

**SKRIPSI**

**PENGARUH JARAK KRIB SEMI PERMEABEL TERHADAP  
VOLUME GERUSAN TEBING DI BELOKAN SALURAN**



Oleh :

**GULBUDIN HETMATIAR**  
105 81 2092 14

**BUDI UTOMO**  
105 81 212014

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

**PENGARUH JARAK KRIB SEMI PERMEABEL TERHADAP  
VOLUME GERUSAN TEBING DI BELIKAN SALURAN**

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

**Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Makassar**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**GULBUDIN HETMATIAR**  
**105 81 2128 14**

**BUDI UTOMI**  
**105 81 2120 14**

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **PENGARUH JARAK KRIB SEMI PERMEABEL TERHADAP VOLUME GERUSAN DIBELOKAN SALURAN**

Nama : GUBUDIN HETMATIAR

BUDI UTOMO

No. Stambuk : 105 81 2092 14

105 81 2120 14

Makassar, 12 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

**Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samwang ,M.Sc.,M.Eng**

Pembimbing II

**Amrullah Mansida, ST., MT**



Mengetahui,  
Ketua Program Studi

**Andi Makbul Syamsuri, ST., MT**

NBM : 1183084



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama Gulbudin Hetmatiar dengan nomor induk Mahasiswa 10581209214 dan Budi Utomo dengan nomor induk Mahasiswa 10581212014, 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. Darwis Panguriseng, M.Si.

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

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S, MT.

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

3. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Sammang, MSC., M.Eng

  
Amrullah Mansida, ST., MT

Dekan

  
H. Hamzah Al Imran, ST., MT

NBM: 855/500

# PENGARUH JARAK KRIB SEMI PERMEABEL TERHADAP VOLUME GERUSAN TEBING DI BELOKAN SALURAN

**Gulbudin Hetmatiar<sup>1)</sup> dan Budi Utomo<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
[gulbudinvery@gmail.com](mailto:gulbudinvery@gmail.com)

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
[Budiutomo1496@gmail.com](mailto:Budiutomo1496@gmail.com)

## Abstrak

Pengaruh jarak krib tipe semi permeabel terhadap pola aliran dan gerusan tebing sungai dibimbing oleh Lawalenna Sammang dan Amrullah Mansida. Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan Gerusan tebing sungai menambah sedimentasi di dasar sungai. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui pengaruh pemasangan krib semi permeabel terhadap karakteristik aliran pada saluran dan pengaruh jarak pemasangan krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran. Dari hasil penelitian menunjukkan besar volume gerusan setelah pemasangan krib untuk jarak 15 cm (t) 3 yaitu 0,00429 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00475(m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00515 (m<sup>3</sup>). Dan untuk jarak 20 cm pada waktu (t) 3 yaitu 0,00568(m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00605 (m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00653(m<sup>3</sup>). Dan untuk jarak 25 cm pada waktu (t) 3 yaitu 0,00305(m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 6 yaitu 0,00436(m<sup>3</sup>), pada waktu (t) 9 yaitu 0,00456 (m<sup>3</sup>). Efektifitas jarak krib semi permeable menunjukkan bahwa semakin besar jarak krib semi permeable maka jumlah volume gerusan (Vg) cenderung menurun. Hal ini diakibatkan karena krib Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.  
kata kunci : Semi Permeabel, jarak Krib, Saluran.

## Abstrak

The effect of semi-permeable type of crib distance on flow patterns and river cliff scouring is guided by Lawalenna Sammang and Amrullah Mansida. Damage of Watersheds (DAS) causes Scouring of cliffs to add sedimentation to the riverbed This research is to find out the effect of semi-permeable crib installation on the flow characteristics of the connection and the effect of the installation distance of semi-permeable cribs on the scour of the cliff at the channel turn. From the results of the study show the large volume of scour after installation of crib for a distance of 15 cm (t) 3 which is 0.00429 (m<sup>3</sup>), at time (t) 6 which is 0.00475 (m<sup>3</sup>), at time (t) 9 which is 0.00515 (m<sup>3</sup>). And for a distance of 20 cm at time (t) 3 which is 0.00568 (m<sup>3</sup>), at time (t) 6 which is 0.00605 (m<sup>3</sup>), at time (t) 9 which is 0.00653 (m<sup>3</sup>). And for a distance of 25 cm at time (t) 3 which is 0.00305 (m<sup>3</sup>), at time (t) 6 which is 0.00436 (m<sup>3</sup>), at time (t) 9 which is 0.00456 (m<sup>3</sup>). The effectiveness of semi-permeable crib distances shows the greater the distance of semi-permeable cribs, the greater the volume of scour (Vg). This is due to the crib reducing the speed of the river along the river bank and ensuring the safety of the river embankments or cliffs against scour.  
keywords: Semi Permeable, Krib distance, Channel.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Konsepsi Saluran Terbuka .....	6
1. Pengertian Saluran Terbuka.....	6
2. Unsur-Unsur Geometri Saluran .....	7
3. Bentuk-Bentuk Saluran .....	9
B. Mekanisme Gerusan Saluran .....	9
1. Jenis - jenis Gerusan .....	10

2.	Proses Gerusan pada Tebing .....	11
3.	Penanggulangan Gerusan pada Tebing .....	12
C.	Distribusi ukuran butir .....	13
D.	Hidrolika Pengaliran Saluran .....	14
1.	Sifat-Sifat Aliran .....	15
2.	Regime Aliran .....	18
3.	Kecepatan Aliran .....	19
4.	Debit Aliran .....	20
E.	Hukum Dasar Model .....	23
1.	Model Eksperimental .....	23
2.	Model Prototipe .....	23
3.	Model Numerik .....	24
F.	Bangunan Krib .....	24
1.	Konstruksi Krib .....	25
2.	Klasifikasi Krib .....	28
3.	Perencanaan Bangunan Krib .....	30
G.	Matris Penelitian Terdahulu .....	35
	<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
A.	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	40
B.	Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	40
C.	Alat dan Bahan .....	41
D.	Rancangan Model Penelitian .....	42
E.	Bagan Alur Penelitian .....	49
	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBASAN .....</b>	<b>50</b>

A. Deskripsi Data Hasil Penelitian .....	50
B. Penentuan Dimensi Krib .....	51
C. Karakteristik material tanah.....	53
D. Analisis data debit.....	54
E. Karakteristik Aliran pada Belokan Saluran.....	55
F. Kontur dan Pola pemasangan Krib Semi Permeabel .....	59
G. Pengaruh Jarak Pemasangan Krib Semi Permeabel.....	62
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>68</b>
A. Kesimpulan .....	68
B. Saran.....	68

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Tabel Bazin Untuk Koefisien Kekasaran Dinding.....	28
2. Tabel Matrix Penelitian Terdahulu .....	31
3. Perhitungan Debit Aliran Untuk Tinggi Bukan Pintu Thompson .....	47
4. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) Tanpa Krib.....	47
5. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Krib Jarak 15 cm.....	47
6. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Krib Jarak 20 cm.....	48
7. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Krib Jarak 25 cm.....	48
8. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) Tanpa Krib .....	48
9. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan Krib Jarak 15 cm .....	48
10. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan Krib Jarak 20 cm .....	49
11. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan Krib jarak 25 cm.....	49
12. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Dan Bilangan <i>Reynold</i> .....	50
13. Rekapitulasi Volume Gerusan dengan Sudut Krib .....	54
14. . Rekapitulasi Volume Gerusan dengan Debit Aliran.....	57

## DAFTAR GAMBAR

1. Penampang Saluran Trapesium.....	8
2. Bentuk - Bentuk Saluran .....	9
3. Jarak Kecepatan Maksimum dan Kekasaran Dasar Saluran .....	17
4. Distribusi Kecepatan Aliran.....	17
5. Skat Ukur Thompson (V-Notch) .....	18
6. Konstruksi Krib Tiang Pancang.....	22
7. Konstruksi Krib Rangka .....	23
8. Krib Balok Beton .....	24
9. Krib Permeabel .....	25
10. Krib Impermeable .....	25
11. Hubungan Tinggi Krib Dan Kedalaman Air.....	27
12. Formasi Krib .....	29
13. Denah Saluran.....	38
14. Potongan Memanjang Saluran .....	38
15. Potongan Melintang Saluran.....	39
16. Potongan Melintang Saluran dengan Krib .....	39
17. Model Krib Sudut $90^0$ .....	40
18. Pembuatan Bak Penampungan Air .....	40
19. Dimensi Saluran Trapesium.....	41
20. Denah Saluran Trapesium.....	41
21. Pembuatan Tikungan Saluran .....	42

22. Pembuatan Model Krib .....	42
23. Bagan Alur Penelitian .....	45
24. Kontur Pola Gerusan Q1 .....	51
25. Kontur Pola Gerusan Q2 .....	52
26. Kontur Pola Gerusan Q3 .....	53
27. Grafik Volume Gerusan dengan Sudut Waktu 3 Menit .....	55
28. Grafik Volume Gerusan dengan Sudut Waktu 6 Menit .....	55
29. Grafik Volume Gerusan dengan Sudut Waktu 9 Menit .....	56
30. Grafik Volume Gerusan dengan Debit Waktu 3 Menit .....	58
31. Grafik Volume Gerusan dengan Debit Waktu 6 Menit .....	59
32. Grafik Volume Gerusan dengan Debit Waktu 9 Menit .....	59

## DAFTAR PERSAMAAN

1. Persamaan Luas (A).....	8
2. Persamaan Keliling Basah (P).....	8
3. Persamaan Jari-Jari Hidrolis (H).....	8
4. Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i> .....	14
5. Persamaan Menghitung Bilangan <i>Froude</i> .....	15
6. Persamaan Menghitung Debit.....	18
7. Persamaan Menghitung Debit dengan Pintu Thompson.....	19
8. Persamaan Jarak Antar Krib .....	27
9. Persamaan <i>Chezy</i> .....	28

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

1.  $Re$  = Angka Reynold
2.  $\mu$  = Karakteristik Kecepatan Aliran (m/det)
3.  $\rho$  = Kecepatan Air ( $\text{kg/m}^3$ )
4.  $Fr$  = Angka Froud
5.  $V$  = Kecepatan Rata-Rata Aliran (m/det)
6.  $L$  = Panjang Karakteristik (m)
7.  $g$  = Gravitasi = 9,8 (m/det)
8.  $Q$  = Debit Aliran ( $\text{m}^3/\text{det}$ )
9.  $A$  = Luas Penampang Aliran ( $\text{m}^2$ )
10.  $H$  = Kedalaman Air Pada Bak Pengukur Debit (m)
11.  $C_d$  = Koefisien Thompson(0,6 m/det)
12.  $L$  = Jarak Antar Krib (m)
13.  $\alpha$  = parameter Empiris (0,6)
14.  $C$  = Koefisien Chezy ( $\text{m}^{1/2}/\text{det}$ )
15.  $R$  = Jari-Jari hidrolis
16.  $\gamma_B$  = Koefisien Kekasaran dinding

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Saluran terbuka memiliki hubungan erat terhadap aktifitas manusia. Salah satu contoh saluran terbuka yang sering di jumpai adalah sungai. Sungai mempunyai peranan penting sebagai penunjang kehidupan manusia. Hal ini dikarenakan fungsi sungai bukan hanya sebagai sarana untuk mengalirkan air, akan tetapi mampu memberikan nilai ekonomis dalam berbagai aspek kehidupan, seperti pembangkit listrik, penyediaan air baku bagi perusahaan air minum, sarana transportasi, pertanian, perkebunan, perikanan dan lain sebagainya (Chow V.T., 1992; Triatmodjo B., 2008).

Daerah Aliran Sungai (DAS) ini mengalami kerusakan baik itu dari faktor alam maupun campur tangan manusia. Dimana faktor alam disebabkan oleh sungai itu sendiri sedangkan faktor campur tangan seperti adanya perubahan tata guna lahan di sekitar DAS akibatnya terjadi perubahan morfologi sungai seperti gerusan tebing sungai. Indonesia memiliki sangat banyak sungai dan anak-anak sungai yang memiliki potensi untuk menyediakan sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat. Saat ini

Indonesia memiliki sedikitnya 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.537 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km<sup>2</sup> (Andi Abd. Rahim, 2017).

Sungai adalah sistem yang kompleks, terdiri dari banyak komponen yang saling berhubungan dan berpengaruh dalam suatu sistem yang sinergis dan mampu menghasilkan sistem kerja yang efisien. Kompleksitas dapat diketahui dari bentuk alur dan percepatan sungai, formasi dasar sungai, morfologi sungai, dan ekosistem sungai (Maryono, 2003).

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

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

Pengendalian gerusan sungai saat ini kebanyakan menggunakan bangunan yang mahal dan tidak alami serta bersifat merusak dan mengotori

daerah aliran sungai, maka dari itu pengendalian dengan ramah lingkungan lebih cocok untuk pengendalian gerusan tebing sungai, salah satunya menggunakan baguanan krib menggunakan batang pohon bambu dimana ini sangat murah dan mudah karna menggunakan vegetasi setempat dan alami.

Dengan pemasangan krib sungai maka akan terjadi sesuatu perubahan pola aliran, begitu pula dengan jarak pemasangan krib akan berpengaruhnya pada karakteristik aliran dan gerusan tebing sungai. Karena kajian ini menitikberatkan pada pembahasan mengenai pengaruh jarak pemasangan krib, maka dari itu penulis akan mengadakan penelitian dengan judul : **Pengaruh Pemasangan Krib Semi Permeabel Terhadap Volume Gerusan Tebing Di Belokan Saluran**

### **B. Rumusan Masalah**

- 1) Bagaimana pengaruh pemasangan krib tipe semi permeabel terhadap karakteristik aliran pada saluran?
- 2) Bagaimana pengaruh jarak pemasangan krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran?

### **C. Tujuan Penelitian**

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

- 1) Mengetahui pengaruh pemasangan krib semi permeabel terhadap karakteristik aliran pada saluran



- 2) Mengetahui pengaruh jarak pemasangan krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini dapat menjadi referensi khususnya bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian terkait dengan penanggulangan gerusan tebing belokan sungai menggunakan krib.
- 2) Dapat digunakan oleh pihak pemerintah dalam menanggulangi gerusan tebing belokan sungai menggunakan bangunan krib semi permeabel dengan konsep ramah lingkungan.
- 3) Dari penelitian ini dapat dipahami pentingnya menjaga perubahan morfologi sungai.

#### **E. Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan variasi kerepeten krib yang optimal dalam penelitian tentang bangunan krib sebagian lolos air (krib semi permeabel) maka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Menggunakan bangunan krib dengan tipe sebagian lolos air (semi permeabel).
- 2) Pemasangan krib semi permeabel diletakkan pada tikungan bagian luar saluran.

- 3) Pemasangan krib semi permeabel menggunakan satu yaitu  $90^\circ$ .
- 4) Meneliti Variasi jarak antar krib semi permeabel
- 5) Media yang digunakan 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 diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori tentang sungai, hidrolika sungai, , proses erosi pada tebing, bangunan krib, matriks penelitian

**Bab III METODE PENELITIAN** yang berisi tentang metode penelitian yang terdiri atas waktu dan tempat penelitian, alat dan 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 karakteristik aliran dan gerusan pada tebing dengan adanya krib semi permeabel pada tikungan sungai.

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

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Konsepsi Saluran Terbuka**

##### **1. Pengertian Saluran Terbuka**

Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (masih ada muka air bebas) masih termasuk aliran melalui saluran terbuka. Oleh karena aliran melalui saluran terbuka harus mempunyai muka air bebas, maka aliran ini biasanya berhubungan dengan zat cair dan umumnya adalah air (Bambang Triatmodjo, 1993).

Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alami (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alamiah di bumi, dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Aliran air dibawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah. Saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri dan sebagainya termasuk model saluran yang

dibuat di laboratorium untuk keperluan penelitian. Sifat-sifat hidrolis saluran semacam ini dapat diatur menurut keinginan atau dirancang untuk memenuhi persyaratan tertentu. Oleh karena itu, penerapan teori hidrolis untuk saluran buatan dapat membuahkan hasil yang cukup sesuai dengan kondisi sesungguhnya, dengan demikian cukup teliti untuk keperluan perancangan praktis

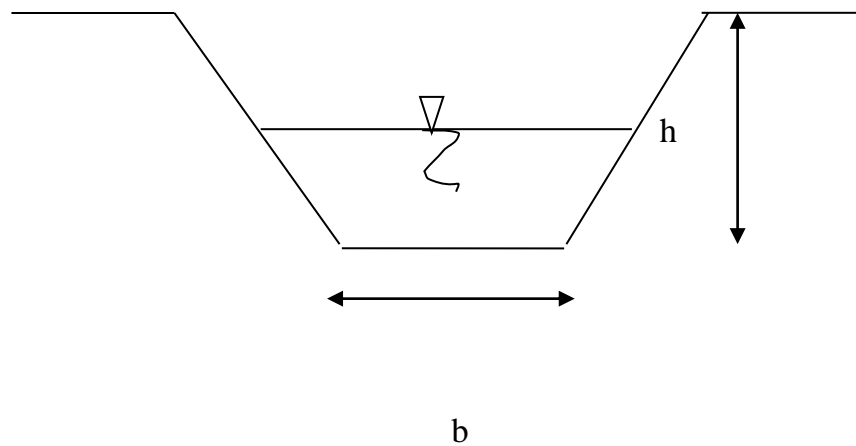
(Sudiro Priyo, 2016).

## **2. Unsur- unsur Geometri Saluran**

Unsur-unsur geometri saluran adalah sifat-sifat suatu saluran yang dapat diuraikan seluruhnya berdasarkan geometri penampang dan kedalaman aliran. Unsur-unsur ini sangat penting dan banyak sekali dipakai dalam perhitungan aliran (Sudiro Priyo, 2016).

Untuk penampang biasa yang sederhana, geometri dapat dinyatakan secara matematik menurut kedalaman aliran dan dimensi lainnya dari penampang tersebut. Namun untuk penampang yang rumit dan penampang saluran alam, belum ada rumus tertentu untuk menyatakan unsur-unsur tersebut, selain kurva-kurva yang menyatakan hubungan unsur-unsur ini dengan kedalaman aliran yang disiapkan untuk perhitungan hidrolis. Penampang saluran buatan biasanya direncanakan berdasarkan bentuk geometris yang umum. Penampang saluran alam umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai

trapesium. Istilah penampang saluran (*channel section*) adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertikal saluran (*vertical channel section*) adalah penampang vertikal melalui titik terbawah atau terendah dari penampang. Oleh sebab itu pada saluran mendatar penampangnya selalu merupakan penampang vertikal (Ir.V Sungono ,1995)



Gambar 1. Penampang Saluran Trapesium

$$\text{Luas (A)} = (b + mh) h \quad (1)$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \quad (2)$$

$$\text{Jari jari Hidrolik (R)} = \frac{A}{P} \quad (3)$$

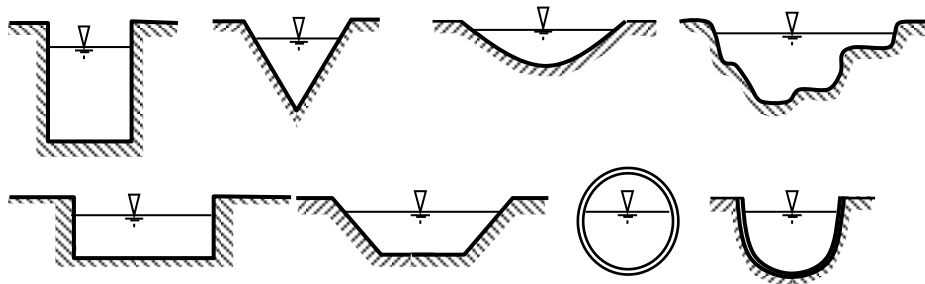
Dimana :

$b$  = lebar dasar saluran (m)

$h =$  tinggi kedalaman air (m)

### 3. Bentuk Saluran

Terdapat banyak bentuk penampang saluran terbuka antara lain penampang bentuk trapesium, penampang bentuk persegi panjang, penampang bentuk segitiga, penampang bentuk parit dangkal, dan penampang saluran alam yang tidak beraturan.



Gambar 2. Macam-macam bentuk saluran terbuka : Trapesium, Persegi Panjang, Segitiga, dan Saluran Alam (Chow,1959).

#### B. Mekanisme Gerusan Saluran

Aliran yang terjadi pada sungai sering kali disertai dengan angkutan sedimen dan proses gerusan. Proses gerusan akan terbentuk secara alamiah karena pengaruh morfologi sungai atau karena adanya struktur yang menghalangi aliran sungai. Angkutan sedimen terjadi karena

aliran air sungai mempunyai energi yang cukup besar untuk membawa sejumlah material (Ahmat Nasirul Umam, 2015)

Proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran bagian hulu kebagian hilir saluran. Pada kecepatan yang lebih tinggi maka partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar, baik ukuran maupun kedalamannya bahkan kedalaman gerusan maksimum akan dicapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritik. Lebih jauh lagi ditegaskan bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transpor sedimen baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan, jadi kedalaman rata-rata terjadi pada kondisi *equilibrium scour depth* (Chabert dan Engal Dinger, 1956 dalam Breuser dan Raudkiv, 1991).

## 1. Jenis-jenis Gerusan

Menurut Legono (1990), gerusan dibedakan menjadi:

- a) Gerusan umum di alur sungai, gerusan ini tidak berkaitan sama sekali dengan terdapat atau tidaknya bangunan sungai. Gerusan ini disebabkan oleh energi dari aliran sungai.
- b) Gerusan terlokalisir di alur sungai, terjadi karena penyempitan alur sungai, sehingga aliran menjadi lebih terpusat.
- c) Gerusan lokal disekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal disekitar bangunan sungai.

## 2. Proses Gerusan pada Tebing

Gerusan tebing adalah pengikisan tanah pada tebing-tebing saluran dan penggerusan dasar saluran oleh aliran air (Chay Asdak,2014). Dua proses berlangsungnya Gerusan tebing sungai adalah oleh adanya gerusan aliran saluran dan oleh adanya longsoran tanah pada tebing saluran . Proses yang pertama berkorelasi dengan kecepatan aliran. Semakin cepat laju aliran (debit puncak atau banjir) semakin besar kemungkinan terjadi Gerusan tebing.

Faktor penyebab terjadinya Gerusan tebing saluran berdasarkan karakteristik fisik tebing sebagai berikut :

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



### 3. Penanggulangan Gerusan Pada Tebing

Dalam buku ajar Teknik Sungai Amrullah Mansida, 2015 Bangunan pelindung tebing umumnya digunakan teknik pelindung tebing konvensional adalah perkerasan tebing dengan pasang batu atau batu kosong. Konstruksi seperti ini membuat seluruh permukaan tebing tertutup sehingga menurunkan faktor kekasaran dinding (dinding menjadi relatif halus) dan memperpendek alur. Dan kemudian menimbulkan kesulitan bagi biota bermigrasi atau bergerak secara horisontal, bahkan dapat menghilangkan kemungkinan segala jenis biota. Sedangkan eko-hidrolik dapat menjamin kelangsungan keluar masuknya biota, dan dapat menunjang perkembangan biota itu sendiri secara langsung, dengan kondisi ini kehidupan biota berjalan secara alamiah.

Pemilihan jenis vegetasi untuk perlindungan tebing paling tepat adalah dengan menggunakan tanaman – tanaman atau vegetasi lokal (setempat). Sungai dengan vegetasi bambu misalnya, memiliki konfigurasi selang – seling. Konfigurasi terbentuk sebagai adaptasi terhadap aliran sungai.

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 lokal, iklim, dan jenis

spesies. Laju pertumbuhan yang paling umum adalah sekitar 3–10 cm (1,2–3,9 in) per hari. Beberapa dari spesies bambu terbesar dapat tumbuh hingga melebihi 30 m (98 ft) tingginya, dan bisa mencapai diameter batang 15–20 cm (5,9–7,9 in). Namun spesies tertentu hanya bisa tumbuh hingga ketinggian beberapa inci saja. (Farrelly, David (1984) *The Book of Bamboo*. Sierra Club Books)

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pada sungai dengan kondisi kekuatan vegetasi, maka konfigurasi vegetasi sepanjang sungai akan terpengaruhi oleh formasi arus sungai tersebut. Demikian juga sebaliknya, bentuk *meander* sungai ditentukan oleh formasi vegetasi sepanjang sungai tersebut.

### C. Distribusi Ukuran Butir

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

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Butir menurut Wentworth

Klasifikasi		Diameter partikel (mm)
Berangkal	Sangat besar	4096 – 2048
	Besar	2048 – 1024
	Sedang	1024 – 512
	Kecil	512 – 256

Kerakal    Koral (Kerikil besar)	Besar	256 – 128
	Kecil	128 – 64
	Sangat besar	64 – 32
	Kasar	32 – 16
	Sedang	16 – 8
	Halus	8 – 4
Kerikil    Pasir		4-2
	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
Lempung	Sangat Halus	0,008 – 0,004
	Kasar	0,004 – 0,002
	Sedang	0,002 – 0,001
	Halus	0,001 – 0,0005
	Sangat Halus	0,0005 – 0,00024

(Muhammad Arsyad Thaha 2006)

#### D. Hidrolika Pengaliran Saluran

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

## **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 )

## 2) Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran adalah laminer bila gaya kekentalan relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku cairan. Dalam aliran laminer butir-butir air seolah-olah bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur dan lurus dan selapis cairan yang sangat tipis seperti menggelincir diatas lapisan disebelahnya. Sedangkan aliran turbulen adalah bila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya kelembamannya. Pada aliran turbulen, butir-butir aliran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun tidak tetap, walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan (Ven Te Chow.1992 )

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 :

(French, dalam Robert J. Kodatie 2009).

$$R_e = \frac{VL}{\nu} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$R_e$  = Angka Reynold

$V$  = Kecepatan aliran (m/det)

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

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

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

Beberapa penelitian disimpulkan bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka adalah (French, 1985):

$R < 500$  = 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 :

(French, dalam Robert J. Kodatie 2009).

$$F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gy}} \dots\dots\dots (5)$$

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

### b) Superkritis-Laminer

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

### c) Superkritis-Turbulen

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

### d) Subkritis-Turbulen

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

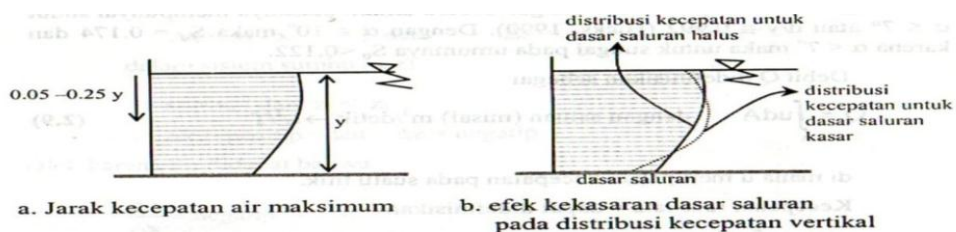
## **3. Kecepatan Aliran**

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



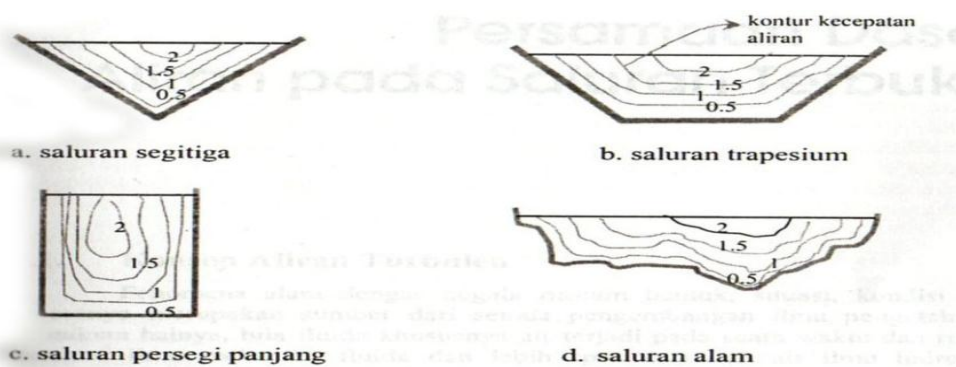
disebabkan oleh bentuk tampang melintang saluran, kekasaran saluran dan lokasi saluran (saluran lurus atau pada belokan).

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



Gambar 3. Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran

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



Gambar 4. Contoh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk Saluran (Chow, 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009).

#### 4. Debit Aliran

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

Pengukuran 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: (Gordon et al, 1992 dalam Chay Asdak, 2014)

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(6)$$

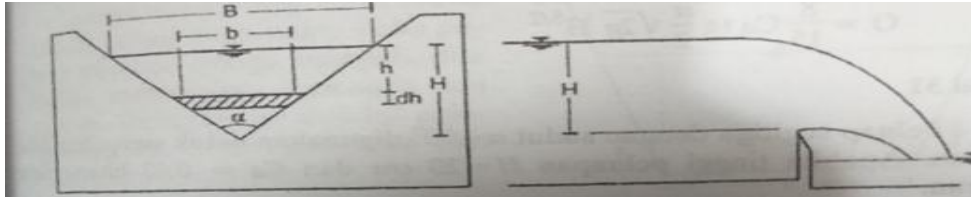
Dimana:

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

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang ( $m^2$ )

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



Gambar 5. Sekat Ukur Thompson atau V-notch

Dari Gambar tersebut, lebar muka air adalah :

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

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

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

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

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

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

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalui peluap :

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

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

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

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

$$Q = \frac{8}{15} C_d \cdot \tan \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} H^{5/2} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

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

H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

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

Cd = Koefisien Thompson (umumnya Cd = 0,6)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det<sup>2</sup>)

## E. 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**

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 (Nur Yuwono, 1996).

## **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)

## **F. Bangunan 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.

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).

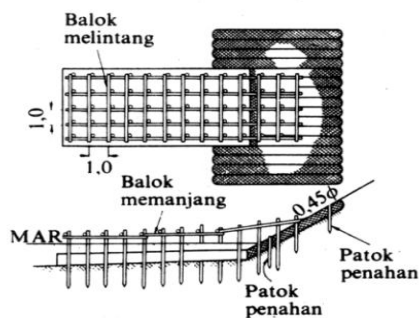
Krib adalah bangunan yang dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai dan tujuan utamanya adalah

(Suyono Sosrodarsono, dkk, 2008)

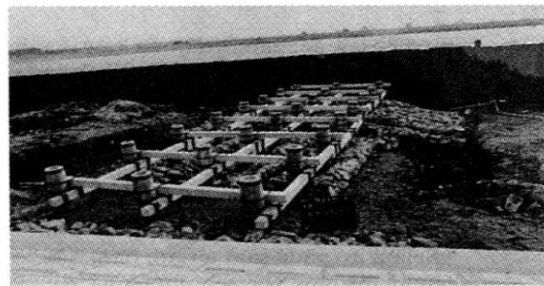
- 1) Mengatur arah arus sungai
- 2) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
- 3) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- 4) Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.

## **1. Konstruksi Krib**

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



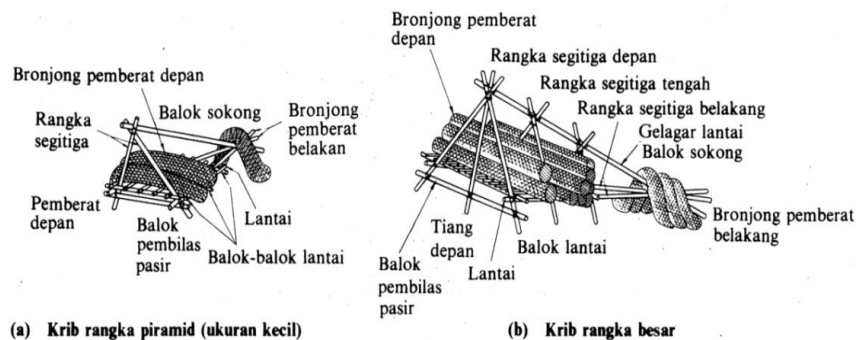
Gb. 4.71 Konstruksi krib tiang pancang.



Gb. 4.72 Krib tiang pancang/lokasi pekerjaan kering.

Gambar 6. Konstruksi krib tiang pancang (Suyono Sosrodarsono, 2008).

