

SKRIPSI

**PENGARUH SUDUT KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP
GERUSAN DI BELOKAN TEBING SUNGAI
(STUDI EKSPERIMENTAL)**



Oleh :

RISMAN
105 81 2080 14

AKBAR ZUKRI
105 81 2116 14

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

2019

**PENGARUH SUDUT KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP
GERUSAN DI BELOKAN TEBING SUNGAI
(STUDI EKSPERIMENTAL)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

**RISMAN
105 81 2080 14**

**AKBAR ZUKRI
105 81 2116 14**

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

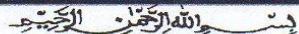
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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



HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **PENGARUH SUDUT KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP GERUSAN DIBELOKAN TEBING SUNGAI (STUDI EKSPRIMENTAL)**

Nama : **RISMAN
AKBAR ZUKRI**

No. Stambuk : **105 81 2080 14
105 81 2116 14**

Makassar, 12 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Sammang ,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




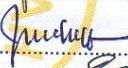



Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
 Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com
 Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Risman dengan nomor induk Mahasiswa 10581208014 dan Akbar Zukri dengan nomor induk Mahasiswa 10581211614, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019.


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

1. Pengawas Umum
 - a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
 Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM. 
 - b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Dr. Ir. H. Muhammad Asyad Thaha, MT 
2. Penguji
 - a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S, MT 
 - b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT 
3. Anggota
 1. Dr. Ir. Muh. Idrus Ompo, Sp.,PSDA 
 2. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT 
 3. Ir. Hamzah AL Imran, ST., MT 

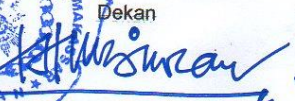
Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II


 Dr. Ir. H. Lawalenna Sammang, MSc, M.Eng


 Amrullah Mansida, ST., MT


 Dekan
 Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT
 NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

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

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **“Pengaruh Sudut Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai (Studi Eksprimental)”**. Tugas ini terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. H. ABD. Rahman Rahim, SE., MM.** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak **Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.** sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak **Prof. Ir. H. Lawalena Sammang, M.Sc., M.Eng** selaku pembimbing I dan Bapak **Amrullah Mansida, ST, MT** selaku

pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.

5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis.
7. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2014 dengan rasa persaudaran yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Wassalamu`alaikum, Wr. Wb.

Makassar, 09 Desember 2018

Penulis

PENGARUH SUDUT KRIB BAMBU TIPE PERMEABEL TERHADAP GERUSAN DI BELOKAN TEBING SUNGAI

Risman¹⁾ dan Akbar Zukri²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
rismanramz@mail.com

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
akbarzukri09@gmail.com

Abstrak

Pengaruh Sudut Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan di Belokan Tebing Sungai Dibimbing oleh Amrullah Mansida dan Lawalenna Sammang. Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia mengalami kerusakan sebagai akibat dari aliran yang terjadi pada sungai yang biasanya disertai pula dengan proses penggerusan/erosi dan endapan/deposisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan krib tipe permeabel terhadap karakteristik aliran dan pengaruh pemasangan sudut krib tipe permeabel terhadap gerusan di belokan tebing sungai. Dari hasil penelitian menunjukkan besar volume gerusan pemasangan krib untuk sudut 35^0 (t) 3 yaitu $0,00542 \text{ (m}^3\text{)}$, pada waktu (t) 6 yaitu $0,00549 \text{ (m}^3\text{)}$, pada waktu (t) 9 yaitu $0,00567 \text{ (m}^3\text{)}$. Dan untuk sudut 90^0 pada waktu (t) 3 yaitu $0,00530 \text{ (m}^3\text{)}$, pada waktu (t) 6 yaitu $0,00536 \text{ (m}^3\text{)}$, pada waktu (t) 9 yaitu $0,00557 \text{ (m}^3\text{)}$. Dan untuk sudut 145^0 pada waktu (t) 3 yaitu $0,00349 \text{ (m}^3\text{)}$, pada waktu (t) 6 yaitu $0,00357 \text{ (m}^3\text{)}$, pada waktu (t) 9 yaitu $0,00430 \text{ (m}^3\text{)}$. Efektifitas sudut krib Permeabel menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib maka volume gerusan (Vg) yang terjadi semakin kecil dan semakin kecil sudut pemasangan krib maka volume gerusan (Vg) yang terjadi semakin besar. Hal ini diakibatkan karena krib mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
kata kunci : Permeabel, Sudut Krib, Sungai.

