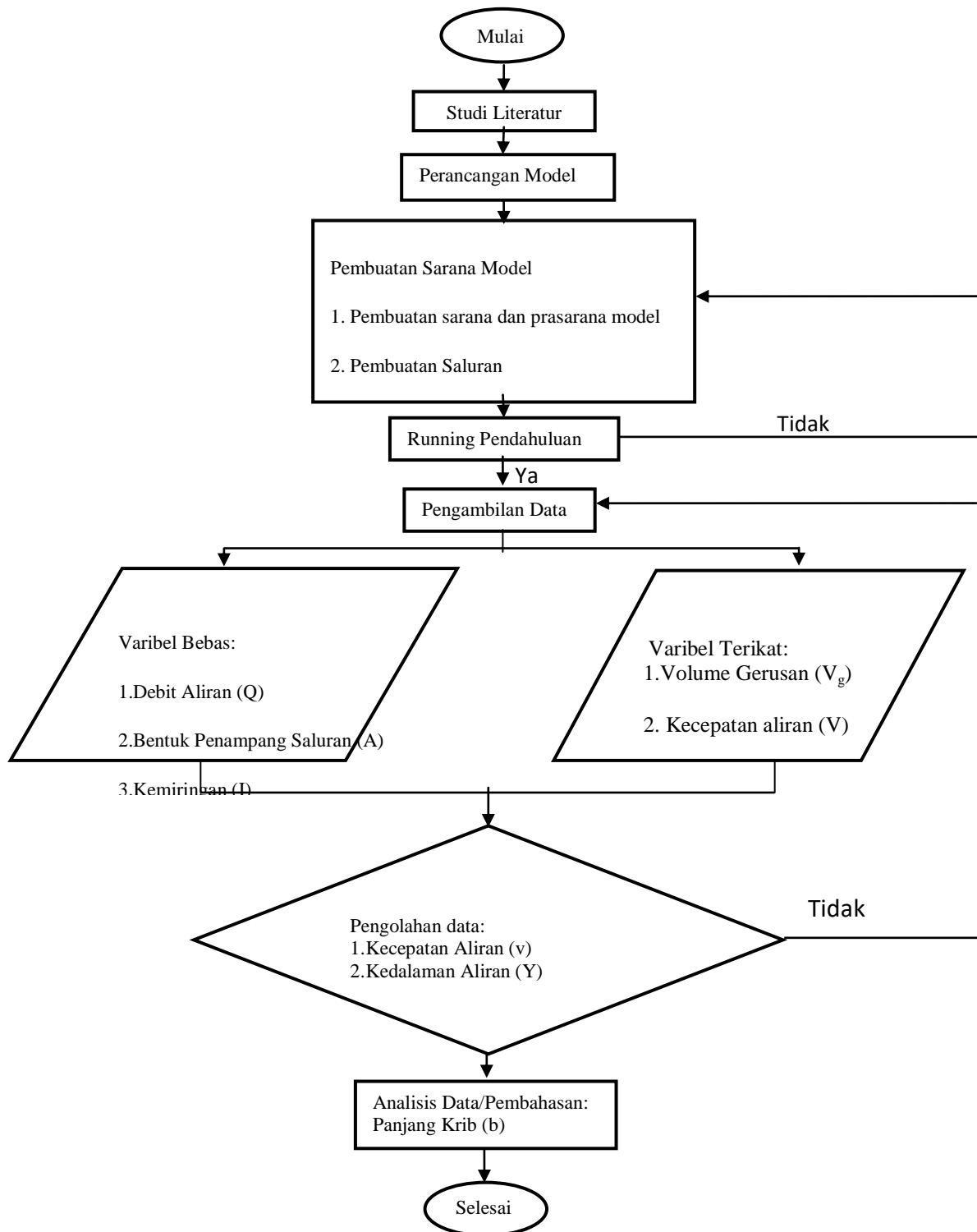
5. Metode Analisis

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

- 1) Kecepatan aliran dijadikan sebagai perbandingan dari pengaruh panjang krib permeabel yang digunakan. Selain itu juga mengetahui sifat-sifat aliran sebagai menggunakan persamaan (1) dan (2).
- 2) Menentukan koefisien Chezy dengan menggunakan persamaan (6).

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

J. Bagan Alur Penelitian



Gambar 19. 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 permeabel dan pengaruh volume terhadap pemasangan krib permeabel, data tersebut didapatkan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Panjang krib permeabel, di variasikan yaitu panjang $1/10$, $1/3$, $1/2$ lebar dasar saluran.
- 2) Debit Pintu Thompson (Q_T), menggunakan tiga bukaan pintu yang berbeda yaitu bukaan 10 cm, 13 cm dan 16 cm dan setiap masing – masing bukaan pengaliran dijalankan selama 3 menit, 6 menit, dan 9 menit.
- 3) 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.
- 4) Volume Gerusan (V_g) dihitung menggunakan rumus luasan sesuai bentuk terjadinya gerusan di belokan saluran.

- 5) Pola Kontur, diambil dari data tofografi menggunakan grid (interval 5 cm).

B. Analisis Data

1. Penentuan Dimensi krib

1) Tinggi krib (T)

Sesuai yang di jelaskan pada bab II bahwa penentuan tinggi krib dapat disesuaikan dengan tinggi muka air banjir sehingga tinggi krib adalah 22 cm atau 0.22 m.

2) Panjang krib (Lb)

Penetapan panjang krib divariasikan, yaitu 1/10 lebar dasar saluran, 1/3 lebar dasar saluran, dan 1/2 lebar dasar saluran.

3) Jarak krib (L)

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

1). Perhitungan Koefisien *Chezy*

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

Dimana : $R = A/P$, $A = (B+my)y$, nilai $m = 0.5$ m, $y = 0.3$ m, $B = 0.3$ m

Sehingga : $A = 0.135$ m

$$P = B + 2h \sqrt{1 + m^2}$$

Dimana : $B = 0.3 \text{ m}$, $h = 0.3 \text{ m}$, $m = 0.5 \text{ m}$

Sehingga : $P = 0.971 \text{ m}$

$$R = A/P$$

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

Dimana : $R = 0.14 \text{ m}$, $\gamma_B = 0.85$ (tabel bazin koefisien kekasaran dinding)

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

2). Perhitungan Jarak Maksimun Krib :

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

Dimana : $\alpha = 0.6$, $C = 26.60$, $h = 0.3 \text{ m}$, $g = 9.8 \text{ m}^2/\text{det}$

Sehingga : $L = 12.90 \text{ m}$

Maka diambil jarak krib $0.30 \text{ m} < 12.90 \text{ m}$

2. Perhitungan Debit Thompson

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

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

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

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

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

Sehingga : $Q = 0.0044 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 4. 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	0,60	0,00448
2	0,13	0,60	0,00863
3	0,16	0,60	0,01451

C. Perhitungan Karakteristik Aliran

Berdasarkan data – data hasil penelitian maka dapat dihitung debit saluran bilangan *Froude* (Fr) dan bilangan *Reynold* (Re) sebagai berikut.

Perhitungan luas penampang (A)

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

Dimana : B = 0.3 m, y = 0.071 m, m = 0.5 m

$$\text{Sehingga : } A = 0.0239 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

Dimana : B = 0,3 m, y = 0,071 m, m = 0,5 m

$$\text{Sehingga } P = 0,459 \text{ m}$$

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

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

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

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

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

Dimana : $v = 0.87$ m/det, $g = 9.8$ m²/det, $y = 0.071$ m

Sehingga : $F_R = 1.038 > 1$ superkritis

Sesuai ketentuan yang telah ditentukan, apabila bilangan *Froude* lebih besar dari 1 berarti gaya kelembaban yang dominan dan aliran menjadi superkritis.

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

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

Dimana : ν (viskositas) = 0,000000806, suhu (29,700^o), $v = 0.87$ m/det,

$$R = 0.052 \text{ m}$$

Sehingga : $Re = 55898.156$ $Re > 12.500$ turbulen

Sesuai ketentuan yang telah ditentukan, apabila bilangan *Reynold* lebih besar dari 12.500 maka alirannya turbulen.

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

Debit Pintu		Kedalaman	Lebar Dasar	Kecepatan	Luas	Keliling	Jari-jari	Bilangan	
Thompson	Waktu (t)	Rata-rata	Saluran	Aliran	Penampang	Basah	Hidroliis	Froude	Keterangan
m ³ /det	menit	(y) m	(b) m	(v) m/det	(A) m ²	(P) m	(R) m	(Fr)	
0.0044	3	0.071	0.30	0.767	0.0239	0.459	0.052	0.918	sub kritis
	6	0.076	0.30	0.811	0.0255	0.469	0.054	0.943	sub kritis
	9	0.074	0.30	0.756	0.0251	0.466	0.054	0.885	sub kritis
0.0086	3	0.079	0.30	0.800	0.0268	0.476	0.056	0.910	sub kritis
	6	0.083	0.30	0.900	0.0285	0.486	0.059	0.996	sub kritis
	9	0.084	0.30	0.833	0.0289	0.489	0.059	0.916	sub kritis
0.0145	3	0.084	0.30	0.867	0.0289	0.489	0.059	0.953	sub kritis
	6	0.083	0.30	0.989	0.0285	0.486	0.059	1.094	super kritis
	9	0.077	0.30	1.056	0.0259	0.471	0.055	1.218	super kritis