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

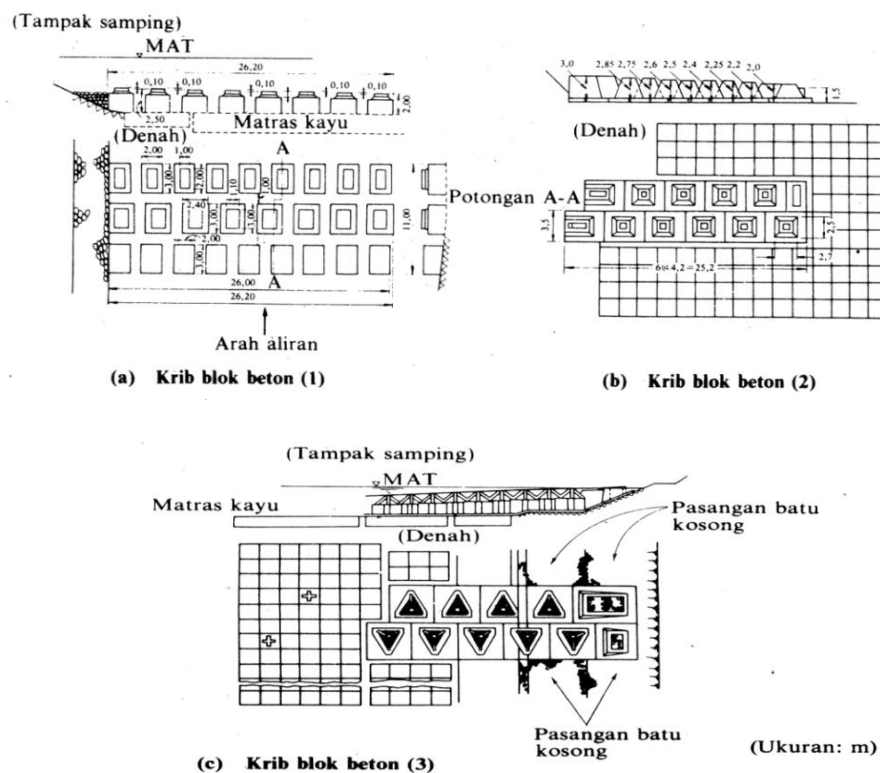


(a) Krib rangka piramid (ukuran kecil)

(b) Krib rangka besar

Gambar 7. Konstruksi krib rangka (Suyono Sosrodarsono, 2008).

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



Gambar 8. Konstruksi krib blok beton (Suyono Sosrodarsono, 2008).



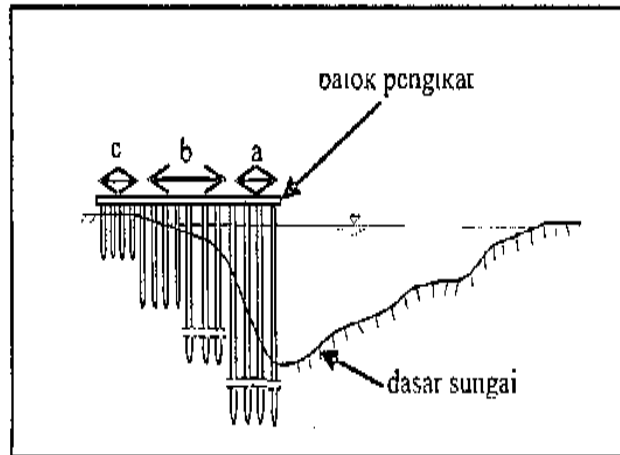
Krib harus dibuat secara benar karena bangunan air ini secara aktif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif. Sebaliknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing di seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan. Selain itu, Kegagalan konstruksi krib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

## **2. Klasifikasi Krib**

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

### 1) Krib *permeable*

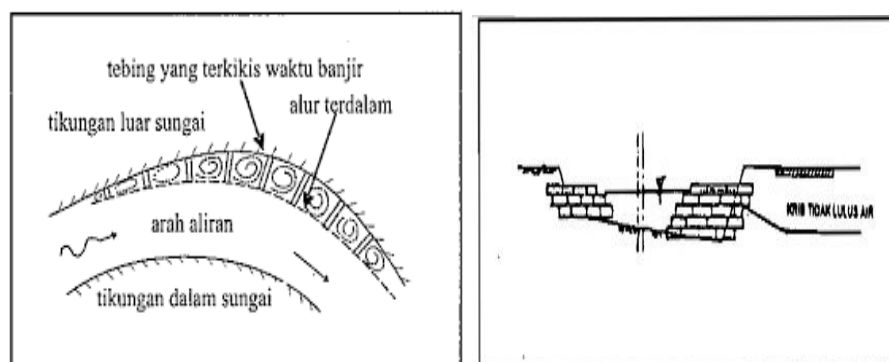
Pada tipe *permeable* air dapat mengalir melalui krib (*permeable spur*). Krib permeabel tersebut melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran tersebut.



Gambar 9. 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 10. 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 aris tersebut dan dinamakan krib melintang (*transversal dyke*), sedang krib yang formasinya hampir sejajar arah arus sungai disebut krib memanjang (*longitudinal dyke*).

### 3. Perencanaan Bangunan Krib

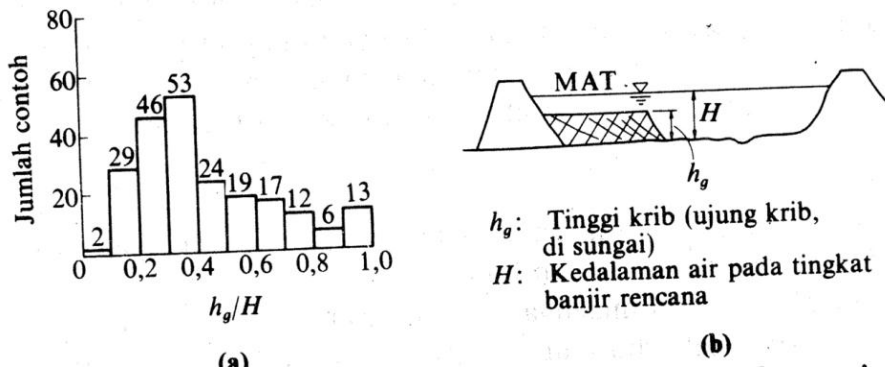
Dalam mempersiapkan perencanaan (*planning*) Krib, maka denah, bentuk memanjang, debit air sungai, kecepatan arus sungai, bahan-bahan dasar sungai haruslah disurvei, dipelajari dan ditelaah secara mendalam dan tipe krib serta metode pembuatannya ditetapkan secara empiris dengan memperhatikan pengalaman-pengalaman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

#### 1) Dimensi Krib

##### a) Penetapan Tinggi Krib (T)

Umumnya akan lebih menguntungkan apabila elevasi mercu krib dapat dibuat serendah mungkin ditinjau dari stabilitas bangunan terhadap gaya yang mempengaruhinya sebaiknya elavasi mercu dibuat 0.50 – 1.00 meter diatas elavasi rata-rata permukaan air rendah Dari hasil pengamatan

tinggi berbagai jenis krib yang telah dibangun dan berfungsi dengan baik, diperoleh angka perbandingan antara tinggi krib dan kedalaman air banjir ( $h_g/h$ ) sebesar 0,20 – 0,30 (Suyono Sosrodarsono, 2008).



Gambar 11. Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir (Suyono Sosrodarsono, 2008).

b) Panjang Krib ( $L_b$ )

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

c) 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 :

$$L < \alpha \frac{C^2 h}{2g} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

L = Jarak antar krib, m

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

C = Koefisien Chezy, m<sup>1/2</sup>/det

h = Kedalaman air rerata, m

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

Untuk menentukan koefisien Chezy dapat menggunakan rumus bazin dimana koefisien Chezy berdasarkan Bazin (1869), adalah fungsi dari jari-jari hidraulis (R) dan berat jenis fluida ( $\gamma$ ). (V. Sunghono , 1995)

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

C = Koefisien Chezy, m<sup>1/2</sup>/det

R = Jari-jari hidrolis

$\gamma_B$  = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

Tabel 1. Tabel bazin untuk koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.

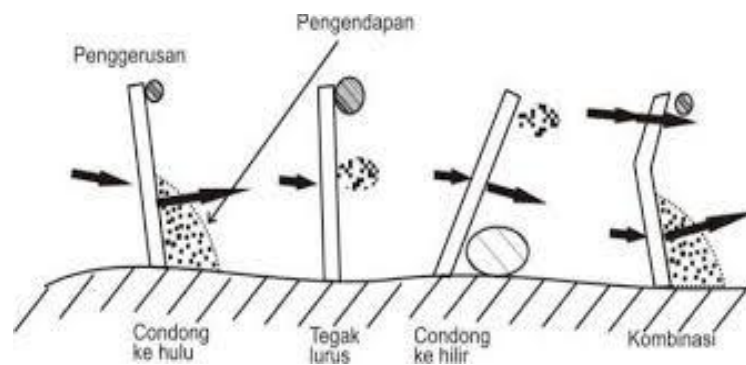
Jenis Dinding	$\gamma_B$
---------------	------------

Dinding sangat halus (semen)	0,06
Dinding halus (papan,batu,bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding tanah sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

(V. Sunghono , 1995)

## 2) Formasi Krib

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



Gambar 12. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2016)

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

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.
- d) Krib-krib tidak dapat berfungsi dengan baik pada sungai-sungai yang kecil atau yang sempit alurnya.
- e) 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.

## F. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 2. Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
	<b>Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran</b>	A. Abd. Rahman, 2017	Kecepatan aliran diukur pada tiap-tiap penampang, di depan dan di belakang model sejumlah 6 penampang dengan 3 titik peninjauan. Penamaan model adalah M-1 (Model 1 dengan jarak antar krib 20 cm), M-2 (Model 2 dengan jarak antar krib 40 cm), dan M-3 (Model 3 dengan jarak antar krib 80 cm).	Berdasarkan grafik angka froude dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi pada penampang sebelum dan setelah pemasangan krib baik model M-1, M-2, maupun M-3 adalah subkritis ( $Fr < 1$ ).  Sedangkan pada grafik Reynolds dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi	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



				baik sebelum pema- sangan model krib maupun model krib M- 1, M-2, maupun M-3 adalah turbulen ( $Re > 4000$ )	titik-tik peninjauan yang telah ditentukan baik pada model tanpa krib maupun model krib M-1, M-2 dan M-3.
	<b>Method e Aplikasi Banguna n Krib Sebagai Pelindun g Terhada p Bahaya Erosi Tebing Sungai</b>	Suha rjoko , 2008	Tahap pertama dilakukan running model terhadap berbagai kasus dan dilanjutkan analisa terhadap setiap hasil running model yang dihasilkan yakni melakukan penilaian terhadap besaran parameter yang dihasilkan. Tahap kedua melakukan analisa non- dimensi terhadap parameter penentu untuk mendapatkan hubungan antar parameter tersebut. Tahap ketiga menghitung terhadap nilai parameter yang dihasilkan untuk mendapatkan hubungan antar parameter model dan kasus. Tahap keempat melakukan analisa untuk mendapatkan hubungan antar parameter tersebut.	Bahwa dari tiga alternatif model tersebut secara umum dapat dikatakan <i>Model 1</i> yaitu Krib dengan sudut $\alpha = 90^\circ$ merupakan pilihan yang paling baik dibanding dengan model lain yang telah diajukan. Oleh karena itu disarankan dipilih bangunan krib tegak	Hasil temuan pada penelitian diatas yang menghasilkan suatu hubungan antara bilangan <i>Froude ( Fr. )</i> dengan $Dh/PB$ , sesuai yang ditunjuk dengan Gambar 6, memberikan kemudahan dalam perencanaan bangunan Krib. Dengan demikian akan sangat menghemat biaya disain karena tahapan studi simulasi tidak lagi perlu dilakukan dalam merencanakan bangunan krib

				lurus dengan arah aliran.	tersebut.
	<b>Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel pada Saluran Tanah(Uji Model Laboratorium)</b>	Ayu Marlina Humairah, 2014	Pemodelan sungai di laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika dengan ukuran panjang bak saluran 1200 cm, lebar 300 cm dan tinggi 50 cm, model saluran berbentuk trapesium dengan lebar bawah 10 cm, model saluran mempunyai 1 tikungan sudut 90°, terdapat 5 buah krib permeabel (krib lolos air) pada tikungan, air tidak bersedimen ( <i>clear water</i> ) dan saluran tidak bercabang. Pengamatan dilakukan sebanyak 9 kali simulasi berdasarkan variasi sudut pemasangan krib	Dari grafik, angka froude yang paling Maksimum terjadi pada sudut pemasangan krib permeabel 45° ke arah hulu aliran. Sedangkan dari sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena kedalaman gerusan lebih kecil dibandingkan dengan sudut pemasangan krib 45° dan 135°	Dari hasil penelitian pemodelan sungai kesimpulan sebagai berikut:  Sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena perubahan dasar salurannya lebih kecil yaitu 1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 dibandingkan dengan sudut krib 45° dan 135°. Kedalaman gerusan dengan sudut pemasangan krib permeabel krib 90° juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan sudut pemasangan krib permeabel 45°

			permeabel 45°, 90° dan 135° selama 1 jam, 2,5 jam dan 4 jam.		dan 135°.
	<b>Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120°</b>	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 kira-kira setengah dari lebar saluran. Tebing di dalam tikungan dibuat sedemikian rupa mengikuti bentuk tikungan. Kemudian krib dibuat dari material yang kuat dan tidak tembus air, kecuali aliran yang kecil di pondasi krib. Selanjutnya pengamatan dilakukan terhadap perilaku keruntuhan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan (krib). Jarak dan sudut pemasangan	Semakin besar sudut pemasangan krib, maka luas bidang keruntuhan akan semakin kecil. Luas bidang keruntuhan paling kecil terjadi pada arah sudut pemasangan krib ke arah hulu aliran adalah 135°. Volume keruntuhan cenderung mengecil pada jarak pemasangan krib dirapatkan (10 cm) dan	Dari pengamatan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa :  Pemasangan bangunan krib pada tikungan dapat mengurangi erosi dinding secara signifikan, sehingga trase saluran relatif tidak mengalami perubahan. 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

			krib serta debit aliran divariasikan dengan beberapa kali percobaan.	debit yang kecil.	keruntuhan yang terjadi.
	<b>Krib Impermeabel Sebagai Pelindung Pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas di Depan Lab. Sipil UMM)</b>	Ernawan Setyono, 2007	Data geometri sungai yang diukur adalah panjang, lebar, kemiringan dan ketinggian elavasi. Ditunjukkan dengan membuat peta situasi medan dan sungai, penampang memanjang dan melintang.  Ketinggian muka air rata – rata didapatkan dari greafi lengkung debit (Q-h) pada segmen penampang yang ditentukan. Data geomorfologi sungai termasuk sedimen di dapat dari pengukuran dilapangan.	Didapatkan kedalaman gerusan yang cukup dalam yaitu berkisar 2,2 – 3,8 m. hasil perhitungan secara empiris cukup besar karena didukung kemiringan dasar sungai pada belokan tersebut cukup besar yaitu sebesar 0.032 dengan material dasar sedimen sebesar 18 mm. sudut belokan belokan yang mendekati 90 mendukung hasil perhitungan tersebut. tidak dapat direduksi dan di netralisir.	Dari analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan:  1. Dari analisa data debit didapatkan debit dominan sebesar 2,5 m <sup>3</sup> /dt 2. Berdasarkan data geometri penampang memanjang dan melintang dari belokan sungai maka dimensi krib impermeable didapat: - L krib berkisar 1,3-2,3 m - Jarak antar krib berkisar 2,4-4 m - Lebar krib sebesar 0.6349 m - H krib antara 0,6–1,8 m Kedalaman gerusan akibat pemasangan krib cukup dalam, sehingga perlu pertimbangan untuk penanganan dasar sungai.