Abstrak

The effect of Permeable Type Bamboo Crib Angle on Scour in the Bend of Guided River Cliff by Amrullah Mansida and Lawalenna Sammang. Watersheds (DAS) in Indonesia are damaged as a result of streams that occur in rivers which are usually accompanied by grinding / erosion and deposition / deposition processes. This study aims to determine the effect of permeable type crib installation on flow characteristics and the effect of permeable type crib angle installation on scour at the bend of a river bank. From the results of the study show the scour volume of installation of the crib for the angle 35^0 (t) 3 which is $0.00542 \text{ (m}^3\text{)}$, at time (t) 6 which is $0.00549 \text{ (m}^3\text{)}$, at time (t) 9 which is $0.00567 \text{ (m}^3\text{)}$) And for the angle 90^0 at time (t) 3 which is $0.00530 \text{ (m}^3\text{)}$, at time (t) 6 which is $0.00536 \text{ (m}^3\text{)}$, at time (t) 9 which is $0.00557 \text{ (m}^3\text{)}$. And for the angle 145^0 at time (t) 3 which is $0.00349 \text{ (m}^3\text{)}$, at time (t) 6 which is $0.00357 \text{ (m}^3\text{)}$, at time (t) 9 which is $0.00430 \text{ (m}^3\text{)}$. Effectiveness of Permeable crib angle shows that the greater the angle of installation of the groove the scour volume (Vg) that occurs is smaller and the smaller the angle of installation of the groove the scour volume (Vg) that occurs is greater. This is because the crib reduces the speed of the river along the river bank and guarantees the safety of the river embankments or cliffs against scour.

Key words: Permeable, Angle of Krib, River.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Sungai.....	6
1. Definisi Sungai	6
2. Morfologi Sungai.....	7

3. Bentuk-Bentuk Saluran	9
4. Struktur Sungai	9
B. Hidrolika Sungai	11
1. Sifat Sifat Aliran	12
2. Regime Aliran	15
3. Kecepatan Aliran	16
4. Debit Aliran	17
C. Hukum Dasar Model	19
1. Model Eksprimental	19
2. Model Prototipe	19
3. Model Numerik	20
D. Proses Erosi Pada Tebing Sungai	20
E. Bangunan Krib	22
1. Definisi Krib	22
2. Konstruksi Krib	23
3. Klasifikasi Krib	25
4. Fungsi Krib	27
5. Perencanaan Krib	27
6. Formasi Krib	29
7. Dimensi Krib	29
F. Matris Penelitian Terdahulu	32
BAB III METODE PENELITIAN	38

A. Lokasi dan Waktu Penelitian	38
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	38
C. Alat dan Bahan.....	39
D. Rancangan Model Penelitian	40
E. Bagan Alur Penelitian	48
BAB IV HASIL DAN PEMBASAN.....	49
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian.....	49
B. Karakteristik Material Tanah.....	50
C. Analisis Data Debit Thompson	51
D. Karakteristik Aliran pada Belokan Saluran.....	52
E. Kontur Pola Gerusan pada Sudut Pemasangan Krib Permeabel .	57
F. Pengaruh Sudut Pemasangan Krib Permeabel.....	60
BAB V PENUTUP.....	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Tabel Bazin Untuk Koefisien Kekasaran Dinding	31
2. Tabel Matrix Penelitian Terdahulu	32
3. Tabel Hasil Perhitungan Analisa Saringan	50
4. Perhitungan Debit Aliran Untuk Tinggi Bukan Pintu Thompson	52
5. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) Tanpa Krib	52
6. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Krib Sudut 35°.....	53
7. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Krib Sudut 90°.....	53
8. Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Krib Sudut 145°.....	53
9. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) Tanpa Krib.....	54
10. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan Krib Sudut 35°	54
11. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan Krib Sudut 90°	55
12. Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) dengan Krib Sudut 145°	55
13. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Dan Bilangan <i>Reynold</i>	56
14. Rekapitulasi Volume Gerusan dengan Sudut Krib.....	60
15. . Rekapitulasi Volume Gerusan dengan Debit Aliran	64

DAFTAR GAMBAR

1. Morfologi Sungai	8
2. Bentuk - Bentuk Saluran	9
3. Struktur Sungai	9
4. Distribusi Kecepatan Aliran.....	17
5. Skat Ukur Thompson (V-Notch)	18
6. Konstruksi Krib Tiang Pancang.....	23
7. Konstruksi Krib Rangka.....	23
8. Krib Balok Beton.....	24
9. Krib Permeabel.....	25
10. Krib Impermeable.....	26
11. Formasi Krib.....	29
12. Denah Saluran	40
13. Potongan Memanjang Saluran	41
14. Potongan Melintang Saluran	41
15. Potongan Melintang Saluran dengan Krib	41
16. Model Krib Sudut 90^0	42
17. Pembuatan Bak Penampungan Air	42
18. Dimensi Saluran Trapesium.....	43
19. Denah Saluran Trapesium	43
20. Pembuatan Tikungan Saluran	44