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan panjang 3 cm

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 Hidroliis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.09	0.30	0.73	0.0298	0.494	0.060	0.796	sub kritis
	6	0.09	0.30	0.73	0.0306	0.499	0.061	0.786	sub kritis
	9	0.09	0.30	0.63	0.0315	0.504	0.063	0.670	sub kritis
0.0086	3	0.09	0.30	0.76	0.0319	0.506	0.063	0.795	sub kritis
	6	0.09	0.30	0.78	0.0328	0.511	0.064	0.808	sub kritis
	9	0.09	0.30	0.71	0.0328	0.511	0.064	0.739	sub kritis
0.0145	3	0.09	0.30	0.82	0.0328	0.511	0.064	0.855	sub kritis
	6	0.10	0.30	0.91	0.0337	0.516	0.065	0.936	sub kritis
	9	0.10	0.30	0.90	0.0350	0.524	0.067	0.909	sub kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan panjang 10 cm

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 Hidroliis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.11	0.30	0.61	0.0377	0.539	0.070	0.598	sub kritis
	6	0.10	0.30	0.54	0.0368	0.534	0.069	0.538	sub kritis
	9	0.10	0.30	0.53	0.0363	0.531	0.068	0.530	sub kritis
0.0086	3	0.10	0.30	0.66	0.0363	0.531	0.068	0.651	sub kritis
	6	0.11	0.30	0.61	0.0372	0.536	0.069	0.601	sub kritis
	9	0.11	0.30	0.57	0.0377	0.539	0.070	0.554	sub kritis
0.0145	3	0.11	0.30	0.70	0.0381	0.541	0.071	0.681	sub kritis
	6	0.11	0.30	0.67	0.0372	0.536	0.069	0.655	sub kritis
	9	0.11	0.30	0.70	0.0381	0.541	0.071	0.681	sub kritis

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan panjang 15 cm

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 Hidroliis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.11	0.30	0.53	0.0386	0.543	0.071	0.516	sub kritis
	6	0.11	0.30	0.42	0.0372	0.536	0.069	0.415	sub kritis
	9	0.11	0.30	0.50	0.0395	0.548	0.072	0.479	sub kritis
0.0086	3	0.11	0.30	0.57	0.0395	0.548	0.072	0.543	sub kritis
	6	0.10	0.30	0.56	0.0368	0.534	0.069	0.549	sub kritis
	9	0.10	0.30	0.56	0.0359	0.529	0.068	0.555	sub kritis
0.0145	3	0.10	0.30	0.60	0.0363	0.531	0.068	0.596	sub kritis
	6	0.11	0.30	0.63	0.0409	0.556	0.074	0.598	sub kritis
	9	0.12	0.30	0.63	0.0423	0.563	0.075	0.590	sub kritis

Pada tabel 5 – 8 perhitungan bilangan *Froude* (Fr), untuk pemasangan tanpa krib dan dengan pemasangan krib dominan mengalami aliran subkritis. Untuk pemasangan tanpa krib pada debit 0.0044 mengalami aliran sub kritis, untuk debit 0.0086 dan 0.0145 rentang mengalami aliran super kritis. Sedangkan untuk pemasangan dengan krib dengan panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm, bilangan *Froude* berada pada rentang subkritis.

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	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	Hidroliis (R) m			Reynoalds (Re)	
0.0044	3	0.071	0.30	0.77	0.0239	0.459	0.052	29.700	0.000000806	49448.369	turbulen
	6	0.076	0.30	0.81	0.0255	0.469	0.054	28.889	0.000000822	53686.430	turbulen
	9	0.074	0.30	0.76	0.0251	0.466	0.054	29.344	0.000000813	50008.973	turbulen
0.0086	3	0.079	0.30	0.80	0.0268	0.476	0.056	29.333	0.000000813	55288.317	turbulen
	6	0.083	0.30	0.90	0.0285	0.486	0.059	28.756	0.000000825	63874.766	turbulen
	9	0.084	0.30	0.83	0.0289	0.489	0.059	28.756	0.000000825	59724.222	turbulen
0.0145	3	0.084	0.30	0.87	0.0289	0.489	0.059	28.089	0.000000838	61125.176	turbulen
	6	0.083	0.30	0.99	0.0285	0.486	0.059	28.122	0.000000838	69121.976	turbulen
	9	0.077	0.30	1.06	0.0259	0.471	0.055	28.022	0.000000840	69177.375	turbulen

Tabel 10. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib permeabel dengan panjang 3 cm

Debit Pintu Thompson m ³ /det	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	Hidroliis (R) m			Reynoalds (Fr)	
0.0044	3	0.09	0.30	0.73	0.0298	0.494	0.060	28.1	0.000000837	53528.108	turbulen
	6	0.09	0.30	0.73	0.0306	0.499	0.061	28.7	0.000000825	54529.564	turbulen
	9	0.09	0.30	0.63	0.0315	0.504	0.063	29.4	0.000000812	47949.065	turbulen
0.0086	3	0.09	0.30	0.76	0.0319	0.506	0.063	30.0	0.000000800	57708.439	turbulen
	6	0.09	0.30	0.78	0.0328	0.511	0.064	30.1	0.000000798	60439.238	turbulen
	9	0.09	0.30	0.71	0.0328	0.511	0.064	30.0	0.000000799	55258.732	turbulen
0.0145	3	0.09	0.30	0.82	0.0328	0.511	0.064	30.0	0.000000801	63892.909	turbulen
	6	0.10	0.30	0.91	0.0337	0.516	0.065	30.3	0.000000795	71998.162	turbulen
	9	0.10	0.30	0.90	0.0350	0.524	0.067	30.7	0.000000786	72872.257	turbulen

Tabel 11. Perhitungan bilangan *Reynold* (*Re*) untuk pemasangan krib permeabel dengan panjang 10 cm

Debit Pintu Thompson m ³ /det	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	Hidroliis (R) m			Reynolds (Fr)	
0.0044	3	0.11	0.30	0.61	0.0377	0.539	0.070	29.3	0.00000814	51807.606	turbulen
	6	0.10	0.30	0.54	0.0368	0.534	0.069	29.2	0.00000816	45471.749	turbulen
	9	0.10	0.30	0.53	0.0363	0.531	0.068	29.2	0.00000817	44206.225	turbulen
0.0086	3	0.10	0.30	0.66	0.0363	0.531	0.068	29.1	0.00000819	54336.818	turbulen
	6	0.11	0.30	0.61	0.0372	0.536	0.069	29.2	0.00000815	51424.589	turbulen
	9	0.11	0.30	0.57	0.0377	0.539	0.070	29.3	0.00000814	48039.780	turbulen
0.0145	3	0.11	0.30	0.70	0.0381	0.541	0.071	29.5	0.00000811	59779.892	turbulen
	6	0.11	0.30	0.67	0.0372	0.536	0.069	29.4	0.00000811	56099.552	turbulen
	9	0.11	0.30	0.70	0.0381	0.541	0.071	29.3	0.00000814	59779.892	turbulen

Tabel 12. Perhitungan bilangan *Reynold* (*Re*) tanpa pemasangan krib permeabel dengan panjang 15 cm

Debit Pintu Thompson m ³ /det	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	Hidroliis (R) m			Reynolds (Fr)	
0.0044	3	0.11	0.30	0.53	0.0386	0.543	0.071	28.9	0.00000822	45877.683	turbulen
	6	0.11	0.30	0.42	0.0372	0.536	0.069	28.8	0.00000824	35529.716	turbulen
	9	0.11	0.30	0.50	0.0395	0.548	0.072	28.8	0.00000825	43626.792	turbulen
0.0086	3	0.11	0.30	0.57	0.0395	0.548	0.072	28.8	0.00000825	49443.698	turbulen
	6	0.10	0.30	0.56	0.0368	0.534	0.069	28.9	0.00000823	46399.744	turbulen
	9	0.10	0.30	0.56	0.0359	0.529	0.068	29.0	0.00000821	45694.825	turbulen
0.0145	3	0.10	0.30	0.60	0.0363	0.531	0.068	29.1	0.00000819	49732.003	turbulen
	6	0.11	0.30	0.63	0.0409	0.556	0.074	29.2	0.00000816	56418.490	turbulen
	9	0.12	0.30	0.63	0.0423	0.563	0.075	29.3	0.00000814	57560.868	turbulen

Pada tabel 9 – 12 perhitungan bilangan *Reynold* (*Re*), untuk pemasangan tanpa krib dan dengan pemasangan krib rentang mengalami aliran turbulen.

Untuk pemasangan tanpa krib dan pemasangan dengan krib dengan panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm, bilangan *Reynold* tetap berada pada rentang turbulen.