	<p><b>Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai)</b></p>	<p>Jeni Pare sa, 2015</p>	<p>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.</p>	<p>Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran <math>t = 1800</math> detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (<math>Lo</math>) = <math>0.0462 \text{ m}^3</math> dan volume gerusan minimum terjadi pada <math>L2 = 0,0306 \text{ m}^3</math>. Pada <math>Q1 = 0,0185 \text{ m}^3/\text{det}</math> pada <math>Q2 = 0,0161</math> maksimum pada kondisi tanpa krib (<math>lo</math>) = <math>0.0586 \text{ m}^3</math> dan volume gerusan minimum terjadi pada <math>L1 = 0,0460 \text{ m}^3</math>. Setelah debit menjadi <math>Q3 =</math></p>	<p>Dari studi dapat disimpulkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengaruh pemasangan krib di hulu dapat mengurangi gerusan yang terjadi dibelokan sungai yang terlihat dari hasil volume gerusan sebelum ada pemasangan krib dan setelah pemasangan krib.</li> <li>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 <math>T = 1800</math> detik yaitu sebesar <math>Vs = 0,0177 \text{ m}^3</math>.</li> </ol>
--	--	---------------------------	--	---	---

				0,0185 m <sup>3</sup> /det didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (lo)= 0.0555 m <sup>3</sup> dan volume gerusan minimum terjadi pada L1 = 0,0177 m <sup>3</sup>	
--	--	--	--	---	--

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Lokasi dan Waktu penelitian**

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

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

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

### **C. Alat dan Bahan**

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

#### **1. Alat**

- 1) Model saluran terbuka
- 2) Bak penampungan air
- 3) Pompa sentrifugal
- 4) Meter
- 5) Mistar
- 6) Busur untuk mengukur sudut
- 7) Kamera digital untuk pengambilan dokumentasi
- 8) Alat tulis dan tabel data
- 9) *Flow Watch*
- 10) *Stopwatch*
- 11) Selang Plastik
- 12) Linggis
- 13) Skop
- 14) Parang
- 15) Palu
- 16) Gergaji



17) Tali

18) Patok

## 2. Bahan

1) Batang pohon bambu

2) Kayu

3) Air tawar

4) Tanah timbunan

5) Kawat pengikat

## D. Rancangan Model Penelitian

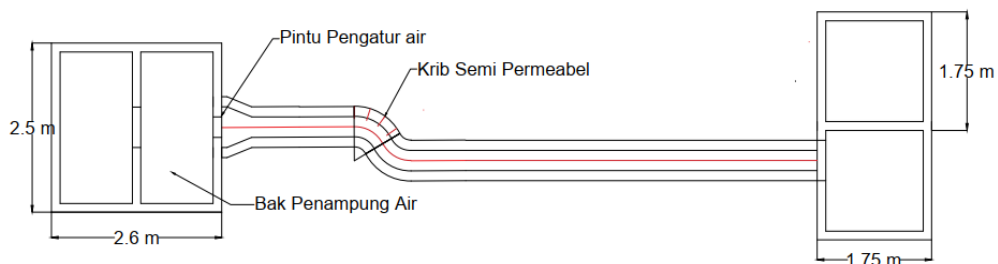
### 1. Persiapan

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

### 2. Perancangan Model

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

#### 1) Denah saluran

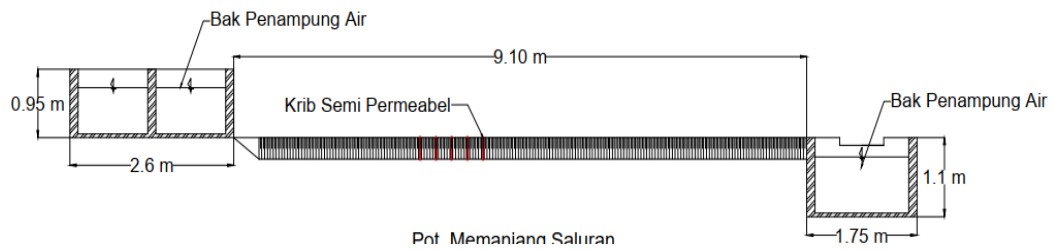


DENAH SALURAN

SKALA 1 cm : 100 cm

Gambar 9. Rancangan Model Saluran

2) Potongan Memanjang Saluran

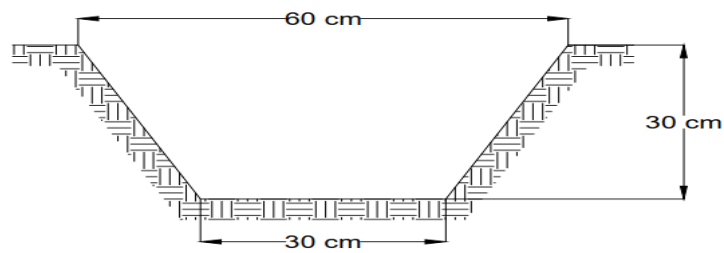


POTONGAN MEMANJANG SALURAN

SKALA 1 cm : 10 cm

Gambar 10. Potongan Memanjang Saluran

3) Potongan Melintang Saluran

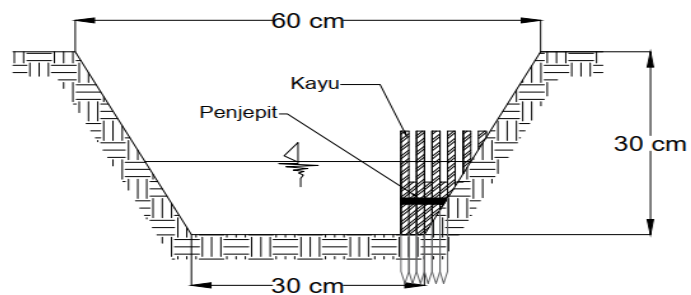


DET. PENAMPANG SALURAN

SKALA 1 cm : 10 cm

Gambar 11. Potongan Melintang Saluran

4) Model Krib Semi Permeabel



DET. PENAMPANG KRIB  
SKALA 1 cm : 10 cm

Gambar 12. Potongan Melintang Krib

5) Jarak Pemasangan Krib Semi Permeabel (Kayu)

Jarak pemasangan krib semi permeabel menggunakan 3 (tiga) jarak yang berbeda yaitu jarak 15 cm, 20 cm dan 25 cm.

**3. Pembuatan Model**

Adapun tahap-tahap pembuatan model yaitu sebagai berikut:

1) Pembuatan model saluran

(1) Pembuatan bak penampungan air.



Gambar 19. Pembuatan Bak Penampung Air

(2) Pembuatan dimensi saluran dengan bentuk trapesium dengan dimensi saluran yaitu  $b = 40$  cm dan  $Y = 30$  cm dengan kemiringan 1:0,5



Gambar 20. Dimensi Saluran Trapisium.



Gambar 21. Denah Saluran Trapisium

- (3) Pembuatan tikungan sungai dengan panjang jari-jari tikungan sebesar  $60^{\circ}$  dengan satu tikungan sungai.



Gambar 22. Pembuatan Tikungan Saluran

## 2) Model krib



Gambar 23. Pembuatan Model Krib

- (1) Krib menggunakan batang pohon bambu dan kayu 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 sedikit diatas muka air normal dan panjang krib kayu adalah 10% dari lebar dasar sungai sehingga didapat dimensi sebagai berikut:
  - a) Tinggi mercu krib ( $T$ ) = Sedikit di atas air normal
  - b) Panjang krib ( $L_b$ ) = 10% dari lebar sungai, dimana lebar sungai ( $b$ ) adalah 30 cm maka panjang krib =  $30 \times 10\% = 3,0$  cm atau 0,03 m.
  - c) Jarak antar krib dapat ditentukan secara empiris, dimana dengan menggunakan persamaan (5) atau dari penelitian sebelumnya.

#### 4. Pengambilan Data

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

##### 1) Data kecepatan aliran ( $v$ )

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

##### 2) Data Gerusan

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

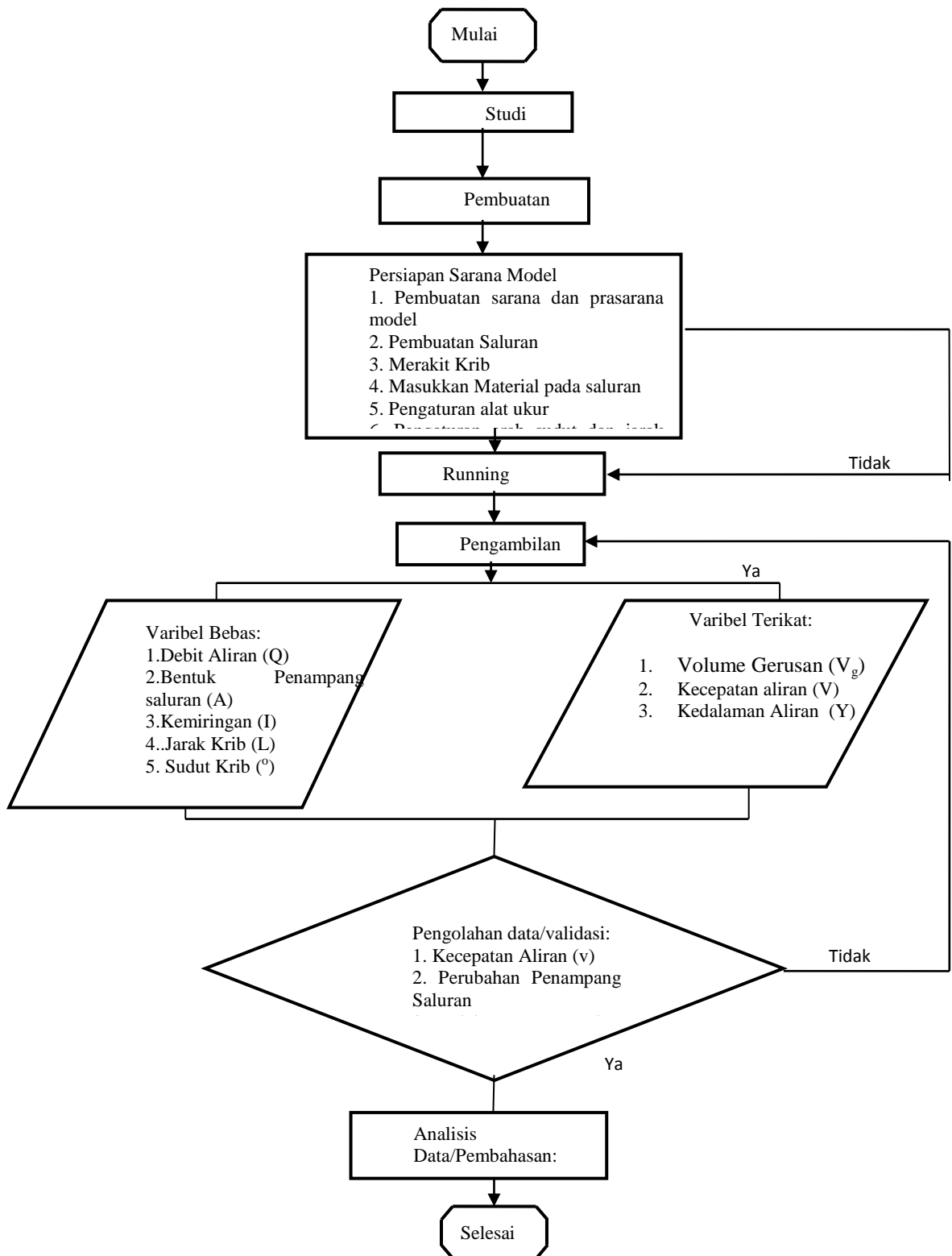
#### 5. Metode Analisis

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

- 1) Kecepatan aliran dijadikan sebagai perbandingan dari pengaruh sudut krib semi permeabel yang digunakan. Selain itu juga mengetahui sifat – sifat aliran menggunakan persamaan (1) dan (2).

- 2) Menentukan koefisien Chezy dengan menggunakan persamaan (6).
- 3) Penentuan Debit aliran menggunakan metode pintu Thomsom (V-Notch) dengan persamaan (4).
- 4) Data volume gerusan ( $V_g$ ) digunakan untuk menggambarkan profil melintang dan memanjang serta kontur dari saluran pada setiap pemasangan krib semi permeabel. Dimana volume gerusan diukur dengan menggunakan meter dan menggunakan rumus luasan sesuai dengan bentuk gerusan yang terjadi.
- 5) Untuk masing-masing data yang telah diambil akan dibuatkan kurva perbandingan kecepatan aliran ( $v$ ) pada setiap titik pengamatan untuk masing-masing sudut pemasangan krib semi permeabel.

### E. Skematik dan Tahapan Penelitian



Gambar 15. Bagan a



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Data Hasil Penelitian

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

Jarak krib semi permeabel, divariasikan yaitu jarak 15cm, 20 cmdan 25 cm

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Volume Gerusan ( $V_g$ ) dihitung menggunakan rumus luasan sesuai bentuk terjadinya gerusan di belokan saluran.
- 4) Pola Kontur, diambil dari data tofografi menggunakan grid (interval 5 cm)

## B. Penentuan Dimensi Krib

### 1). Tinggi Krib (T)

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

### 2). Panjang Krib (Lb)

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

Diketahui :

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

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

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

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

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

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

$$R = A/P$$

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

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

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

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

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

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

2). Perhitungan Jarak Maksimun Krib :

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

$$L < \alpha \frac{C^2 \cdot 2h}{2 \cdot g} = L < 0.6 \frac{26,60 \cdot 2 \cdot 0.3}{2 \cdot 9.8} = 0.488 \text{ m}$$

Sehingga diambil jarak krib (0.15 .0,20 dan 0.25 m ) < 0,488 m

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

Dimana :  $B = 0,3 \text{ m}$ ,  $y = (0,133+0,117+0,097)/3 = 0,116 \text{ m}$ ,  $m = 0,5 \text{ m}$

$$A = (0,30 + 0,5 \times 0,116) \times 0,116 = 0,0057 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,3 + 2 \cdot 0,116 \sqrt{1 + 0,5^2} = 0,558 \text{ m}$$

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

Rumus :  $R = A/P$

$$R = 0,0057/0,558 = 0,010 \text{ m}$$

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

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

$$F_R = \frac{0,767}{\sqrt{9,8 \cdot 0,116}} = 0,720$$

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

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

Dimana :  $\nu = 0,000000806 \text{ (29,700}^\circ\text{)}$

$$Re = \frac{0,767 \cdot 0,010}{0,000000806} = 9776,422$$

Untuk perhitungan Bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* pada setiap tanpa pemasangan dan pemasangan krib semi permeabel dengan sudut yang berbeda dapat dilihat pada tabel – tabel halaman 48 sampai halaman 50.

### C. Karakteristik Material Tanah

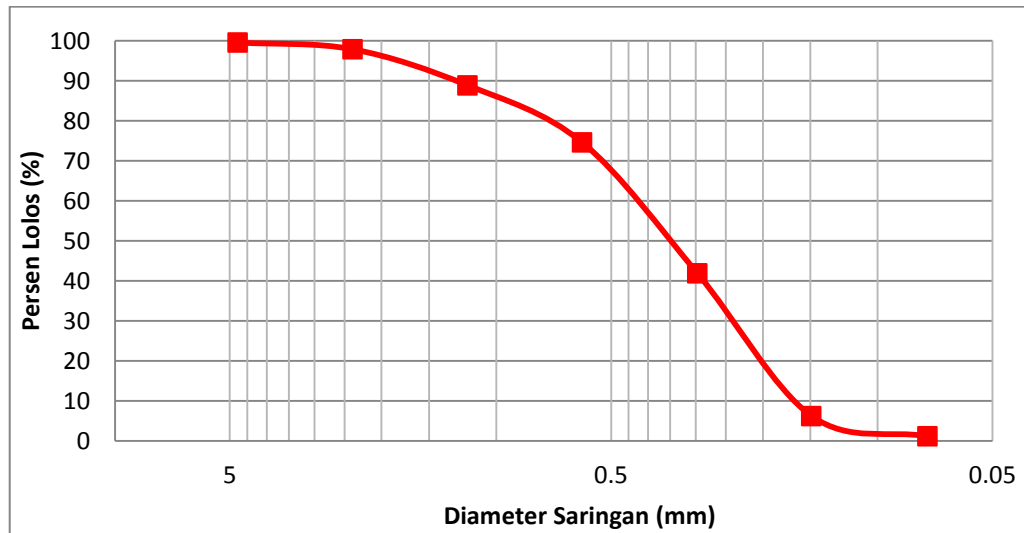
Karakteristik material Tanah digunakan dalam penelitian ini adalah tanah urugan dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dan gradasi ukuran butiran yang disajikan pada tabel 4 dan gambar 21 dibawah ini.

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan analisa saringan

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

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

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



Gambar 21. Gradasi ukuran butiran tanah (sampel)

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

#### D. Analisis Data Debit

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

Tabel 7 . Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson

No.	Tinggi Bukaannya Pintu (h) (m)	Koefisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m <sup>3</sup> /det
1	0,10	0,60	0,00448
2	0,13	0,60	0,00863
3	0,16	0,60	0,01451

### E. Karakteristik Aliran Pada Belokan Saluran

#### 1) Perhitungan Bilangan Froude

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

Tabel 12. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) Tanpa pemasangan krib semi permeabel

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,071	0,30	0,867	0,0051	0,459	0,011	1,038	super kritis
	6	0,076	0,30	0,989	0,0044	0,469	0,009	1,149	super kritis
	9	0,074	0,30	1,056	0,0042	0,466	0,009	1,236	super kritis
0,0086	3	0,079	0,30	0,800	0,0108	0,476	0,023	0,910	sub kritis
	6	0,083	0,30	0,900	0,0096	0,486	0,020	0,996	sub kritis
	9	0,084	0,30	0,833	0,0103	0,489	0,021	0,916	sub kritis
0,0145	3	0,084	0,30	0,767	0,0189	0,489	0,039	0,843	sub kritis
	6	0,083	0,30	0,811	0,0179	0,486	0,037	0,898	sub kritis
	9	0,077	0,30	0,756	0,0192	0,471	0,041	0,872	sub kritis

Tabel 12. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan jarak 15 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,0044	3	0,116	0,30	0,767	0,0057	0,558	0,010	0,720	sub kritis
	6	0,116	0,30	0,700	0,0063	0,558	0,011	0,658	sub kritis
	9	0,077	0,30	0,711	0,0062	0,471	0,013	0,820	sub kritis
0,0086	3	0,100	0,30	0,733	0,0117	0,524	0,022	0,741	sub kritis
	6	0,102	0,30	0,667	0,0129	0,529	0,024	0,666	sub kritis
	9	0,111	0,30	0,689	0,0125	0,548	0,023	0,660	sub kritis
0,0145	3	0,281	0,30	0,722	0,0201	0,929	0,022	0,435	sub kritis
	6	0,114	0,30	0,644	0,0225	0,556	0,040	0,609	sub kritis
	9	0,113	0,30	0,667	0,0218	0,553	0,039	0,633	sub kritis

Tabel 13. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan jarak 20 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.089	0.30	0.733	0.0060	0.499	0.012	0.786	sub kritis
	6	0.087	0.30	0.667	0.0066	0.494	0.013	0.723	sub kritis
	9	0.091	0.30	0.689	0.0064	0.504	0.013	0.729	sub kritis
0.0086	3	0.102	0.30	0.689	0.0125	0.529	0.024	0.688	sub kritis
	6	0.106	0.30	0.644	0.0133	0.536	0.025	0.634	sub kritis
	9	0.108	0.30	0.667	0.0129	0.541	0.024	0.649	sub kritis
0.0145	3	0.106	0.30	0.667	0.0218	0.536	0.041	0.655	sub kritis
	6	0.107	0.30	0.633	0.0229	0.539	0.043	0.619	sub kritis
	9	0.104	0.30	0.656	0.0221	0.534	0.041	0.648	sub kritis

Tabel 14 .Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan jarak 25 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.103	0.30	0.844	0.0052	0.531	0.010	0.839	sub kritis
	6	0.102	0.30	0.733	0.0060	0.529	0.011	0.733	sub kritis
	9	0.099	0.30	0.733	0.0060	0.521	0.012	0.745	sub kritis
0.0086	3	0.107	0.30	0.778	0.0111	0.539	0.021	0.761	sub kritis
	6	0.100	0.30	0.700	0.0123	0.524	0.023	0.707	sub kritis
	9	0.112	0.30	0.700	0.0123	0.551	0.022	0.667	sub kritis
0.0145	3	0.094	0.30	0.756	0.0192	0.511	0.038	0.785	sub kritis
	6	0.102	0.30	0.678	0.0214	0.529	0.040	0.677	sub kritis
	9	0.108	0.30	0.678	0.0214	0.541	0.040	0.659	sub kritis

Tabel 15 .Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) Tanpa pemasangan krib semi permeabel

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,0044	3	0,071	0,30	0,87	0,0051	0,459	0,011	29,700	0,00000806	11893,130	transisi
	6	0,076	0,30	0,99	0,0044	0,469	0,009	28,889	0,00000822	11411,412	transisi
	9	0,074	0,30	1,06	0,0042	0,466	0,009	29,344	0,00000813	11600,741	transisi
0,0086	3	0,079	0,30	0,80	0,0108	0,476	0,023	29,333	0,00000813	22195,109	turbulen
	6	0,083	0,30	0,90	0,0096	0,486	0,020	28,756	0,00000825	21436,995	turbulen
	9	0,084	0,30	0,83	0,0103	0,489	0,021	28,756	0,00000825	21328,038	turbulen
0,0145	3	0,084	0,30	0,77	0,0189	0,489	0,039	28,089	0,00000838	35388,059	turbulen
	6	0,083	0,30	0,81	0,0179	0,486	0,037	28,122	0,00000838	35597,154	turbulen
	9	0,077	0,30	0,76	0,0192	0,471	0,041	28,022	0,00000840	36635,289	turbulen

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

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynoalds (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.116	0.30	0.77	0.0057	0.558	0.010	29.700	0.00000806	9776.422	tansisi
	6	0.116	0.30	0.70	0.0063	0.558	0.011	28.889	0.00000822	9583.536	tansisi
	9	0.077	0.30	0.71	0.0062	0.471	0.013	29.344	0.00000813	11478.466	tansisi
0.0086	3	0.100	0.30	0.73	0.0117	0.524	0.022	29.067	0.00000819	20062.547	turbulen
	6	0.102	0.30	0.67	0.0129	0.529	0.024	28.756	0.00000825	19724.032	turbulen
	9	0.111	0.30	0.69	0.0125	0.548	0.023	28.867	0.00000823	19060.572	turbulen
0.0145	3	0.281	0.30	0.72	0.0201	0.929	0.022	28.100	0.00000838	18633.867	turbulen
	6	0.114	0.30	0.64	0.0225	0.556	0.040	28.111	0.00000838	31134.231	turbulen
	9	0.113	0.30	0.67	0.0218	0.553	0.039	28.022	0.00000840	31207.782	turbulen

Tabel 16. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan jarak 20 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynoalds (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.089	0.30	0.73	0.0060	0.499	0.012	28.467	0.00000831	10620.205	tansisi
	6	0.087	0.30	0.67	0.0066	0.494	0.013	28.611	0.00000828	10764.513	tansisi
	9	0.091	0.30	0.69	0.0064	0.504	0.013	28.589	0.00000828	10546.478	tansisi
0.0086	3	0.102	0.30	0.69	0.0125	0.529	0.024	27.467	0.00000851	19126.334	turbulen
	6	0.106	0.30	0.64	0.0133	0.536	0.025	28.556	0.00000829	19355.907	turbulen
	9	0.108	0.30	0.67	0.0129	0.541	0.024	29.044	0.00000819	19407.054	turbulen
0.0145	3	0.106	0.30	0.67	0.0218	0.536	0.041	30.644	0.00000787	34367.137	turbulen
	6	0.107	0.30	0.63	0.0229	0.539	0.043	29.500	0.00000810	33241.916	turbulen
	9	0.104	0.30	0.66	0.0221	0.534	0.041	29.578	0.00000808	33616.064	turbulen

Tabel 17 .Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib semi permeabel dengan 25 cm

Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m <sup>2</sup>	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu	Viskositas m <sup>2</sup> /det	Bilangan Reynoalds (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.103	0.30	0.844	0.0052	0.531	0.010	28.678	0.00000826	10025.248	tansisi
	6	0.102	0.30	0.733	0.0060	0.529	0.011	28.056	0.00000839	9922.953	tansisi
	9	0.099	0.30	0.733	0.0060	0.521	0.012	28.756	0.00000825	10235.701	tansisi
0.0086	3	0.107	0.30	0.778	0.0111	0.539	0.021	28.278	0.00000834	19138.332	turbulen
	6	0.100	0.30	0.700	0.0123	0.524	0.023	27.822	0.00000844	19470.607	turbulen
	9	0.112	0.30	0.700	0.0123	0.551	0.022	28.000	0.00000840	18583.076	turbulen
0.0145	3	0.094	0.30	0.756	0.0192	0.511	0.038	29.189	0.00000816	34752.189	turbulen
	6	0.102	0.30	0.678	0.0214	0.529	0.040	28.900	0.00000822	33372.510	turbulen
	9	0.108	0.30	0.678	0.0214	0.541	0.040	29.900	0.00000802	33419.321	turbulen



Tabel 18. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynold*

No.	Debit Pintu Thompson m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Jarak Pemasangan Krib 15 cm			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0.0044	3	1.038	super kritis	11893.13	transisi	0.720	sub kritis	9776.42	transisi
2		6	1.149	super kritis	11411.41	transisi	0.658	sub kritis	9583.54	transisi
3		9	1.236	super kritis	11600.74	transisi	0.820	sub kritis	11478.47	transisi
4	0.0086	3	0.910	sub kritis	22195.11	turbulen	0.741	sub kritis	20062.55	turbulen
5		6	0.996	sub kritis	21436.99	turbulen	0.666	sub kritis	19724.03	turbulen
6		9	0.916	sub kritis	21328.04	turbulen	0.660	sub kritis	19060.57	turbulen
7	0.0145	3	0.843	sub kritis	35388.06	turbulen	0.435	sub kritis	18633.87	turbulen
8		6	0.898	sub kritis	35597.15	turbulen	0.609	sub kritis	31134.23	turbulen
9		9	0.872	sub kritis	36635.29	turbulen	0.633	sub kritis	31207.78	turbulen

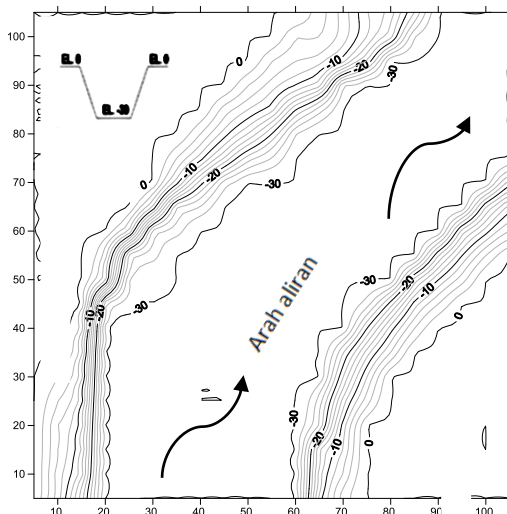
Table 18. (lanjutan)

Jarak Pemasangan Krib 20 cm				Jarak Pemasangan Krib 25 cm			
Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
0.786	sub kritis	10620.205	tansisi	0.839	sub kritis	10025.248	tansisi
0.723	sub kritis	10764.513	tansisi	0.733	sub kritis	9922.953	tansisi
0.729	sub kritis	10546.478	tansisi	0.745	sub kritis	10235.701	tansisi
0.688	sub kritis	19126.334	turbulen	0.761	sub kritis	19138.332	turbulen
0.634	sub kritis	19355.907	turbulen	0.707	sub kritis	19470.607	turbulen
0.649	sub kritis	19407.054	turbulen	0.667	sub kritis	18583.076	turbulen
0.655	sub kritis	34367.137	turbulen	0.785	sub kritis	34752.189	turbulen
0.619	sub kritis	33241.916	turbulen	0.677	sub kritis	33372.510	turbulen
0.648	sub kritis	33616.064	turbulen	0.659	sub kritis	33419.321	turbulen

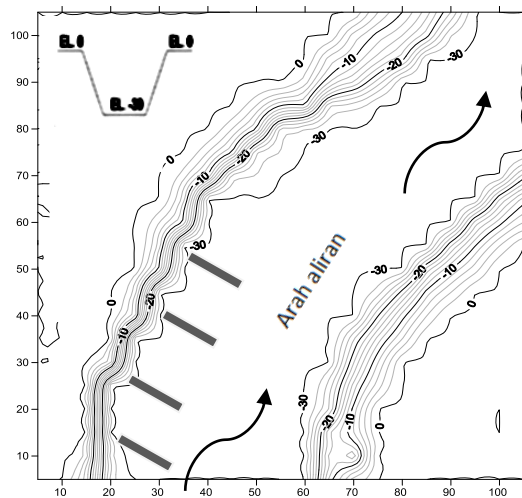
## F. Kontur dan pola pemasangan Pemasangan Jarak Krib Semi permeabel

Adapun pola gerusan pengaliran tanpa krib dengan menggunakan krib adalah sebagai berikut :

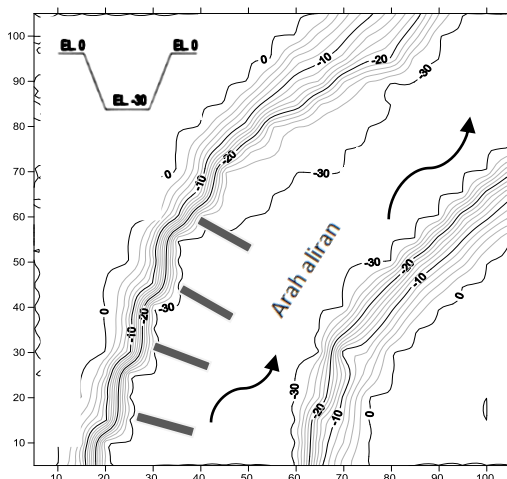
### 1. Kontur dan pola pemasangan krib Q1



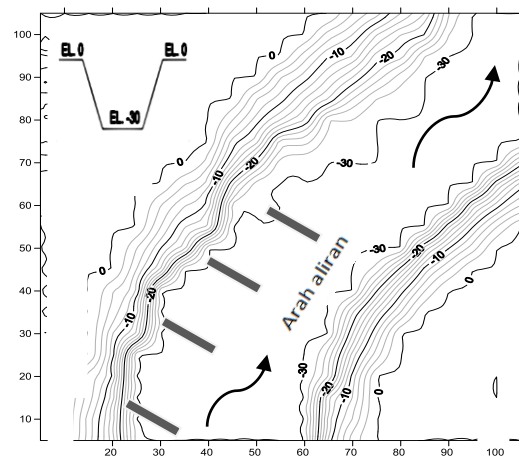
Gambar 21. Kontur dan pola Pemasangan tanpa Krib



Gambar 22. Kontur dan pola pemasangan Krib jarak 15 cm



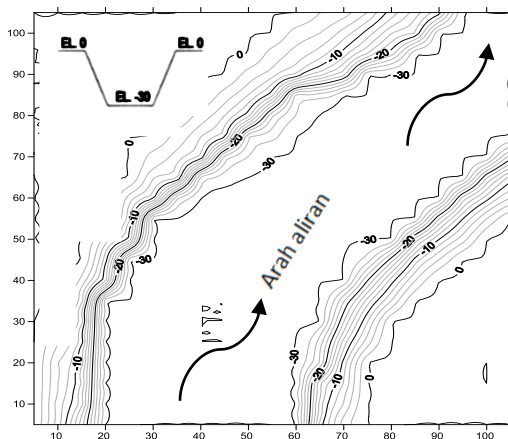
Gambar 23. Kontur dan pola pemasangan krib jarak 20 cm



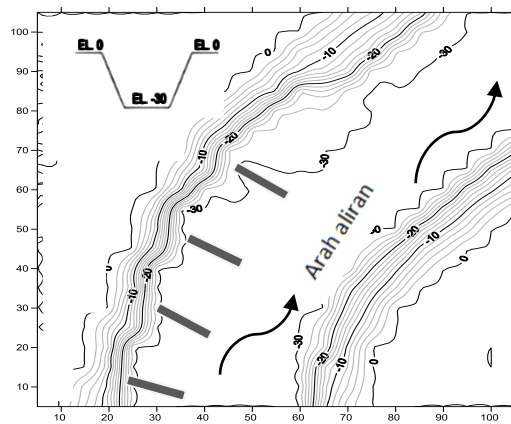
Gambar 24. Kontur dan pola pemasangan krib jarak 25 cm

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan jarak yaitu 15 cm, 20 cm dan 25 cm. Dimana perubahan pola gerusan terkecil adalah jarak 25 cm dengan nilai gerusan  $0.00158 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0.00664 \text{ m}^3$ .