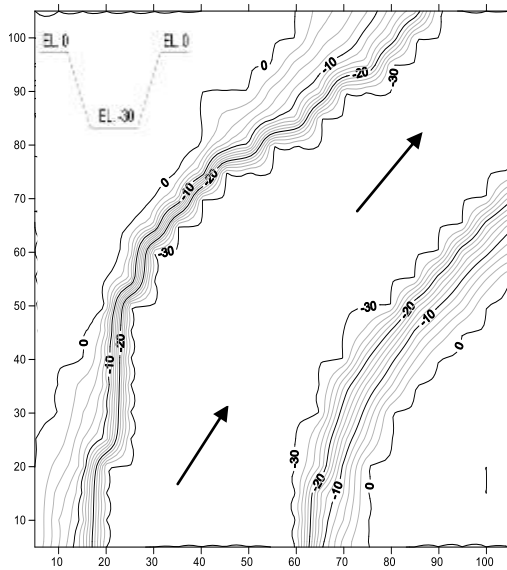
Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynold*

No.	Debit Pintu Thompson	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Panjang Pemasangan Krib 3 cm				Panjang Pemasangan Krib 10 cm				Panjang Pemasangan Krib 15 cm			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0.0044	3	0.918	sub kritis	49448.37	turbulen	0.796	sub kritis	53528.11	turbulen	0.598	sub kritis	51807.61	turbulen	0.516	sub kritis	45877.68	turbulen
2		6	0.943	sub kritis	53686.43	turbulen	0.786	sub kritis	54529.56	turbulen	0.538	sub kritis	45471.75	turbulen	0.415	sub kritis	35529.72	turbulen
3		9	0.885	sub kritis	50008.97	turbulen	0.670	sub kritis	47949.07	turbulen	0.530	sub kritis	44206.23	turbulen	0.479	sub kritis	43626.79	turbulen
4	0.0086	3	0.910	sub kritis	55288.32	turbulen	0.795	sub kritis	57708.44	turbulen	0.651	sub kritis	54336.82	turbulen	0.543	sub kritis	49443.70	turbulen
5		6	0.996	sub kritis	63874.77	turbulen	0.808	sub kritis	60439.24	turbulen	0.601	sub kritis	51424.59	turbulen	0.549	sub kritis	46399.74	turbulen
6		9	0.916	sub kritis	59724.22	turbulen	0.739	sub kritis	55258.73	turbulen	0.554	sub kritis	48039.78	turbulen	0.555	sub kritis	45694.83	turbulen
7	0.0145	3	0.953	sub kritis	61125.18	turbulen	0.855	sub kritis	63892.91	turbulen	0.681	sub kritis	59779.89	turbulen	0.596	sub kritis	49732.00	turbulen
8		6	1.094	super kritis	69121.98	turbulen	0.936	sub kritis	71998.16	turbulen	0.655	sub kritis	56099.55	turbulen	0.598	sub kritis	56418.49	turbulen
9		9	1.218	super kritis	69177.38	turbulen	0.909	sub kritis	72872.26	turbulen	0.681	sub kritis	59779.89	turbulen	0.590	sub kritis	57560.87	turbulen

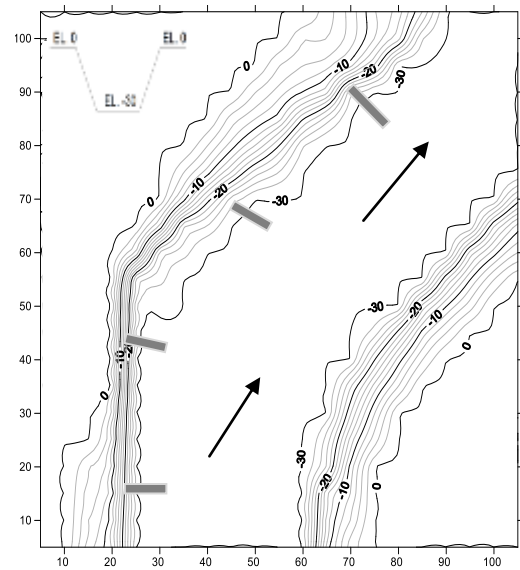
A. Kontur Pola Gerusan pada Panjang Pemasangan Krib Permeabel

1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1

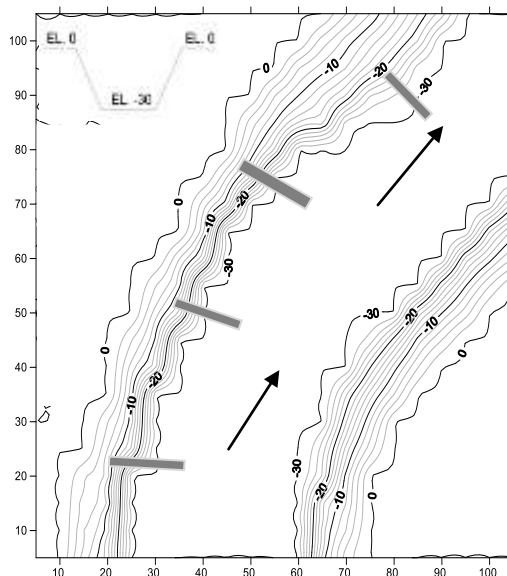
Proses pembuatan kontur menggunakan aplikasi surfer 14, dengan memasukkan data topografi yang dapat dilihat pada lampiran.



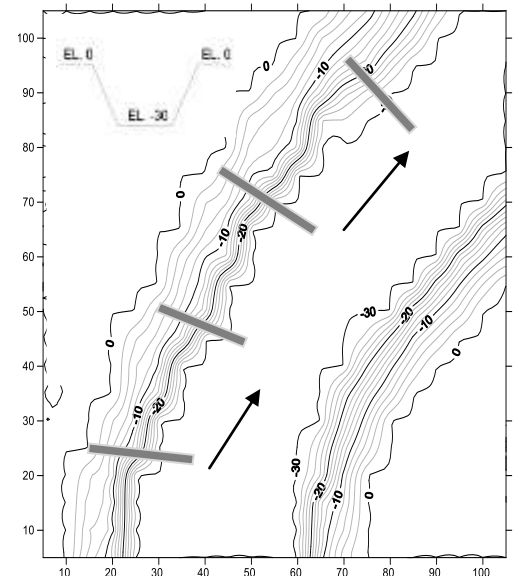
Gambar 20. Kontur Tanpa Krib Q1



Gambar 21. Kontur Krib Panjang 3 cm



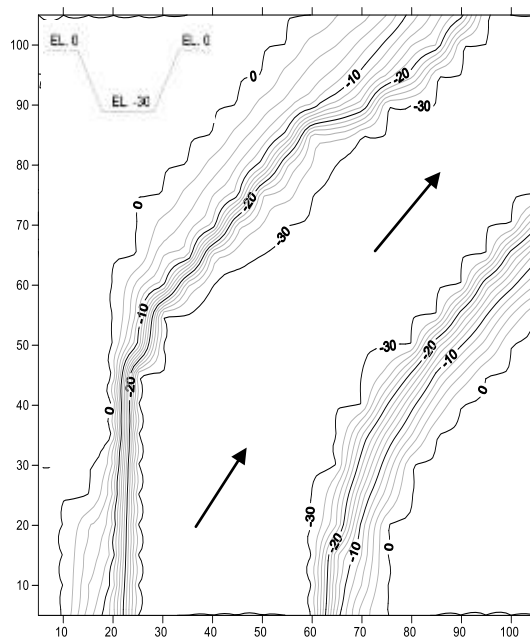
Gambar 22. Kontur Krib Panjang 10 cm



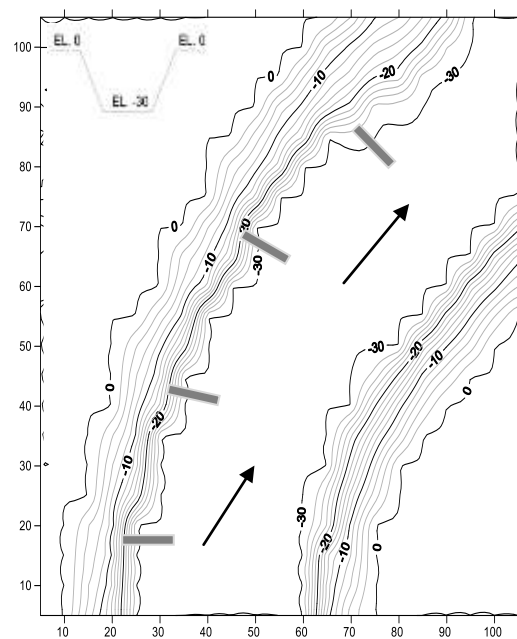
Gambar 23. Kontur Krib Panjang 15 cm

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib (Gambar 20) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu 0.00466m^3 dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan panjang 3 cm (Gambar 21) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00341m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib panjang dengan panjang 10 cm (Gambar 22) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00383m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan panjang 15 cm (Gambar 23) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,00436\text{m}^3$. Sehingga didapatkan perbandingan pola gerusan yang paling kecil terdapat pada pemasangan krib dengan panjang 3 cm.

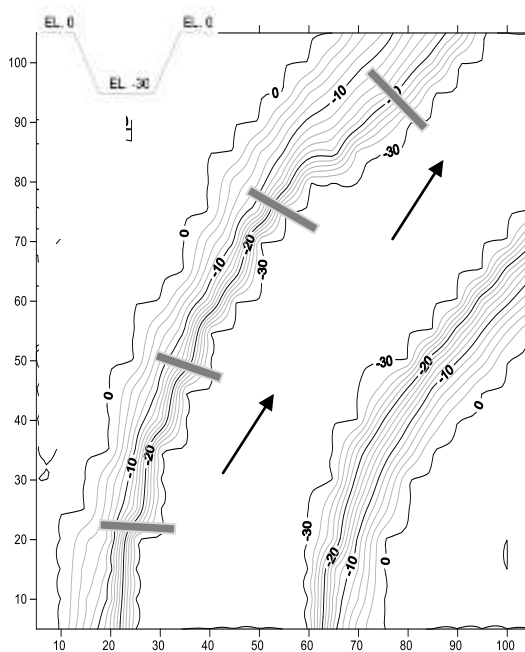
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2



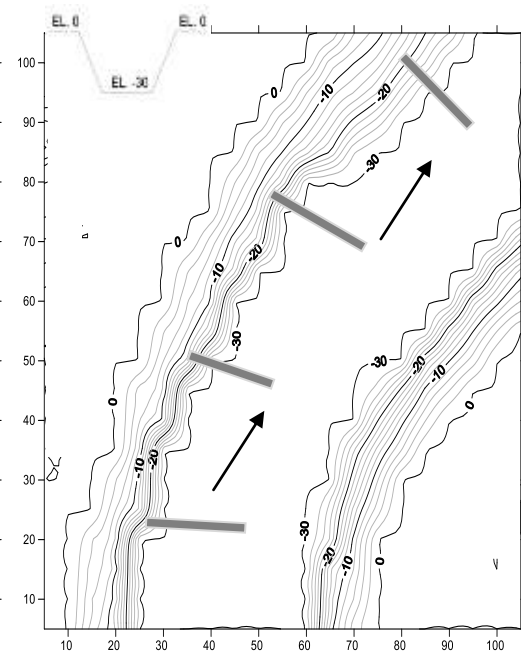
Gambar 24. Kontur Tanpa Krib Q2



Gambar 25. Kontur Krib Panjang 3 cm



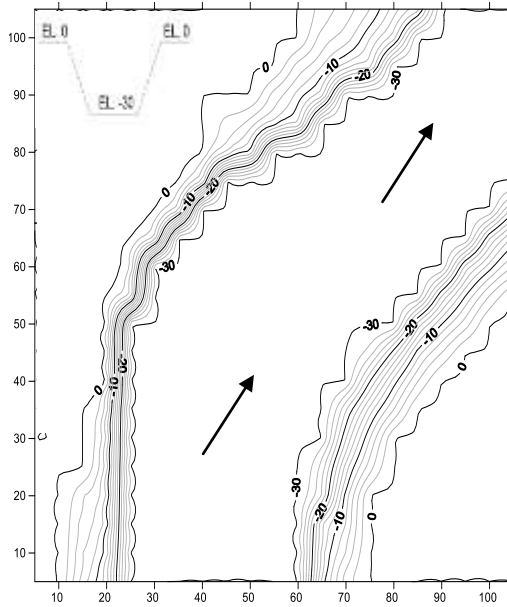
Gambar 26. Kontur Krib panjang Panjang 10 cm



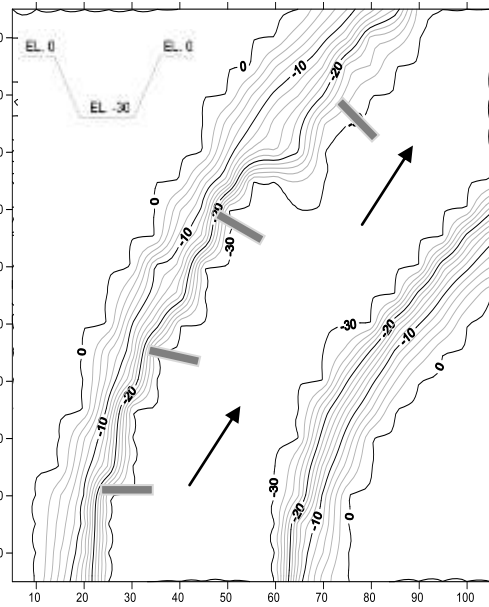
Gambar 27. Kontur Krib 15 cm

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib (Gambar 24) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu 0.00706m^3 dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu dengan panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan panjang 3 cm (Gambar 25) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00450m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan panjang 10 cm (Gambar 26) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00502m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan panjang 15 cm (Gambar 27) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00573m^3 . Sehingga didapatkan perbandingan pola gerusan yang paling kecil terdapat pada pemasangan krib dengan panjang 3 cm.

3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3

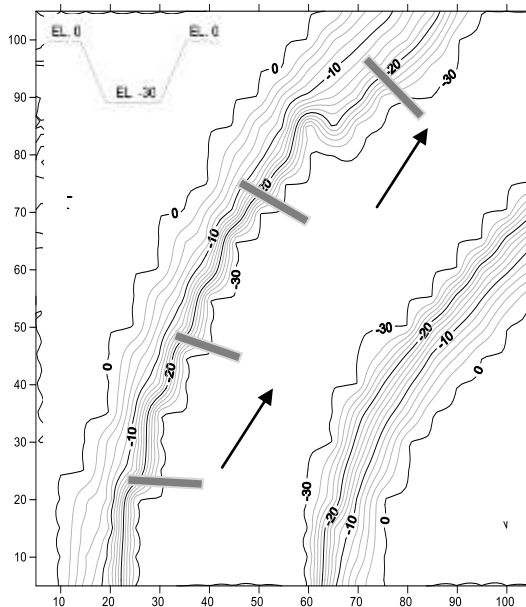


Gambar 28. Kontur Tanpa Krib Q3

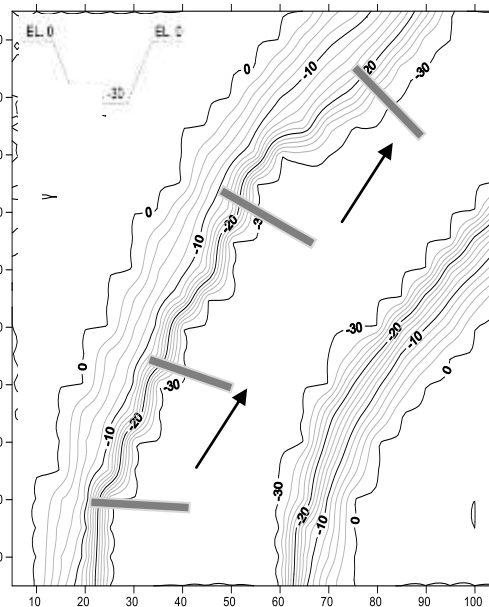


Gambar 29. Kontur Krib Panjang

3 cm



Gambar 30. Kontur Krib Panjang Panjang 10 cm



Gambar 31. Kontur Krib Panjang 15 cm

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib (Gambar 28) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu 0.00973m^3 dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu dengan panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan panjang 3 cm (Gambar 29) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00519m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan panjang 10 cm (Gambar 30) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00547m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan panjang 15 cm (Gambar 31) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.00625m^3 . Sehingga didapatkan perbandingan pola gerusan yang paling kecil terdapat pada pemasangan krib dengan panjang 3 cm.

B. Analisis Pengaruh Panjang Pemasangan Krib Permeabel

1. Analisis Debit Aliran Dengan Volume Gerusan

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

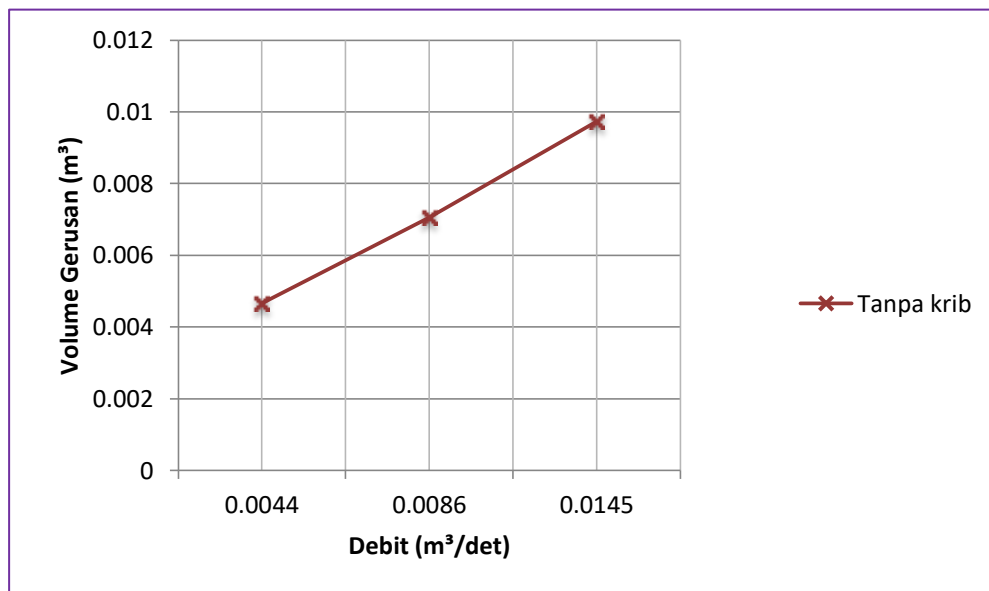
Untuk menghitung volume gerusan untuk pengaliran tanpa krib dimana kami menggunakan rumus pendekatan segitiga:

$$\frac{\text{Tinggi} \times \text{Lebar}}{2} \times \text{Panjang}$$

Sehingga didapat volume gerusan seperti pada table 14.