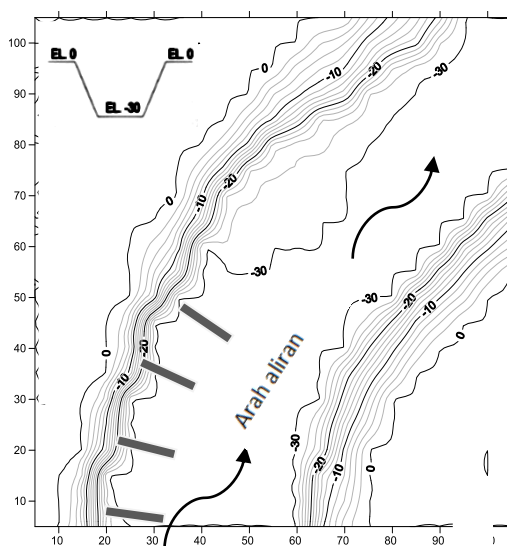
### 1. Kontur dan pola pemasangan krib Q2



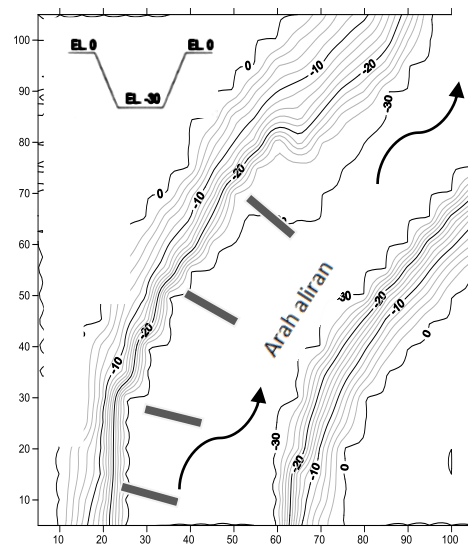
Gambar 25. Kontur dan pola Pemasangan Krib



Gambar 26. Kontur dan pola Pemasangan Krib jarak 20 cm



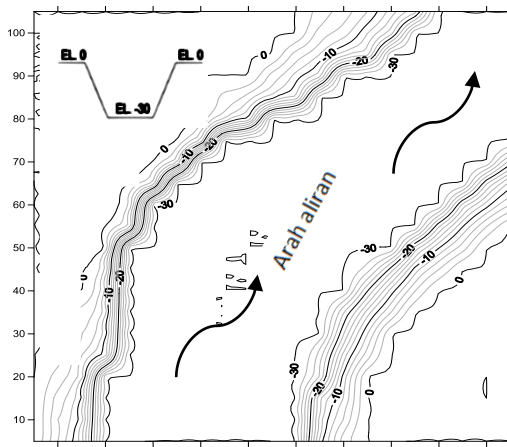
Gambar 26. kontur dan pola Pemasangan Krib jarak 15 cm



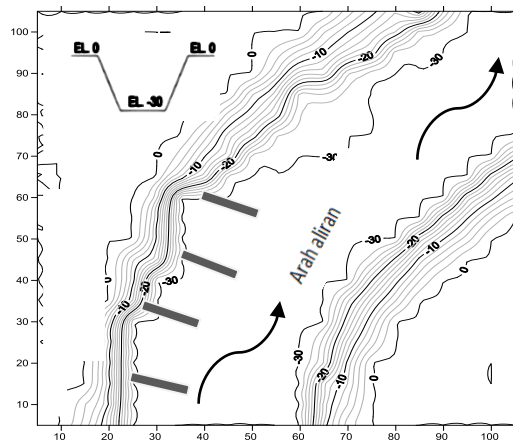
Gambar 28. Kontur dan pola Pemasangan Krib jarak 25 cm

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan jarak yaitu 15 cm, 20 cm dan 25 cm. Dimana perubahan pola gerusan terkecil adalah jarak 25 cm dengan nilai gerusan  $0.00205 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0.00734 \text{ m}^3$ .

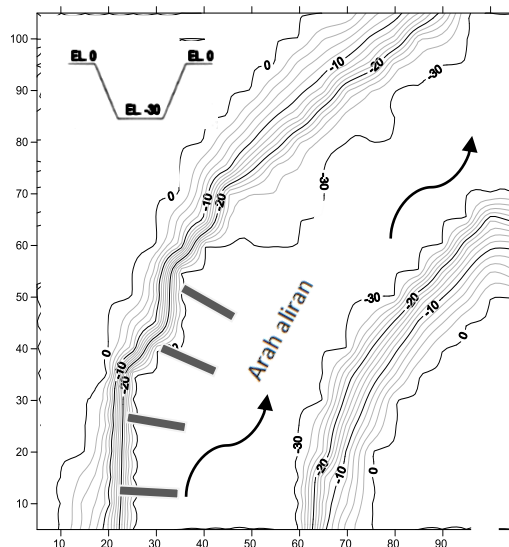
## 2. Kontur dan pola pemasangan krib Q3



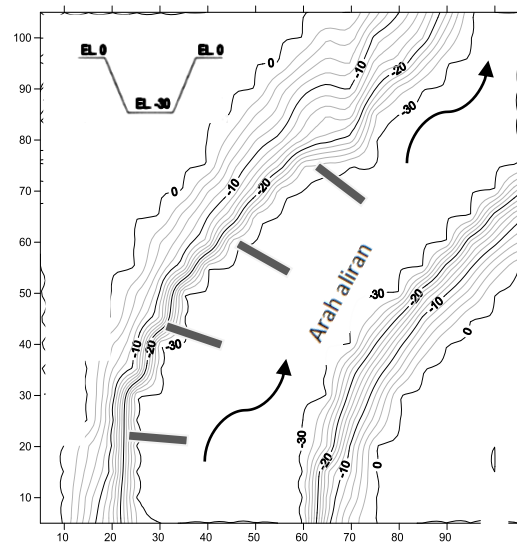
Gambar 29. Kontur dan Pola Pemasangan tanpa Krib



Gambar 31. Kontur dan pola Pemasangan Krib jarak 20 cm



Gambar 30. Kontur dan pola Pemasangan Krib jarak 15 cm



Gambar 32. Kontur dan pola Pemasangan Krib jarak 25 cm

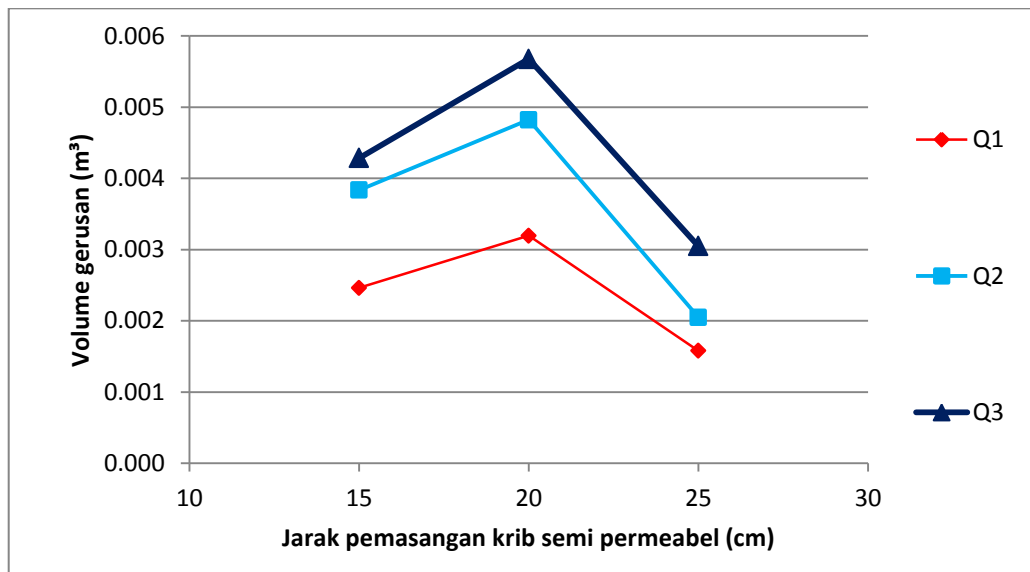
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan jarak yaitu 15 cm, 20 cm dan 25 cm. Dimana perubahan pola gerusan terkecil adalah jarak 25 cm dengan nilai gerusan  $0.00305 \text{ m}^3$ . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah jarak 15 cm dengan nilai gerusan  $0.00915 \text{ m}^3$ .

### G. Pengaruh Jarak Pemasangan Krib Semi Permeabel

1) Analisis Hubungan Jarak Pemasangan Krib Semi Permeabel dengan

Tabel 13. Rekapitulasi sudut pemasangan krib dan volume gerusan

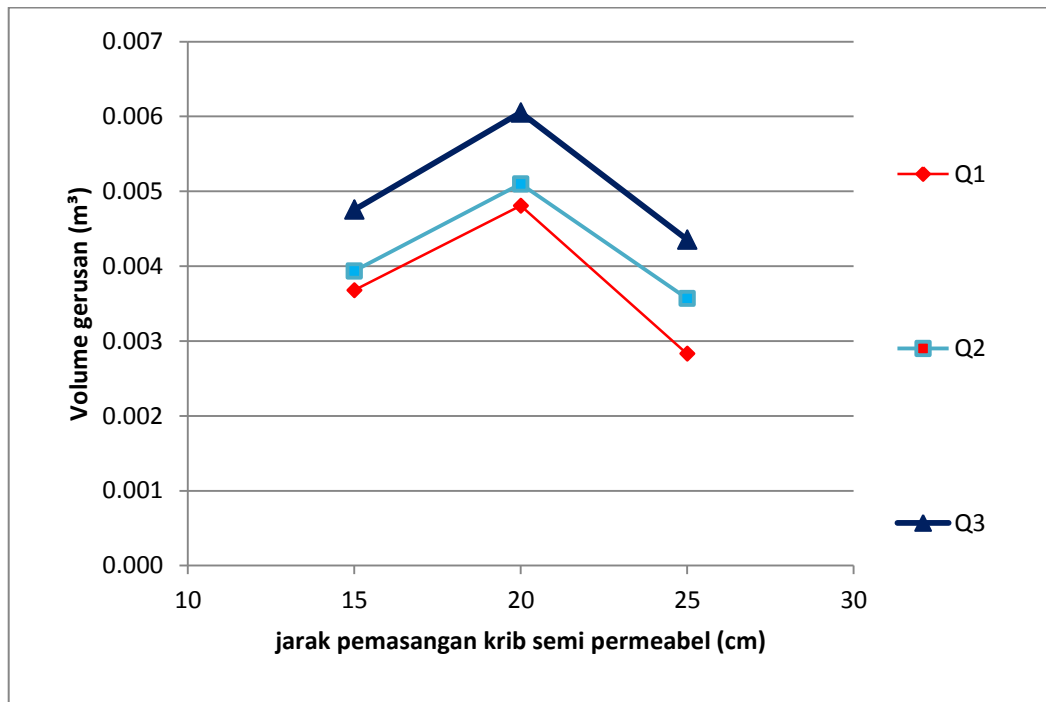
No.	Jarak (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
1	15	0.0044	t1 = 3.00	0.00246
2			t2 = 6.00	0.00368
3			t3 = 9.00	0.00374
4		0.0086	t1 = 3.00	0.00384
5			t2 = 6.00	0.00394
6			t3 = 9.00	0.00413
7		0.0145	t1 = 3.00	0.00429
8			t2 = 6.00	0.00475
9			t3 = 9.00	0.00515
10	20	0.0044	t1 = 3.00	0.00320
11			t2 = 6.00	0.00481
12			t3 = 9.00	0.00482
13		0.0086	t1 = 3.00	0.00482
14			t2 = 6.00	0.00510
15			t3 = 9.00	0.00525
16		0.0145	t1 = 3.00	0.00568
17			t2 = 6.00	0.00605
18			t3 = 9.00	0.00653
19	25	0.0044	t1 = 3.00	0.00158
20			t2 = 6.00	0.00283
21			t3 = 9.00	0.00284
22		0.0086	t1 = 3.00	0.00205
23			t2 = 6.00	0.00357
24			t3 = 9.00	0.00403
25		0.0145	t1 = 3.00	0.00305
26			t2 = 6.00	0.00436
27			t3 = 9.00	0.00456



Gambar 36. Hubungan volume gerusan dengan jarak pemasangan krib semi permeabel pada waktu pengaliran 3 menit

Pada grafik diatas, dapat dilihat bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib semi permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib semi permeabel jarak 25 cm dengan nilai gerusan 0.00158 m<sup>3</sup>.

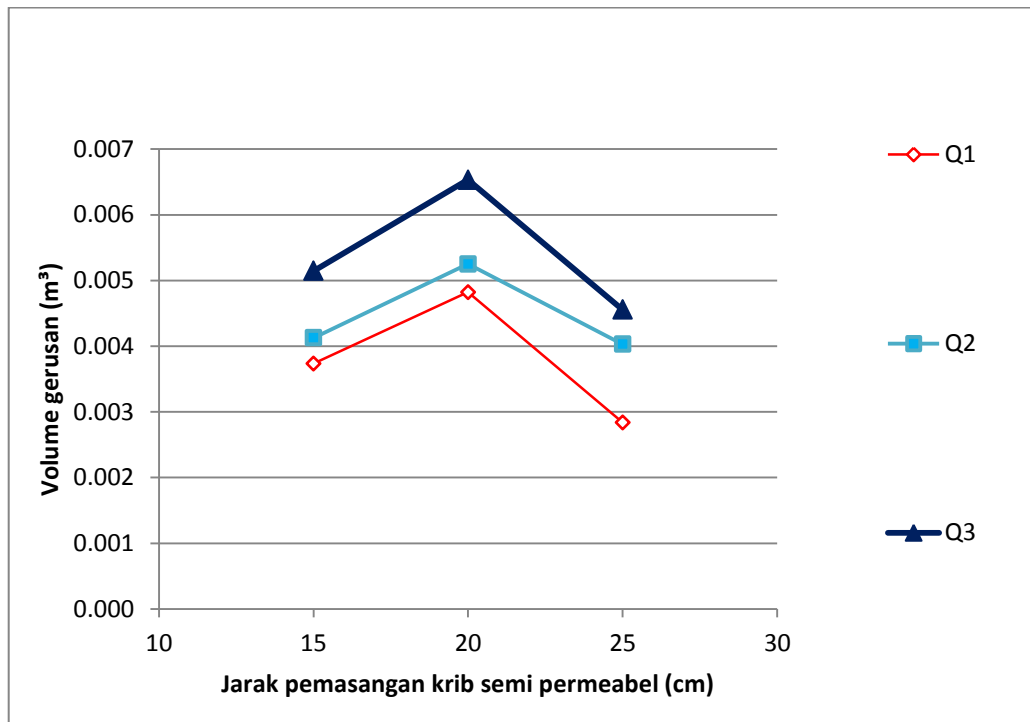
Grafik pada gambar 36 diatas menunjukka bahwa semakin besar jarak pemasangan krib semi permeabel, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran keruntuhan paling kecil terjadi pada jarak pemasangan krib krib semi permeabel kearah hilir saluran yaitu 25 cm



Gambar 37. hubungan volume gerusan dengan jarak pemasangan krib semi permeabel pada waktu pengaliran 6 menit

Pada grafik diatas, dapat dilihat bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib semi permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib semi permeabel jarak 25 cm dengan nilai gerusan  $0.00283 \text{ m}^3$ .

Grafik pada gambar 37 diatas menunjukka bahwa semakin besar jarak pemasangan krib semi permeabel, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran keruntuhan paling kecil terjadi pada jarak pemasangan krib krib semi permeabel kearah hilir saluran yaitu 25 cm



Gambar 38. Hubungan volume gerusan dengan jarak pemasangan krib semi permeabel pada waktu pengaliran 9 menit

Pada grafik diatas, dapat dilihat bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib semi permeabel terjadi gerusan paling kecil pada jarak pemasangan krib semi permeabel jarak 25 cm dengan nilai gerusan  $0.00284 \text{ m}^3$ .