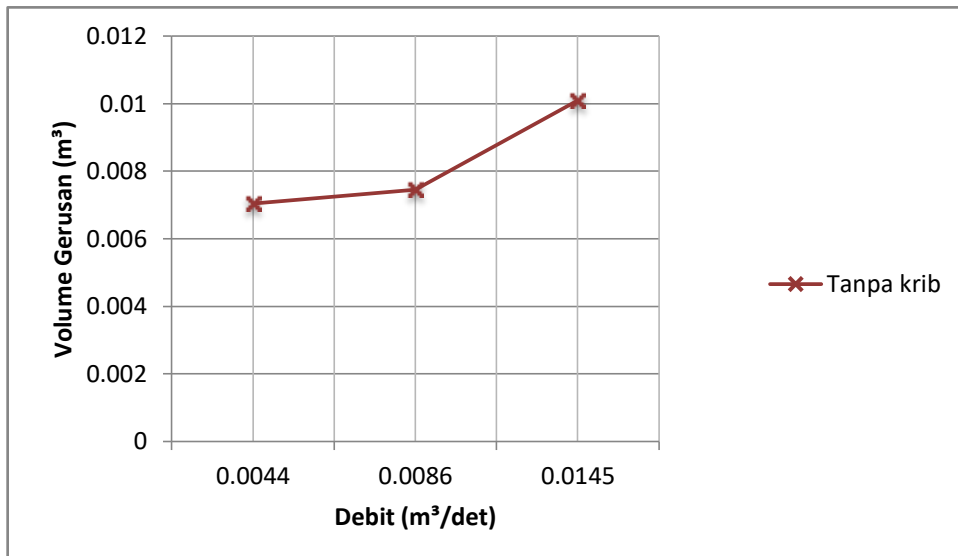
Tabel 14. Rekapitulasi Debit Aliran dan Volume Gerusan

No.	Tanpa 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



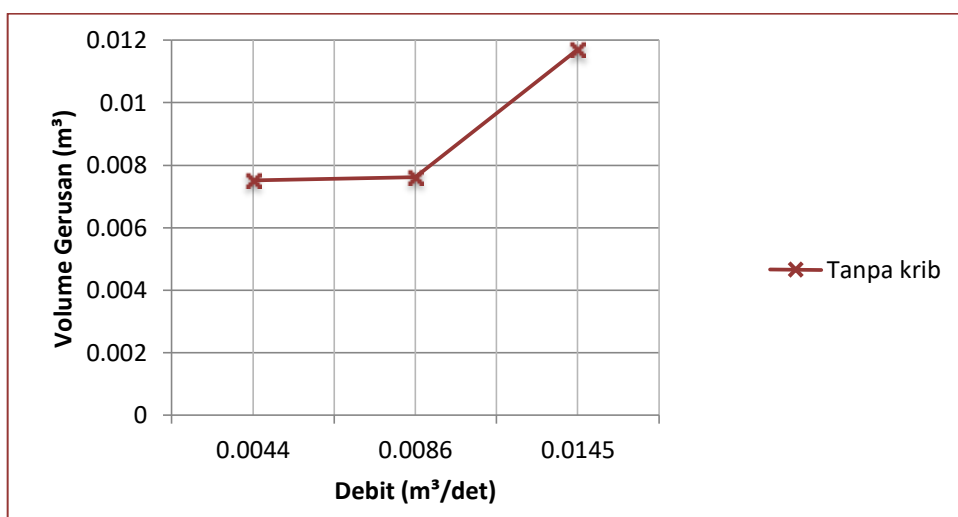
Gambar 32. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada waktu pengaliran 3 menit Tanpa Krib

Pada gambar 32, menunjukkan bahwa debit aliran memiliki hubungan sebanding dengan volume gerusan dimana semakin besar debit yang diberikan maka kecepatan aliran yang terjadi juga semakin besar sehingga memperbesar volume gerusan pada tebing sungai.



Gambar 33. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 6 menit Tanpa Krib

Pada gambar 33, menunjukkan bahwa debit aliran memiliki hubungan sebanding dengan volume gerusan dimana semakin besar debit yang diberikan maka kecepatan aliran yang terjadi juga semakin besar sehingga memperbesar volume gerusan pada tebing sungai.



Gambar 34. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan pada waktu pengaliran 9 menit Tanpa Krib

Pada gambar 32, menunjukkan bahwa debit aliran memiliki hubungan sebanding dengan volume gerusan dimana semakin besar debit yang diberikan maka kecepatan aliran yang terjadi juga semakin besar sehingga memperbesar volume gerusan pada tebing sungai.

2. Analisis Hubungan Debit Terhadap Volume Gerusan pada Pengaliran dengan Krib Permeabel

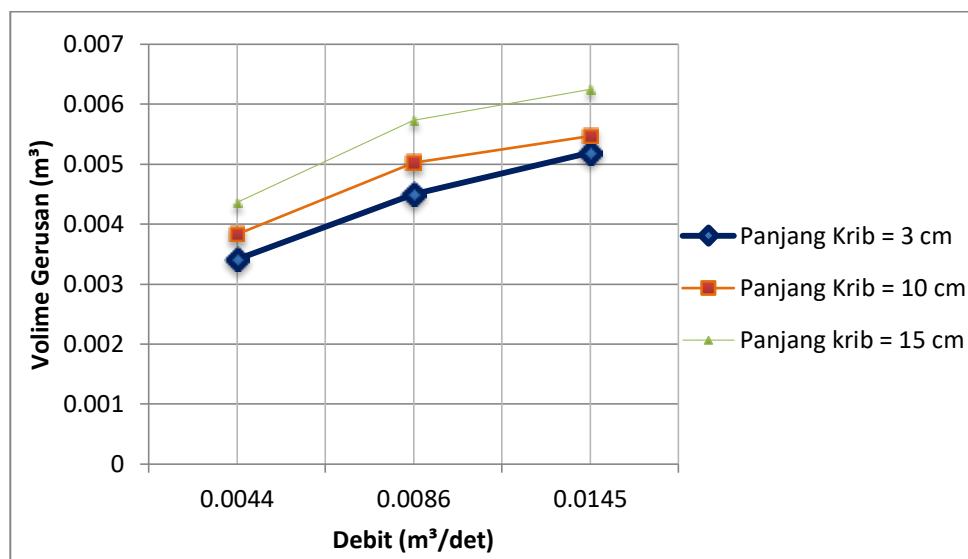
Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan debit aliran dengan volume gerusan pada pengaliran dengan krib permeabel yang disajikan pada tabel 15 berikut ini.

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

No.	Panjang (Lb) (m)	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (Menit)	Volume Gerusan (Vg) (m ³)
1	0.03	0.0044	t1 = 3.00	0.00341
2			t2 = 6.00	0.00391
3			t3 = 9.00	0.00465
4		0.0086	t1 = 3.00	0.00450
5			t2 = 6.00	0.00459
6			t3 = 9.00	0.00492
7		0.0145	t1 = 3.00	0.00519
8			t2 = 6.00	0.00545
9			t3 = 9.00	0.00558
10	0.10	0.0044	t1 = 3.00	0.00383
11			t2 = 6.00	0.00497
12			t3 = 9.00	0.00520
13		0.0086	t1 = 3.00	0.00502
14			t2 = 6.00	0.00545
15			t3 = 9.00	0.00578
16		0.0145	t1 = 3.00	0.00547
17			t2 = 6.00	0.00573
18			t3 = 9.00	0.00598

Table 15. Lanjutan

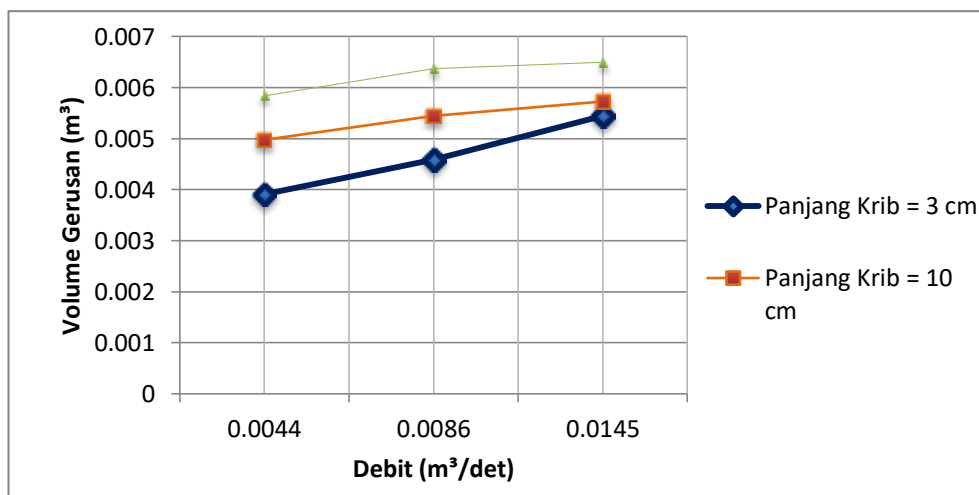
No.	Panjang (Lb) (m)	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (Menit)	Volume Gerusan (Vg) (m ³)
19	0.15	0.0044	t1 = 3.00	0.00436
20			t2 = 6.00	0.00584
21			t3 = 9.00	0.00596
22		0.0086	t1 = 3.00	0.00573
23			t2 = 6.00	0.00637
24			t3 = 9.00	0.00652
25		0.0145	t1 = 3.00	0.00625
26			t2 = 6.00	0.00650
27			t3 = 9.00	0.00675



Gambar 35. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada waktu pengaliran 3 menit dengan Krib Permeabel

Pada gambar 35, dapat dilihat bahwa diantara ketiga panjang pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada pemasangan panjang krib permeabel 3 cm dengan nilai gerusan 0,00519 m³. Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah 15 cm dengan nilai gerusan 0.00625 m³.

Pengaruh pemasangan panjang krib bambu tipe permeabel terhadap gerusan belokan sungai berpengaruh pada volume gerusan dimana semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar volume gerusan yang terjadi pada belokan sungai. Hal ini disebabkan adanya tekanan dan kecepatan yang terjadi pada belokan sungai sehingga aliran disekitar krib mengalami turbulensi.

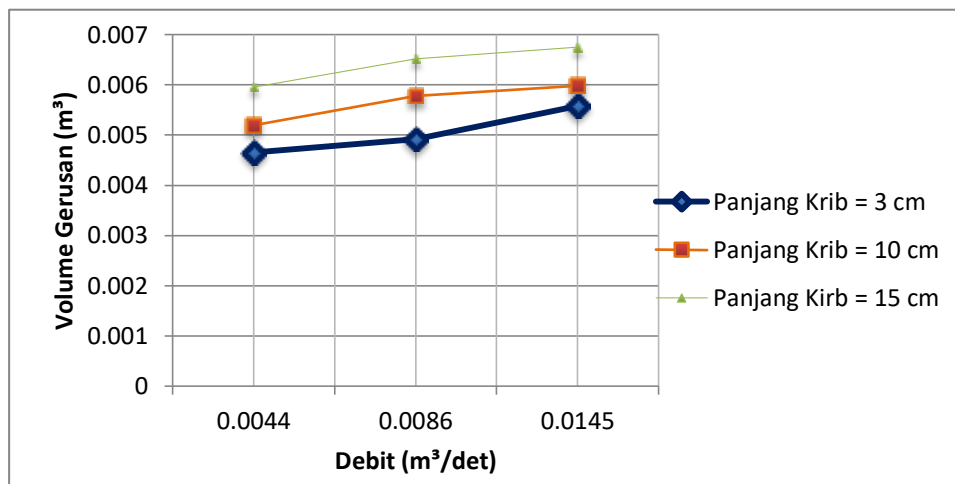


Gambar 36. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada waktu pengaliran 6 menit dengan Krib Permeabel

Pada gambar 35, dapat dilihat bahwa diantara ketiga panjang pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada pemasangan panjang krib permeabel 3 cm dengan nilai gerusan $0,00545 \text{ m}^3$. Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah 15 cm dengan nilai gerusan 0.00650 m^3 .

Pengaruh pemasangan panjang krib bambu tipe permeabel terhadap gerusan belokan sungai berpengaruh pada volume gerusan dimana semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar volume gerusan yang terjadi pada

belokan sungai. Hal ini disebabkan adanya tekanan dan kecepatan yang terjadi pada belokan sungai sehingga aliran disekitar krib mengalami turbulensi.



Gambar 37. Grafik hubungan debit dan volume gerusan pada waktu pengaliran 9 menit dengan Krib Permeabel

Pada gambar 35, dapat dilihat bahwa diantara ketiga panjang pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada pemasangan panjang krib permeabel 3 cm dengan nilai gerusan $0,00519 \text{ m}^3$. Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah 15 cm dengan nilai gerusan 0.00625 m^3 .

Pengaruh pemasangan panjang krib bambu tipe permeabel terhadap gerusan belokan sungai berpengaruh pada volume gerusan dimana semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar volume gerusan yang terjadi pada belokan sungai. Hal ini disebabkan adanya tekanan dan kecepatan yang terjadi pada belokan sungai sehingga aliran disekitar krib mengalami turbulensi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

- 1) Pengaruh panjang krib bambu tipe permeabel terhadap karakteristik aliran dengan panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm, adalah mengalami karakteristik aliran sub kritis pada angka *Froude* dan mengalami aliran turbulen pada angka *Reynold*. Dimana semakin panjang krib bambu yang digunakan maka karakteristik aliran cenderung subkritis pada angka *Froude*, sedangkan semakin pendek krib bambu maka karakteristik aliran cenderung turbulen pada angka *Reynold*.
- 2) Pengaruh panjang krib bambu tipe permeabel terhadap gerusan tebing sungai dengan panjang 3 cm, 10 cm, dan 15 cm, dimana semakin pendek krib bambu yang digunakan maka gerusan semakin sedikit. Sedangkan semakin panjang krib yang digunakan maka gerusan yang terjadi semakin besar.

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) Kepadatan material harus dijaga kestabilannya agar didapatkan data yang lebih akurat.
- 3) Variasi panjang pemasangan krib permeabel yang di gunakan masih terbatas (3 variasi panjang).
- 4) Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pada bentuk penampang dan sudut belokan saluran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. *Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran (Skripsi)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Asdak Chay, 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Cahya Yuni. 2012. *Kajian Perubahan Pola Gerusan Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit (Jurnal)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Aman Azrul, 2017. *Pengaruh Sudut Pemasangan Bangunan Krib Impermeabel Dalam Menanggulangi Gerusan Tebing Sungai (Skripsi)*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
- Farely David, 1984. *The of Bamboo*. Penerbit Sierra Club Books. San Francisco
- Gambar bentuk morfologi sungai dimodifikasi. <http://www.slideshare.net/mobile/fretea/24-struktursungai.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 13.15)
- Gambar krib impermeabel. <http://civilersc09.files.wordpress.com/2012/12/tr.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 15.30)
- Gambar krib permeabel. <http://civilersc09.files.wordpress.com/2012/12/tr.png> (diunduh tanggal 12 september 2018, 15.40)
- Gambar Sekat Ukur Thompson. <http://lifeefnadya.blogspot.com/2017/11/pengukuran-debit-air-v-notch-thompson.html?m=1> .png (diunduh pada tanggal 27 september 2018, 16.30)
- Hardianto Bambang, dkk. 2014. *Open Channel, Closed Conduit, dan Tipe – tipe Aliran (Makalah)*. Universitas Islam Malang. Malang
- Haris M. 2013. *Studi Pola Aliran pada Krib Impermeabel di Tikungan Sungai (Skripsi)*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
- Hoffmans, G.J.C.M. and Verheij, 1997. *Scour Manual*. A.A. Balkema, Rotterdam
- Kodatie Robert J, 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Edisi Revisi, Penerbit Andi. Yogyakarta

- Kurnia Adhie 2011. *Model Numerik Perubahan Total Suspended Solid di Sungai Menggunakan Metode Runge Kutta Studi Kasus Sungai Pesanggrahan (Skripsi)*. Universitas Indonesia. Depok.
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Teknik Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Maryono, A. 2009. *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Nensi E.V Rosalina. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Cetakan ketiga, Diterbitkan oleh Erlangga, Jakarta.
- Paresa Jeni, 2015. *Studi Pngaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai (Jurnal)*. Universitas Musamus. Merauke
- Sosrodarsono Suyono. Masateru Tominang; penerjemah, Ir M. Yusuf Gayo, dkk, 2008. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta
- Sugiyono, 2017. *Statistika Untuk Penelitian*, Cetakan ke-29. Diterbitkan oleh Alfabeta, Bandung.
- Thaha, A. 2006. *Sistim Fluiasi untuk Rekayasa Pemeliharaan Alur*. Univrsitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Triatmodjo Bambang, 2015. *Hidrolika I*, Penerbit Univrsitas Penerbit Gadjah Mada. Yogyakarta
- Triatmodjo Bambang, 2015. *Hidrolika II*, Penerbit Univrsitas Penerbit Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sunghono, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Penerbit Nova. Bandung
- Undang-undang Republik Indonesia, 1991. LN 1991/44; TLN No. 3445. *Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991. Sungai*
http://sda.pu.go.id:8183/panduan/unduh-referensi-peraturan/PP_35_1991.pdf (diakses tanggal 25-September-2018)

Lampiran 1

TABEL PENGAMBILAN DATA

1) Data hasil penelitian tanpa krib permeabel

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	0.50	1.00	0.90	0.06	0.06	0.10	31.9	31.2	30.1	0.00466	
2				0.40	0.70	0.90	0.05	0.07	0.11	29.6	29.4	29.0		
3				0.40	1.10	1.00	0.08	0.05	0.06	28.7	28.7	28.7		
4			t2 = 6	0.10	1.30	1.20	0.06	0.07	0.10	29.4	29.3	29.0		0.00705
5				0.10	0.80	1.20	0.05	0.06	0.13	28.9	28.9	28.7		
6				0.40	1.10	1.10	0.08	0.06	0.07	28.7	28.6	28.5		
7			t3 = 9	0.10	1.10	1.10	0.06	0.07	0.10	30.2	29.9	29.6		0.00752
8				0.40	0.40	1.10	0.05	0.06	0.12	29.4	29.4	29.1		
9				0.20	1.30	1.10	0.07	0.06	0.08	28.9	28.8	28.8		
10		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	0.10	0.60	2.10	0.08	0.08	0.09	28.1	28.0	28.1	0.00973	
20				0.10	0.30	1.20	0.07	0.08	0.13	28.1	28.1	28.1		
21				0.30	1.40	1.70	0.08	0.08	0.07	28.1	28.1	28.1		
22			t2 = 6	0.10	0.50	2.00	0.07	0.08	0.07	28.2	28.2	28.1		0.01009
23				0.30	0.50	2.10	0.06	0.09	0.14	28.1	28.1	28.1		
24				0.30	1.40	1.70	0.09	0.09	0.07	28.1	28.1	28.1		
25			t3 = 9	0.10	1.00	2.00	0.07	0.08	0.07	27.9	28.0	28.1		0.01170
26				0.60	0.40	1.60	0.07	0.09	0.11	28.1	28.0	28.0		
27				0.60	1.40	1.80	0.08	0.06	0.06	28.0	28.0	28.1		

Lampiran 2

2) Data hasil penelitian untuk panjang krib 1/10 lebar dasar saluran (3 cm)