Grafik pada gambar 38 diatas menunjukka bahwa semakin besar jarak pemasangan krib semi permeabel, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran keruntuhan paling kecil terjadi pada jarak pemasangan krib krib semi permeabel kearah hilir saluran yaitu 25 cm



## 2) Analisis Debit Aliran dengan Volume Gerusan.

$$: \frac{L \cdot T}{2} \cdot p$$

$$: \frac{0.12 \cdot 0.12}{2} \cdot 0.2$$

$$: 0.00144 \text{ m}^3$$

$$: \frac{L \cdot T}{2} \cdot p$$

$$: \frac{0.11 \cdot 0.17}{2} \cdot 0.2$$

$$: 0.00187 \text{ m}^3$$

$$: \frac{L \cdot T}{2} \cdot p$$

$$: \frac{0.07 \cdot 0.18}{2} \cdot 0.2$$

$$: 0.00126 \text{ m}^3$$

$$: \frac{L \cdot T}{2} \cdot p$$

$$: \frac{0.01 \cdot 0.09}{2} \cdot 0.2$$

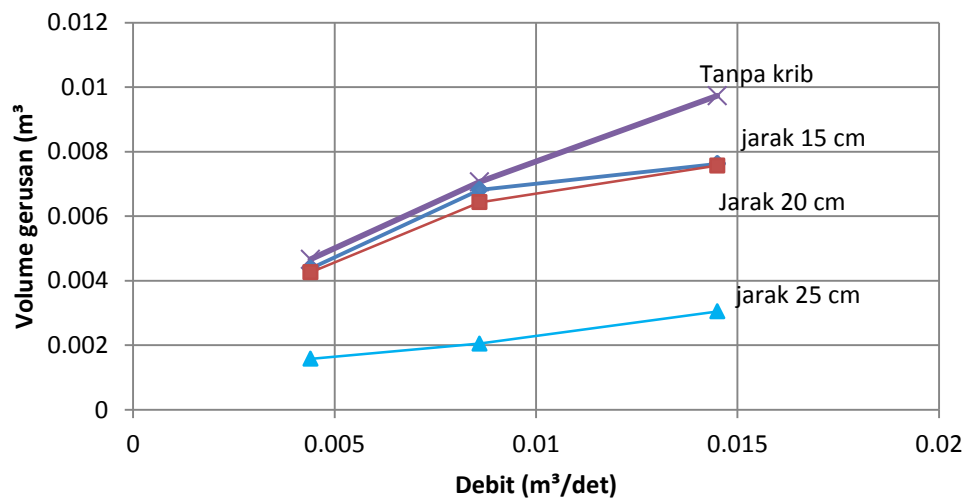
$$: 0.00009 \text{ m}^3$$

Total volume :  $0.00144 + 0.00187 + 0.00126 + 0.00009 = 0.00466 \text{ m}^3$

Tabel 19. Rekapitulasi Debit Aliran dan volume gerusan

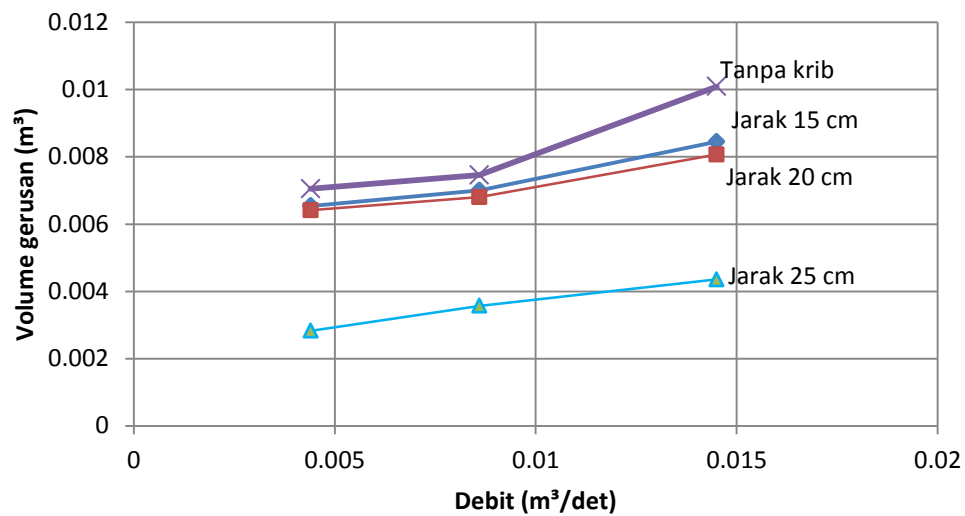
No.	Jarak (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) Menit	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
1	Tanpa Krib	0.0044	t1 = 3.00	0.00466
2			t2 = 6.00	0.00705
3			t3 = 9.00	0.00752
4		0.0086	t1 = 3.00	0.00706
5			t2 = 6.00	0.00746
6			t3 = 9.00	0.00761
7		0.0145	t1 = 3.00	0.00973
8			t2 = 6.00	0.01009
9			t3 = 9.00	0.01170
10	15	0.0044	t1 = 3.00	0.00438
11			t2 = 6.00	0.00654
12			t3 = 9.00	0.00664
13		0.0086	t1 = 3.00	0.00682
14	t2 = 6.00		0.007	

15			t3 = 9.00	0.00734
16			t1 = 3.00	0.00762
17		0.0145	t2 = 6.00	0.00845
18			t3 = 9.00	0.00915
19			t1 = 3.00	0.00426
20		0.0044	t2 = 6.00	0.00641
21			t3 = 9.00	0.00643
22			t1 = 3.00	0.00643
23		0.0086	t2 = 6.00	0.0068
24			t3 = 9.00	0.007
25			t1 = 3.00	0.00757
26		0.0145	t2 = 6.00	0.00807
27			t3 = 9.00	0.00871
28			t1 = 3.00	0.00158
29			t2 = 6.00	0.00283
30		0.0044	t3 = 9.00	0.00284
31			t1 = 3.00	0.00205
32		0.0086	t2 = 6.00	0.00357
33			t3 = 9.00	0.00403
34			t1 = 3.00	0.00305
35		0.0145	t2 = 6.00	0.00436
36			t3 = 9.00	0.00456



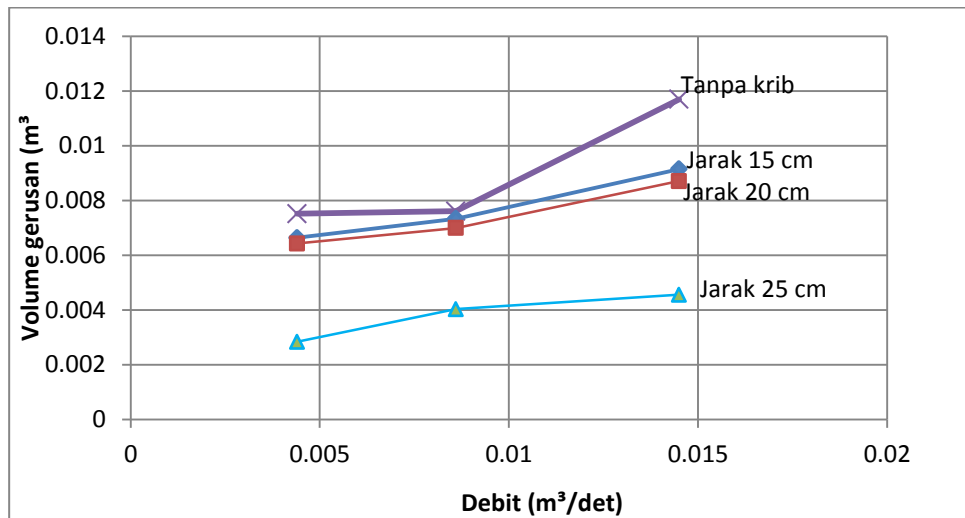
Gambar 33. hubungan volume gerusan dengan debit pada waktu pengaliran 3 menit

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa semakin tinggi debit aliran yang terjadi maka semakin besar volume gerusan pada tebing saluran. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit , maka semakin cepat pula aliran air pada saluran yang dapat mempengaruhi terjadinya gerusan semakin besar.



Gambar 34. Hubungan volume gerusan dengan debit pada waktu pengaliran 6 menit

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa semakin tinggi debit aliran yang terjadi maka semakin besar volume gerusan pada tebing saluran. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit , maka semakin cepat pula aliran air pada saluran yang dapat mempengaruhi terjadinya gerusan semakin besar.



Gambar 35. Hubungan volume gerusan dengan debit pada waktu pengaliran 9 menit

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa semakin tinggi debit aliran yang terjadi maka semakin besar volume gerusan pada tebing saluran. Ini disebabkan karena semakin tinggi debit , maka semakin cepat pula aliran air pada saluran yang dapat mempengaruhi terjadinya gerusan semakin besar

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

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

- 1) Pengaruh pemasangan krib tipe semi permeabel terhadap karakteristik aliran dan tanpa pemasangan krib menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik dari super kritis ke sub kritis sedangkan pada bilangan reynol terjadi aliran turbulen.
- 2) Pemasangan jarak krib semi permeabel berpengaruh terhadap volume gerusan, dimana pemasangan jarak krib yang paling kecil volume gerusanya adalah dengan jarak 25 cm ( $0.00158 \text{ m}^3$ ) dan paling efektif menanggulangi volume gerusan pada jarak 25 cm.

#### **B. Saran**

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

- 1) Perlu di hitung  $L_{max}$  sebelum menentukan jarak krib yang di uji dan pemasangan krib mencakup luas area belokan saluran
- 2) Dalam pengujian bila tetap terjadi gerusan sebaiknya dilakukan perubahan formasi dan jarak krib , sebelum penelitian di lanjut

- 3) Kepadatan material tebing saluran harus dijaga kestabilan, agar didapatkan data yang lebih akurat.
- 4) Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan dengan bentuk penampang atau jarak antar krib belokan saluran yang berbeda.
- 5) Untuk penelitian selanjutnya ,disarankan agar krib di pasang sepanjang daerah belokan sungai, Berdasarkan pengalaman dalam penelitian ini ,ternyata terjadi gerusan pada semua jarak krib yang di uji di sebabkan oleh karna kurangnya jumlah krib ,dan dipasang tidak sepanjang area belokan saluran

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim dkk, 2017. *Pengaruh Jaraj Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran (Jurnal)*, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Djufri Hasdaryatmin dkk, 2012. *Pengaruh Krib Hulu Tipe Permeabel Pada Gerusan Di Belokan Sungai (Jurnal)*. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Gambar krib permeabel. <https://civilersc09.wordpress.com/2012/12/08/krib-bangunan-pengatur-sungai> . (diunduh tanggal 15 september 2018, 20.30)
- Gambar krib impermeabel. <https://civilersc09.wordpress.com/2012/12/08/krib-bangunan-pengatur-sungai>. (diunduh pada tanggal 15 september 2018 20.40)
- Gambar sekat ukur thompson. Sekat Ukur Thompson atau V-notch <http://lifeofnadya.blogspot.com>. (diunduh tanggal 18 september 2018 15.30)
- Mansiada Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Teknik Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mansiada Amrullah, 2015. *Buku Bahan Morfologi Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Marlina H Ayu, 2014. *Studi Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Jurnal)*, Universitas Sriwijaya. Palembang
- Mulyandari Rita, 2010. *Kajian Gerusan Lokal Pada Ambang Dasar Akibat Variasi Q (Debit), I (Kemiringan) Dan T (Waktu) (Skripsi)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- 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
- Sughono, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Penerbit Nova. Bandung
- Sugito Riski Hasibuan Bangun dkk ,2017. *Model Laboratorium Pola Aliran Pada Krib Impermeable Terhadap Variasi Debit Dan Posisi Krib Di Sungai Berbelok (Jurnal)*. Universitas Riau. Pekanbaru

- Suharjoko, 2008. *Metode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung terhadap Bahaya Erosi Tebing Sungai (Jurnal)*. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya
- Sujatmoko Bambang, 2014. *Pengaruh Struktur Bangunan Krib Terhadap Sedimentasi Dan Erosi Di Sekitar Krib Di Sungai (Jurnal)*. Universitas Riau. Surabaya
- Sunaryo dkk, 2010. *Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120° (Jurnal)*, Universitas Andalas. Surabaya
- Waryono Tarsoen, 2008. *Bentuk Struktur Dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai (Jurnal)*. Staf Pengajar Jurusan Geografi Fmipa-Ui.
- Widhiasmoro Jati dkk, 2012. *Pemanfaatan Krib Untuk Penggelontoran Sedimen Pada Muara Sungai (Studi Kasus Muara Sungai Juwana) (Jurnal)*. Universitas Deponegoro. Sema



## Lampiran 1

### TABEL PENGAMATAN DATA

1) Data hasil penelitian tanpa krib semi permeabel

No.	tanpa Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1		Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.93	Y0 = 0.073	31.07	0.00466
2				V1 = 0.53	Y1 = 0.077	29.33	
3				V2 = 1.13	Y2 = 0.063	28.70	
4			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.077	29.23	0.00705
5				V1 = 0.97	Y1 = 0.080	28.83	
6				V2 = 1.13	Y2 = 0.070	28.60	
7			t3 = 9	V0 = 1.03	Y0 = 0.077	29.90	0.00752
8				V1 = 0.87	Y1 = 0.077	29.30	
9				V2 = 1.27	Y2 = 0.070	28.83	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.80	Y0 = 0.077	30.03	0.00706
11				V1 = 0.67	Y1 = 0.090	29.17	
12				V2 = 0.93	Y2 = 0.070	28.00	
13			t2 = 6	V0 = 0.93	Y0 = 0.073	28.93	0.00746
14				V1 = 0.67	Y1 = 0.097	28.77	
15				V2 = 1.10	Y2 = 0.080	28.57	
16			t3 = 9	V0 = 0.90	Y0 = 0.077	29.30	0.00761
17				V1 = 0.67	Y1 = 0.097	28.77	
18				V2 = 0.93	Y2 = 0.080	28.53	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.80	Y0 = 0.083	28.10	0.00973
20				V1 = 0.67	Y1 = 0.093	28.10	
21				V2 = 0.83	Y2 = 0.077	28.10	
22			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.073	28.13	0.01009
23				V1 = 0.70	Y1 = 0.097	28.10	
24				V2 = 0.87	Y2 = 0.083	28.10	
25			t3 = 9	V0 = 0.77	Y0 = 0.073	28.00	0.0117
26				V1 = 0.63	Y1 = 0.090	28.03	
27				V2 = 0.87	Y2 = 0.067	28.03	

## Lampiran 2

2) Data hasil penelitian untuk jarak krib 15 cm

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	15	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.67	Y0 = 0.133	30.00	0.00438
2				V1 = 0.77	Y1 = 0.117	29.20	
3				V2 = 0.87	Y2 = 0.097	28.97	
4			t2 = 6	V0 = 0.77	Y0 = 0.110	30.10	0.00654
5				V1 = 0.60	Y1 = 0.127	29.27	
6				V2 = 0.73	Y2 = 0.110	28.97	
7			t3 = 9	V0 = 0.37	Y0 = 0.067	30.23	0.00664
8				V1 = 0.67	Y1 = 0.083	29.57	
9				V2 = 1.10	Y2 = 0.080	29.27	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.80	Y0 = 0.113	30.53	0.00682
11				V1 = 0.53	Y1 = 0.107	29.70	
12				V2 = 0.87	Y2 = 0.080	29.47	
13			t2 = 6	V0 = 0.53	Y0 = 0.103	28.60	0.00700
14				V1 = 0.63	Y1 = 0.113	28.60	
15				V2 = 0.83	Y2 = 0.090	28.40	
16			t3 = 9	V0 = 0.80	Y0 = 0.113	27.60	0.00734
17				V1 = 0.50	Y1 = 0.113	27.70	
18				V2 = 0.77	Y2 = 0.107	27.23	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.73	Y0 = 0.110	28.50	0.00762
20				V1 = 0.60	Y1 = 0.610	28.27	
21				V2 = 0.83	Y2 = 0.123	28.17	
22			t2 = 6	V0 = 0.63	Y0 = 0.123	27.13	0.00845
23				V1 = 0.43	Y1 = 0.123	27.47	
24				V2 = 0.87	Y2 = 0.097	27.43	
25			t3 = 9	V0 = 0.73	Y0 = 0.120	26.53	0.00915
26				V1 = 0.53	Y1 = 0.120	27.17	
27				V2 = 0.73	Y2 = 0.100	27.30	

### Lampiran 3

#### 3) Data hasil penelitian untuk jarak 20 cm

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	20	Q1 = 0.0065	t1 = 3	V0 = 0.47	Y0 = 0.097	28.73	0.00426
2				V1 = 0.93	Y1 = 0.087	28.33	
3				V2 = 0.80	Y2 = 0.083	28.33	
4			t2 = 6	V0 = 0.83	Y0 = 0.093	29.20	0.00641
5				V1 = 0.67	Y1 = 0.087	28.33	
6				V2 = 0.50	Y2 = 0.080	28.30	
7			t3 = 9	V0 = 0.73	Y0 = 0.083	28.73	0.00643
8				V1 = 0.57	Y1 = 0.110	28.53	
9				V2 = 0.77	Y2 = 0.080	28.50	
10		Q2 = 0.00765	t1 = 3	V0 = 0.70	Y0 = 0.117	27.77	0.00643
11				V1 = 0.57	Y1 = 0.113	27.33	
12				V2 = 0.80	Y2 = 0.077	27.30	
13			t2 = 6	V0 = 0.73	Y0 = 0.113	28.60	0.0068
14				V1 = 0.43	Y1 = 0.110	28.57	
15				V2 = 0.77	Y2 = 0.093	28.50	
16			t3 = 9	V0 = 0.83	Y0 = 0.117	29.20	0.00700
17				V1 = 0.37	Y1 = 0.117	29.03	
18				V2 = 0.80	Y2 = 0.090	28.90	
19		Q3 = 0.00802	t1 = 3	V0 = 0.63	Y0 = 0.113	31.27	0.00757
20				V1 = 0.57	Y1 = 0.117	30.53	
21				V2 = 0.80	Y2 = 0.087	30.13	
22			t2 = 6	V0 = 0.53	Y0 = 0.110	29.70	0.00807
23				V1 = 0.47	Y1 = 0.120	29.50	
24				V2 = 0.90	Y2 = 0.090	29.30	
25			t3 = 9	V0 = 0.67	Y0 = 0.110	29.43	0.00871
26				V1 = 0.50	Y1 = 0.117	29.73	
27				V2 = 0.80	Y2 = 0.087	29.57	