No.	Panjang Krib (cm)	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	3 cm	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0.2	0.9	1.1	0.06	0.07	0.12	28.6	28.5	28.3	
2				0.6	1.1	0.5	0.07	0.08	0.10	28.1	28.0	28.0	0.00341
3				0.4	1	0.8	0.08	0.10	0.10	27.9	27.9	27.9	
4			t2 = 6	0.1	0.7	2.0	0.06	0.07	0.14	30.3	30.3	30.2	
5				0.2	0.8	0.6	0.07	0.10	0.10	30.1	30.0	30.0	0.00391
6				0.5	0.8	0.9	0.09	0.11	0.09	29.8	29.8	29.7	
7			t3 = 9	0.1	0.6	1.2	0.06	0.09	0.14	30.7	30.6	30.4	
8				0.3	0.6	0.7	0.08	0.10	0.09	29.9	29.8	29.7	0.00465
9				0.5	0.7	1.0	0.09	0.11	0.09	29.5	29.5	29.5	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0.5	1.1	0.9	0.08	0.08	0.15	31.5	31.5	31.4	
11				0.1	1	0.7	0.08	0.11	0.11	31.2	31.1	31.0	0.00450
12				0.6	1.1	0.8	0.09	0.09	0.10	30.8	30.8	30.7	
13			t2 = 6	0.2	1	1.1	0.08	0.08	0.14	29.4	29.3	29.2	
14				0.3	1	0.9	0.08	0.09	0.10	29.1	29.1	29.1	0.00459
15				0.5	1.1	0.9	0.09	0.09	0.09	29.0	29.0	29.1	
16			t3 = 9	0.2	0.9	1.2	0.08	0.09	0.11	30.2	30.2	30.1	
17				0.3	0.9	0.5	0.09	0.11	0.10	29.1	29.8	29.8	0.00492
18				0.6	0.9	0.9	0.09	0.11	0.09	29.8	29.8	29.7	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0.3	1.3	1.3	0.09	0.09	0.12	31.9	31.9	31.9	
20				0.3	1.1	1.1	0.09	0.11	0.11	31.7	31.6	31.6	0.00519
21				0.4	0.7	0.9	0.09	0.11	0.10	31.6	31.6	31.5	
22			t2 = 6	0.4	1.1	1.0	0.09	0.08	0.13	32.5	32.5	32.4	
23				0.6	1.1	1.2	0.09	0.11	0.10	31.9	31.8	31.8	0.00545
24				0.9	1	0.9	0.09	0.11	0.11	31.7	31.6	31.2	
25			t3 = 9	0.6	1.7	1.1	0.09	0.08	0.10	30.7	30.7	30.5	
26				0.3	0.9	1.0	0.09	0.11	0.12	30.5	30.5	30.5	0.00558
27				0.9	1	0.6	0.09	0.11	0.10	30.5	30.5	30.1	

Lampiran 3

3) Data hasil penelitian untuk panjang krib 1/3 lebar dasar saluran (10 cm)

No.	Panjang Krib (cm)	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	10 cm	Q1 = 0.0044	t1=3	0.3	1	0.9	0.10	0.11	0.15	29.5	29.5	29.5	0.00383	
2				0.6	0.7	0.4	0.08	0.11	0.12	29.3	29.3	29.2		
3				0.7	0.5	0.4	0.08	0.11	0.10	29.2	29.2	29.1		
4			t2=6	0.1	0.7	0.7	0.10	0.11	0.13	29.2	29.1	29.0		0.00497
5				0.3	0.6	0.4	0.09	0.11	0.10	29.2	29.2	29.2		
6				0.8	0.8	0.5	0.07	0.11	0.11	28.9	28.9	28.9		
7			t3=9	0.1	0.6	0.8	0.10	0.11	0.15	29.7	29.6	29.5		0.00520
8				0.3	0.6	0.5	0.09	0.12	0.10	29.5	29.4	29.4		
9				0.7	0.7	0.5	0.09	0.11	0.10	29.4	29.4	29.3		
10		Q2 = 0.0086	t1=3	0.1	1.3	1.1	0.10	0.11	0.13	29.6	29.6	29.5	0.00502	
11				0.4	0.8	0.5	0.09	0.11	0.13	29.2	29.0	28.9		
12				0.4	0.7	0.6	0.09	0.11	0.08	28.7	28.7	28.7		
13			t2=6	0.1	0.9	0.9	0.10	0.11	0.13	30.1	30.1	29.6	0.00545	
14				0.1	0.9	0.5	0.09	0.11	0.12	29.3	29.2	29.1		
15				0.6	0.9	0.6	0.10	0.11	0.07	28.9	28.9	28.8		
16			t3=9	0.1	0.7	0.7	0.09	0.08	0.12	30.1	30.1	30.1	0.00578	
17				0.2	0.9	0.6	0.10	0.11	0.12	29.6	29.5	29.5		
18				0.5	0.8	0.6	0.10	0.11	0.09	29.4	29.4	29.3		
19		Q3 = 0.0145	t1=3	0.2	1.2	0.6	0.09	0.11	0.14	31.3	30.3	29.6	0.00524	
20				0.8	0.8	0.3	0.10	0.10	0.12	30.9	29.5	29.5		
21				0.8	1.1	0.5	0.09	0.11	0.09	30.2	29.4	29.4		
22			t2=6	0.3	0.9	0.3	0.10	0.11	0.14	29.7	30.5	30.5	0.00573	
23				0.8	0.9	0.2	0.11	0.12	0.11	29.6	30.3	30.3		
24				1.1	1.1	0.4	0.09	0.11	0.10	29.4	30.1	30.1		
25			t3=9	0.3	1.1	0.5	0.10	0.11	0.15	29.4	30.9	30.9	0.00583	
26				0.8	0.9	0.4	0.10	0.11	0.12	29.8	30.6	30.5		
27				0.9	1	0.4	0.09	0.12	0.10	29.6	30.4	30.4		

Lampiran 4

4) Data hasil penelitian untuk panjang krib $\frac{1}{2}$ lebar dasar saluran (15 cm)

No.	Panjang Krib (cm)	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	15 cm	Q1 = 0.0044	t1=3	0.1	0.8	0.70	0.11	0.12	0.13	29.3	29.3	29.2	0.00536	
2				0.4	0.4	0.60	0.10	0.11	0.12	28.9	28.8	28.8		
3				0.6	0.7	0.50	0.09	0.11	0.09	28.7	28.8	28.6		
4			t2=6	0.2	0.8	0.10	0.10	0.12	0.11	29.1	28.9	28.8		0.00584
5				0.4	0.4	0.60	0.11	0.13	0.14	28.7	28.7	28.7		
6				0.1	0.4	0.80	0.11	0.08	0.10	28.7	28.6	28.6		
7			t3=9	0.1	0.4	0.80	0.09	0.08	0.10	29.3	29.3	29.1		0.00596
8				0.4	0.4	0.50	0.11	0.11	0.14	29.1	29.0	29.0		
9				0.6	0.6	0.70	0.09	0.11	0.10	28.9	28.9	28.9		
10		Q2 = 0.0086	t1=3	0.1	0.7	0.90	0.13	0.12	0.12	29.7	29.7	29.5	0.00573	
11				0.4	0.4	0.60	0.13	0.12	0.14	29.4	29.4	29.4		
12				0.7	0.7	0.60	0.11	0.11	0.10	29.2	29.1	29.1		
13			t2=6	0.3	0.6	0.90	0.12	0.13	0.14	29.1	29.1	28.9		0.00637
14				0.4	0.4	0.70	0.12	0.14	0.15	28.9	28.9	28.9		
15				0.4	0.5	0.80	0.11	0.12	0.08	28.9	28.9	28.9		
16			t3=9	0.3	0.6	0.80	0.11	0.13	0.14	29.3	29.3	29.2		0.00652
17				0.4	0.3	0.60	0.11	0.14	0.13	29.1	29.1	29.0		
18				0.7	0.5	0.80	0.10	0.11	0.13	29.0	28.9	28.9		
19		Q3 = 0.0145	t1=3	0.1	1.2	0.40	0.12	0.13	0.16	28.7	28.7	28.7	0.00625	
20				0.4	0.5	0.50	0.12	0.14	0.15	28.7	28.7	28.7		
21				0.7	0.8	0.80	0.12	0.11	0.11	28.7	28.7	28.7		
22			t2=6	0.4	0.8	0.60	0.12	0.12	0.15	28.4	28.4	28.4		0.00650
23				0.7	0.5	0.60	0.11	0.14	0.14	28.4	28.4	28.5		
24				0.7	0.5	0.90	0.11	0.11	0.11	28.5	28.5	28.5		
25			t3=9	0.5	1.2	0.70	0.11	0.12	0.15	29.2	29.2	29.2		0.00659
26				0.4	0.5	0.30	0.11	0.14	0.14	29.1	29.1	29.0		
27				0.7	0.6	0.80	0.11	0.12	0.11	29.0	29.0	29.0		

Lampiran 9

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh Panjang Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Belokan 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 Panjang Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Belokan Sungai (Studi Eksperimental)

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Panjang Krib 1/10 lebar dasar saluran

Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Hari/Tanggal : 29 November 2018

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

No.	Panjang Krib (L)	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	3 cm	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 =	0.73	0.73	Y0 =	0.08	0.09	28.47	28.13	0.00341
2				V1 =	0.73		Y1 =	0.08		28.03		
3				V2 =	0.73		Y2 =	0.09		27.90		
4			t2 = 6	V0 =	0.93	0.73	Y0 =	0.09	0.09	30.27	30.02	0.00391
5				V1 =	0.53		Y1 =	0.09		30.03		
6				V2 =	0.73		Y2 =	0.10		29.77		
7			t3 = 9	V0 =	0.63	0.63	Y0 =	0.10	0.09	30.57	29.96	0.00465
8				V1 =	0.53		Y1 =	0.09		29.80		
9				V2 =	0.73		Y2 =	0.10		29.50		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 =	0.83	0.76	Y0 =	0.10	0.10	31.47	31.11	0.00450
11				V1 =	0.60		Y1 =	0.10		31.10		
12				V2 =	0.83		Y2 =	0.09		30.77		
13			t2 = 6	V0 =	0.77	0.78	Y0 =	0.10	0.09	29.30	29.14	0.00459
14				V1 =	0.73		Y1 =	0.09		29.10		
15				V2 =	0.83		Y2 =	0.09		29.03		
16			t3 = 9	V0 =	0.77	0.71	Y0 =	0.09	0.10	30.17	29.83	0.00492
17				V1 =	0.57		Y1 =	0.10		29.57		
18				V2 =	0.80		Y2 =	0.10		29.77		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 =	0.97	0.82	Y0 =	0.10	0.10	31.90	31.70	0.00519
20				V1 =	0.83		Y1 =	0.10		31.63		
21				V2 =	0.67		Y2 =	0.10		31.57		
22			t2 = 6	V0 =	0.83	0.91	Y0 =	0.10	0.10	32.47	31.93	0.00545
23				V1 =	0.97		Y1 =	0.10		31.83		
24				V2 =	0.93		Y2 =	0.10		31.50		
25			t3 = 9	V0 =	1.13	0.90	Y0 =	0.09	0.10	30.63	30.50	0.00558
26				V1 =	0.73		Y1 =	0.11		30.50		
27				V2 =	0.83		Y2 =	0.10		30.37		

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 Panjang Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Belokan Sungai (Studi Eksperimental)
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Panjang Krib 1/3 lebar dasar saluran
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
 Hari/Tanggal : 29 November 2018
 Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Panjang Krib (L)	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	10 cm	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 =	0.73	0.61	Y0 =	0.12	0.11	29.50	29.31	0.00383				
2				V1 =	0.57		Y1 =	0.10		29.27						
3				V2 =	0.53		Y2 =	0.10		29.17						
4			t2 = 6	V0 =	0.50	0.54	Y0 =	0.11	0.10	29.10			29.07	0.00497		
5				V1 =	0.43		Y1 =	0.10		29.20						
6				V2 =	0.70		Y2 =	0.10		28.90						
7			t3 = 9	V0 =	0.50	0.53	Y0 =	0.12	0.11	29.60					29.47	0.0052
8				V1 =	0.47		Y1 =	0.10		29.43						
9				V2 =	0.63		Y2 =	0.10		29.37						
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 =	0.83	0.66	Y0 =	0.11	0.11	29.50	29.08	0.00502				
11				V1 =	0.57		Y1 =	0.11		29.03						
12				V2 =	0.57		Y2 =	0.09		28.70						
13			t2 = 6	V0 =	0.63	0.61	Y0 =	0.11	0.10	29.93			29.33	0.00545		
14				V1 =	0.50		Y1 =	0.11		29.20						
15				V2 =	0.70		Y2 =	0.09		28.87						
16			t3 = 9	V0 =	0.50	0.57	Y0 =	0.10	0.10	30.10					29.67	0.00578
17				V1 =	0.57		Y1 =	0.11		29.53						
18				V2 =	0.63		Y2 =	0.10		29.37						
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 =	0.67	0.70	Y0 =	0.11	0.11	30.13	29.68	0.00547				
20				V1 =	0.63		Y1 =	0.11		29.50						
21				V2 =	0.80		Y2 =	0.10		29.40						
22			t2 = 6	V0 =	0.50	0.67	Y0 =	0.12	0.11	30.50			30.32	0.00573		
23				V1 =	0.63		Y1 =	0.11		30.33						
24				V2 =	0.87		Y2 =	0.10		30.13						
25			t3 = 9	V0 =	0.63	0.70	Y0 =	0.12	0.11	30.90					30.64	0.00598
26				V1 =	0.70		Y1 =	0.11		30.60						
27				V2 =	0.77		Y2 =	0.10		30.43						

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 Panjang Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Belokan Sungai (Studi Eksperimental)
 Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Panjang Krib ½ lebar dasar saluran
 Lokasi Penelitian : Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
 Hari/Tanggal : 30 November 2018
 Tinggi Bukaan Pintu : 10 cm (Q1), 13 cm (Q2) dan 16 cm (Q3)

No.	Panjang Krib (L)	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		Kedalaman Aliran (Y) m										
1	15 cm	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 =	0.53	0.53	Y0 =	0.12	0.11	29.27	28.91	0.00436				
2				V1 =	0.47		Y1 =	0.11		28.83						
3				V2 =	0.60		Y2 =	0.10		28.63						
4			t2 = 6	V0 =	0.37	0.42	Y0 =	0.11	0.11	28.93			28.76	0.00584		
5				V1 =	0.47		Y1 =	0.13		28.70						
6				V2 =	0.43		Y2 =	0.10		28.63						
7			t3 = 9	V0 =	0.43	0.50	Y0 =	0.09	0.10	29.23					29.06	0.00596
8				V1 =	0.43		Y1 =	0.12		29.03						
9				V2 =	0.63		Y2 =	0.10		28.90						
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 =	0.57	0.57	Y0 =	0.12	0.12	29.63	29.39	0.00573				
11				V1 =	0.47		Y1 =	0.13		29.40						
12				V2 =	0.67		Y2 =	0.11		29.13						
13			t2 = 6	V0 =	0.60	0.56	Y0 =	0.13	0.12	29.03			28.94	0.00637		
14				V1 =	0.50		Y1 =	0.14		28.90						
15				V2 =	0.57		Y2 =	0.10		28.90						
16			t3 = 9	V0 =	0.57	0.56	Y0 =	0.13	0.12	29.27					29.09	0.00652
17				V1 =	0.43		Y1 =	0.13		29.07						
18				V2 =	0.67		Y2 =	0.11		28.93						
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 =	0.57	0.60	Y0 =	0.14	0.13	28.70	28.70	0.00625				
20				V1 =	0.47		Y1 =	0.14		28.70						
21				V2 =	0.77		Y2 =	0.11		28.70						
22			t2 = 6	V0 =	0.60	0.63	Y0 =	0.13	0.12	28.40			28.44	0.0065		
23				V1 =	0.60		Y1 =	0.13		28.43						
24				V2 =	0.70		Y2 =	0.11		28.50						
25			t3 = 9	V0 =	0.80	0.63	Y0 =	0.13	0.12	29.20					29.09	0.00675
26				V1 =	0.40		Y1 =	0.13		29.07						
27				V2 =	0.70		Y2 =	0.11		29.00						

Keterangan Rumus :

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

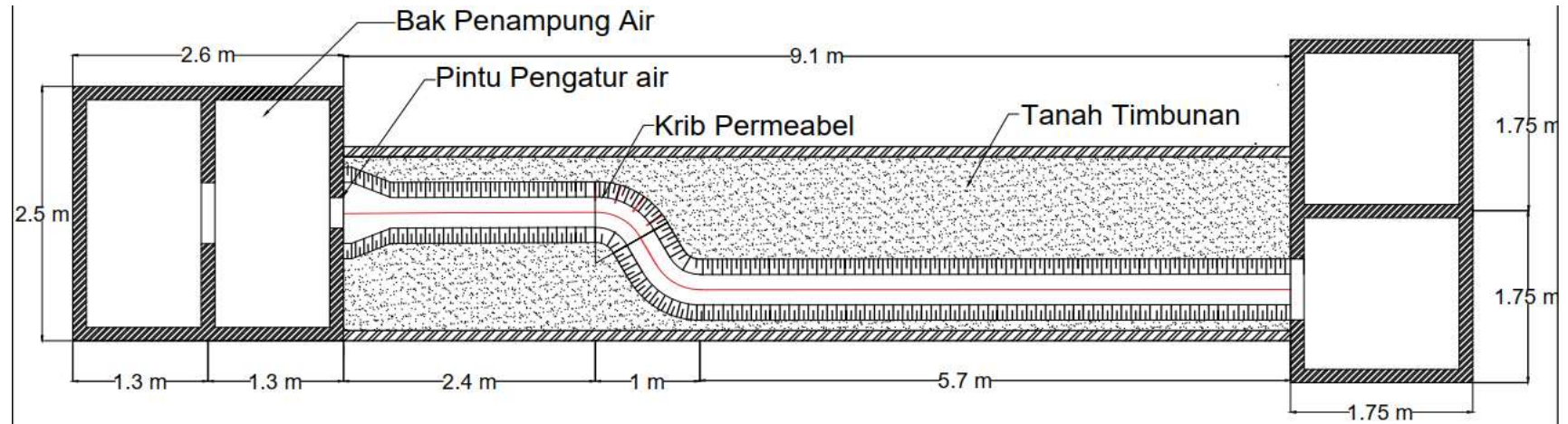
Lampiran 13**Tabel Viskositas Kinematik sebagai Hubungan Fungsi Suhu**

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



Detail Denah Saluran

Skala 1 cm : 50 cm

Lampiran 15

Pembersihan Lokasi Penelitian



Proses Pembersihan Lokasi Penelitian

Penimbunan dan Pemasatan Tanah



Proses Penimbunan



Proses Pemasatan Tanah

Lampiran 16

Pembuatan Model Saluran



Proses Penggalian Saluran



Pembentukan Saluran



Denah Saluran

Lampiran 17

Pembuatan Bak Penampungan



Proses Pembuatan Bak Penampungan



Bak Penampungan

Pembuatan Pintu Thompson (V-Notch)



Proses Pembuatan Pelimpah Thompson



Proses Rancangan Pelimpah Thompson

Lampiran 18

Perakitan Krib



Proses Pembuatan Krib



Model Krib Permeabel

Pemasangan Krib pada Tikungan Saluran



Model Pemasangan Krib

Lampiran 19

Running dan Pengambilan Data



Alat Ukur *Flow Watch*



Proses Pengaliran



Proses Pemasangan Grid



Proses Pengukuran Topografi Saluran