## Lampiran 4

### 4) Data hasil penelitian untuk jarak 25 cm

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	25	Q1 = 0.00241	t1 = 3	V0 = 1.30	Y0 = 0.113	29.27	0.00158
2				V1 = 0.43	Y1 = 0.113	28.50	
3				V2 = 0.80	Y2 = 0.083	28.27	
4			t2 = 6	V0 = 0.93	Y0 = 0.120	28.47	0.00283
5				V1 = 0.60	Y1 = 0.097	27.90	
6				V2 = 0.67	Y2 = 0.090	27.80	
7			t3 = 9	V0 = 1.13	Y0 = 0.110	29.40	0.00284
8				V1 = 0.23	Y1 = 0.100	28.53	
9				V2 = 0.83	Y2 = 0.087	28.33	
10		Q2 = 0.00355	t1 = 3	V0 = 1.07	Y0 = 0.123	28.43	0.00205
11				V1 = 0.47	Y1 = 0.117	28.27	
12				V2 = 0.80	Y2 = 0.080	28.13	
13			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.103	27.73	0.00357
14				V1 = 0.47	Y1 = 0.117	27.83	
15				V2 = 0.77	Y2 = 0.080	27.90	
16			t3 = 9	V0 = 0.80	Y0 = 0.130	28.00	0.00403
17				V1 = 0.47	Y1 = 0.123	28.00	
18				V2 = 0.83	Y2 = 0.083	28.00	
19		Q3 = 0.00366	t1 = 3	V0 = 0.37	Y0 = 0.100	29.60	0.00305
20				V1 = 1.03	Y1 = 0.103	29.07	
21				V2 = 0.87	Y2 = 0.080	28.90	
22			t2 = 6	V0 = 0.57	Y0 = 0.127	29.10	0.004355
23				V1 = 0.47	Y1 = 0.117	28.83	
24				V2 = 1.00	Y2 = 0.063	28.77	
25			t3 = 9	V0 = 0.63	Y0 = 0.120	30.47	0.004557
26				V1 = 0.47	Y1 = 0.120	29.70	
27				V2 = 0.93	Y2 = 0.083	29.53	

## Lampiran 5

### Ranning pendahuluan

Topografi Debit Q1 = 0,0044 m3/det																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-7	-7	-6	-6	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-17	-13	-12	-11	-9	-7	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-26	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-25	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-27	-25	-8	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-24	-9	-4	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-19	-9	-4	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-16	-9	-5	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-14	-8	-4	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-20	-11	-7	-4	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-10	-6	-4	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-13	-7	-4	-3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-11	-7	-7
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-12	-12
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-15
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-22
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Topografi Debit Q2 = 0,0086 m3/det																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-7	-7	-6	-6	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-17	-13	-12	-11	-9	-7	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-11	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-9	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-7	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-8	-6	-3	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-9	-6	-3	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-11	-6	-3	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-24	-11	-5	-3	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-27	-8	-5	-3	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-13	-7	-4	-2
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-11	-7	-3
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-6
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-16	-11
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Topografi Debit Q3 = 0,0145 m3/det																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-6	-6	-5	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-13	-11	-10	-7	-6	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-30	-30	-30	-30	-11	-9	-7	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-5	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-6	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-6	-3	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-9	-5	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-9	-5	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-8	-5	-3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-10	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-7	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-12	-8
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-13
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Jarak 15 cm

Topografi Debit Q1 = 0,0044																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-27	-27	-30	-30	-30	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-3	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-4	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-10	-4	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-10	-4	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-27	-10	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-10	-3	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-12	-7	0	0
14	-3	-16	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-16	-10	-7	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-15	-11	-6
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-14	-10
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-22
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

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

Topografi Debit Q3 =0,00145																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-5	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-12	-9	-8	-7	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-4	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-9	-5	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-19	-10	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-27	-17	-10	-5	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-26	-14	-9	-5	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-24	-13	-8	-4	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-24	-12	-6	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-17	-11	-5
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-15	-8
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-26	-14
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-21
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Jarak 20 cm

Topografi Debit Q1 =0,0044																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-6	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-29	-30	-9	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-9	-7	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	-7	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-12	-7	-5	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-28	-13	-6	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-25	-12	-6	0	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-27	-26	-13	-6	0	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-17	-12	-7	0	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-26	-14	-9	-5	0	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-8	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-24	-13	-9	-5	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-19	-14	-9
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-17	-13
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-23	-18
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

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



Topografi Debit Q3 =0,00145																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-13	-10	-9	-9	-8	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-9	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-10	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-8	-3	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-5	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-15	-13	-7	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-12	-8	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-18	-13	-6	-3	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-27	-15	-7	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-26	-15	-10	-6	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-26	-15	-10	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-14	-9
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-14
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-27	-8
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Jarak 25 cm

Topografi Debit Q1 =0,0044																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-7	-5	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-15	-15	-13	-10	-9	-8	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-29	-30	-30	-30	-30	-14	-11	-8	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-10	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-12	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-11	-7	-3	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-13	-9	-4	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-29	-21	-13	-9	-6	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-14	-9	-6	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-18	-14	-9	-5	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-18	-14	-10	-5	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-28	-24	-18	-12	-8	-4
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-23	-19	-14	-7
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-27	-21	-18	-12
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-16
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

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

Topografi Debit Q3 =0,00145																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-8	-7	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-15	-14	-11	-10	-9	-8	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-28	-30	-30	-30	-30	-30	-11	-9	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-10	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-12	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-10	-6	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-16	-10	-7	-3	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-12	-8	-4	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-18	-11	-7	-5	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-16	-13	-9	-4	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-19	-16	-11	-7	-4	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-15	-10	-6	-3	0
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-15	-11	-5
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-17	-14	-10
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-18	-15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-22
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-21	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

## Lampiran 6

### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh jarak Krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran

Tahap Penelitian : Pengaliran Tanpa Krib

Hari/Tanggal : 19 November 2018

No.	tanpa Krib (°)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1		Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.93	Y0 = 0.07	31.07	0.00466
2				V1 = 0.53	Y1 = 0.08	29.33	
3				V2 = 1.13	Y2 = 0.06	28.70	
4			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.08	29.23	0.00705
5				V1 = 0.97	Y1 = 0.08	28.83	
6				V2 = 1.13	Y2 = 0.07	28.60	
7			t3 = 9	V0 = 1.03	Y0 = 0.08	29.90	0.00752
8				V1 = 0.87	Y1 = 0.08	29.30	
9				V2 = 1.27	Y2 = 0.07	28.83	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.80	Y0 = 0.08	30.03	0.00706
11				V1 = 0.67	Y1 = 0.09	29.17	
12				V2 = 0.93	Y2 = 0.07	28.80	
13			t2 = 6	V0 = 0.93	Y0 = 0.07	28.93	0.00746
14				V1 = 0.67	Y1 = 0.10	28.77	
15				V2 = 1.10	Y2 = 0.08	28.57	
16			t3 = 9	V0 = 0.90	Y0 = 0.08	29.30	0.00761
17				V1 = 0.67	Y1 = 0.10	28.77	
18				V2 = 0.93	Y2 = 0.08	28.53	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.80	Y0 = 0.08	28.07	0.00973
20				V1 = 0.67	Y1 = 0.09	28.10	
21				V2 = 0.83	Y2 = 0.08	28.10	
22			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.07	28.17	0.01009
23				V1 = 0.70	Y1 = 0.10	28.10	
24				V2 = 0.87	Y2 = 0.08	28.10	
25			t3 = 9	V0 = 0.77	Y0 = 0.07	28.00	0.01170
26				V1 = 0.63	Y1 = 0.09	28.03	
27				V2 = 0.87	Y2 = 0.07	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 7

### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judu : Pengaruh jarak Krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan jarak 15 cm

Hari/Tanggal : 19 November 2018

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	15	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.67	Y0 = 0.133	30.00	0.00438
2				V1 = 0.77	Y1 = 0.117	29.20	
3				V2 = 0.87	Y2 = 0.097	28.97	
4			t2 = 6	V0 = 0.77	Y0 = 0.110	30.10	0.00654
5				V1 = 0.60	Y1 = 0.127	29.27	
6				V2 = 0.73	Y2 = 0.110	28.97	
7			t3 = 9	V0 = 0.37	Y0 = 0.067	30.23	0.00664
8				V1 = 0.67	Y1 = 0.083	29.57	
9				V2 = 1.10	Y2 = 0.080	29.27	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.80	Y0 = 0.113	30.53	0.00682
11				V1 = 0.53	Y1 = 0.107	29.70	
12				V2 = 0.87	Y2 = 0.080	29.47	
13			t2 = 6	V0 = 0.53	Y0 = 0.103	28.60	0.00700
14				V1 = 0.63	Y1 = 0.113	28.60	
15				V2 = 0.83	Y2 = 0.090	28.40	
16			t3 = 9	V0 = 0.80	Y0 = 0.113	27.60	0.00734
17				V1 = 0.50	Y1 = 0.113	27.70	
18				V2 = 0.77	Y2 = 0.107	27.23	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.73	Y0 = 0.110	28.50	0.00762
20				V1 = 0.60	Y1 = 0.610	28.27	
21				V2 = 0.83	Y2 = 0.123	28.17	
22			t2 = 6	V0 = 0.63	Y0 = 0.123	27.13	0.00845
23				V1 = 0.43	Y1 = 0.123	27.47	
24				V2 = 0.87	Y2 = 0.097	27.43	
25			t3 = 9	V0 = 0.73	Y0 = 0.120	26.53	0.00915
26				V1 = 0.53	Y1 = 0.120	27.17	
27				V2 = 0.73	Y2 = 0.100	27.30	

Keterangan Rumus :

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

## Lampiran 8

### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh jarak Krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan jarak 20 cm

Hari/Tanggal : 19 November 2018

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	20	Q1 = 0.0065	t1 = 3	V0 = 0.47	Y0 = 0.097	28.73	0.00426
2				V1 = 0.93	Y1 = 0.087	28.33	
3				V2 = 0.80	Y2 = 0.083	28.33	
4			t2 = 6	V0 = 0.83	Y0 = 0.093	29.20	0.00641
5				V1 = 0.67	Y1 = 0.087	28.33	
6				V2 = 0.50	Y2 = 0.080	28.30	
7			t3 = 9	V0 = 0.73	Y0 = 0.083	28.73	0.00643
8				V1 = 0.57	Y1 = 0.110	28.53	
9				V2 = 0.77	Y2 = 0.080	28.50	
10		Q2 = 0.00765	t1 = 3	V0 = 0.70	Y0 = 0.117	27.77	0.00643
11				V1 = 0.57	Y1 = 0.113	27.33	
12				V2 = 0.80	Y2 = 0.077	27.30	
13			t2 = 6	V0 = 0.73	Y0 = 0.113	28.60	0.0068
14				V1 = 0.43	Y1 = 0.110	28.57	
15				V2 = 0.77	Y2 = 0.093	28.50	
16			t3 = 9	V0 = 0.83	Y0 = 0.117	29.20	0.00700
17				V1 = 0.37	Y1 = 0.117	29.03	
18				V2 = 0.80	Y2 = 0.090	28.90	
19		Q3 = 0.00802	t1 = 3	V0 = 0.63	Y0 = 0.113	31.27	0.00757
20				V1 = 0.57	Y1 = 0.117	30.53	
21				V2 = 0.80	Y2 = 0.087	30.13	
22			t2 = 6	V0 = 0.53	Y0 = 0.110	29.70	0.00807
23				V1 = 0.47	Y1 = 0.120	29.50	
24				V2 = 0.90	Y2 = 0.090	29.30	
25			t3 = 9	V0 = 0.67	Y0 = 0.110	29.43	0.00871
26				V1 = 0.50	Y1 = 0.117	29.73	
27				V2 = 0.80	Y2 = 0.087	29.57	

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 9

### TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul : Pengaruh jarak Krib semi permeabel terhadap gerusan tebing di belokan saluran

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan jarak 25 cm

Hari/Tanggal : 20 November 2018

No.	Jarak Krib (cm)	Debit (Q) m <sup>3</sup> /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m <sup>3</sup>
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m		
1	25	Q1 = 0.00241	t1 = 3	V0 = 1.30	Y0 = 0.113	29.27	0.00158
2				V1 = 0.43	Y1 = 0.113	28.50	
3				V2 = 0.80	Y2 = 0.083	28.27	
4			t2 = 6	V0 = 0.93	Y0 = 0.120	28.47	0.00283
5				V1 = 0.60	Y1 = 0.097	27.90	
6				V2 = 0.67	Y2 = 0.090	27.80	
7			t3 = 9	V0 = 1.13	Y0 = 0.110	29.40	0.00284
8				V1 = 0.23	Y1 = 0.100	28.53	
9				V2 = 0.83	Y2 = 0.087	28.33	
10		Q2 = 0.00355	t1 = 3	V0 = 1.07	Y0 = 0.123	28.43	0.00205
11				V1 = 0.47	Y1 = 0.117	28.27	
12				V2 = 0.80	Y2 = 0.080	28.13	
13			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.103	27.73	0.00357
14				V1 = 0.47	Y1 = 0.117	27.83	
15				V2 = 0.77	Y2 = 0.080	27.90	
16			t3 = 9	V0 = 0.80	Y0 = 0.130	28.00	0.00403
17				V1 = 0.47	Y1 = 0.123	28.00	
18				V2 = 0.83	Y2 = 0.083	28.00	
19		Q3 = 0.00366	t1 = 3	V0 = 0.37	Y0 = 0.100	29.60	0.00305
20				V1 = 1.03	Y1 = 0.103	29.07	
21				V2 = 0.87	Y2 = 0.080	28.90	
22			t2 = 6	V0 = 0.57	Y0 = 0.127	29.10	0.004355
23				V1 = 0.47	Y1 = 0.117	28.83	
24				V2 = 1.00	Y2 = 0.063	28.77	
25			t3 = 9	V0 = 0.63	Y0 = 0.120	30.47	0.004557
26				V1 = 0.47	Y1 = 0.120	29.70	
27				V2 = 0.93	Y2 = 0.083	29.53	

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 Viskositas Kinematik sebagai Hubungan Fungsi Suhu**

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

Sumber : (Mardjikoen, 1987)

## LAMPIRAN 13

### Pembersihan lokasi penelitian



Pembersihan Lokasi Penelitian

### Pekerjaan tanah



Proses penmbunan tanah



Proses pemadatan tanah menggunakan beton



### **pembuatan model saluran**



Proses pembuatan lebar bawah saluran dengan lebar 30 cm



Model saluran berbentuk trapesium

### **pembuatan bak penampungan**



Proses pencampuran untuk pasangan bata



Proses pemasangan bata dan plasteran

## Model Saluran



Tampak atas model saluran dan lokasi penelitian

## Pekerjaan Pintu



Proses pekerjaan stan pintu  
thompson



Proses pemasangan pintu  
thompson

### Model Krib Semi Permeabel



Proses pembuatan krib semi permeabel



Bentuk krib kayu semi permeabel

### Alat Ukur Flow Watch



## Running pendahuluan



Pengukuran kecepatan aliran menggunakan flow watch



Pengambilan data Suhu menggunakan flow watch



Pengukuran kedalaman aliran menggunakan mistar



Pengambilan data topografi menggunakan grid

## Pemasangan jarak krib semi permeabel



Proses pemasangan gemburan tanah pada tebing



Pengukuran kecepatan aliran menggunakan flow watch



Pengukuran langsung volume gerusan pada tebing saluran



Pengambilan data topografi menggunakan grid