21. Pembuatan Model Krib	44
22. Bagan Alur Penelitian	48
23. Gradasi Ukuran Butir Tanah	51
24. Kontur Pola Gerusan Q1	57
25. Kontur Pola Gerusan Q2	58
26. Kontur Pola Gerusan Q3	59
27. Grafik Volume Gerusan dengan Sudut Waktu 3 Menit	61
28. Grafik Volume Gerusan dengan Sudut Waktu 6 Menit	62
29. Grafik Volume Gerusan dengan Sudut Waktu 9 Menit	63
30. Grafik Volume Gerusan dengan Debit Waktu 3 Menit	65
31. Grafik Volume Gerusan dengan Debit Waktu 6 Menit.....	66
32. Grafik Volume Gerusan dengan Debit Waktu 9 Menit.....	66

DAFTAR PERSAMAAN

1. Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i>	14
2. Persamaan Menghitung Bilangan <i>Froude</i>	15
3. Persamaan Menghitung Debit.....	17
4. Persamaan Menghitung Debit dengan Pintu Thompson	18
5. Persamaan Jarak Antar Krib	30
6. Persamaan <i>Chezy</i>	31

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

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

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki sangat banyak sungai dan anak-anak sungai yang memiliki potensi untuk menyediakan sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat. Saat ini Indonesia memiliki sedikitnya 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.537 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km².

Saat ini sebagian daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia mengalami kerusakan sebagai akibat dari aliran yang terjadi pada sungai yang biasanya disertai pula dengan proses penggerusan/erosi dan endapan/deposisi.

Aristi (2012) menyebutkan, pada *meander* (belokan) saluran terdapat kecepatan arah longitudinal yang searah dengan arah aliran serta kecepatan transversal yang tegak lurus terhadap arah aliran, dan mengarah ke dalam maupun luar belokan. Kedua kecepatan tersebut bersuperposisi dan mengakibatkan aliran *helikoidal* atau aliran yang berbentuk ulir, aliran *helicoidal* tersebut mengakibatkan erosi pada sisi luar belokan dan deposisi sedimen pada sisi dalam belokan. Gerusan di tikungan sungai akan terjadi

di daerah awal masuk tikungan, sedangkan pengendapan dimulai dari bagian tengah tikungan hingga akhir tikungan (Daoed, 2006).

Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan krib (Santoso, 2004). Pengendalian gerusan sungai yang ada kebanyakan berupa bangunan yang mahal, dan tidak alami, selain itu dapat mengotori dan tidak bersahabat dengan lingkungan (tidak ramah lingkungan), sehingga pengendali gerusan sungai yang cocok adalah berwawasan lingkungan dengan menggunakan vegetasi tanaman setempat supaya mudah di peroleh.

Dengan kemampuan krib dalam mengatur dan mengubah arah aliran serta memperlambat kecepatan aliran pada daerah yang dipasang krib mendorong penulis untuk mengkaji pengaruh pemasangan sudut krib terhadap gerusan yang terjadi di belokan tebing sungai dengan judul **“Pengaruh Sudut Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Di Belokan Tebing Sungai”**.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh pemasangan krib tipe permeabel menggunakan bambu terhadap karakteristik aliran pada sungai ?
- 2) Bagaimana pengaruh sudut pemasangan krib tipe permeabel menggunakan bambu terhadap gerusan di belokan tebing sungai ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas , maka tujuan penelitian adalah :

- 1) Mengetahui pengaruh pemasangan krib tipe permeabel menggunakan bambu terhadap karakteristik aliran pada sungai .
- 2) Mengetahui pengaruh sudut pemasangan krib tipe permeabel menggunakan bambu terhadap gerusan di belokan tebing sungai.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan peneliti, sehingga dapat di aplikasikan dilapangan nantinya.
- 2) Dapat digunakan oleh pemerintah dalam mengatasi masalah sungai dengan bangunan krib jenis permeabel.
- 3) Dapat dijadikan acuan atau referensi untuk penelitian selanjutnya terutama tentang pelindung sungai dengan menggunakan bangunan krib permeabel.

E. Batasan Masalah

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

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

- 1) Menggunakan saluran terbuka dengan bentuk saluran berbentuk trapesium
- 2) Difokuskan pada sudut pemasangan krib tipe permeabel dengan menggunakan bambu
- 3) Pemasangan krib permeabel diletakkan pada tikungan bagian luar saluran.
- 4) Penelitian menggunakan variasi sudut
- 5) Tidak meneliti tentang pergerakan sedimentasi
- 6) Tidak meneliti Panjang krib
- 7) Tidak meneliti jenis tanah

F. Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran umum isi penulisan tugas akhir ini yang terdiri dari lima bab , penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

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

Bab II KAJIAN PUSTAKA yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan

penelitian ini, meliputi teori tentang sungai ,hidrolika sungai,proses erosi pada tebing sungai, penanggulangan gerusan tebing sungai dengan vegetasi, bangunan krib dan matris penelitian terdahulu.

Bab III METODE PENELITIAN yang berisi tentang metode penelitian yang terdiri atas waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian, gambar desain krib, dan bagan alur penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN yang berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang analisa mengenai karakteristik aliran dan gerusan pada tebing sungai dengan adanya krib permeabel pada tikungan sungai.

Bab V PENUTUP yang brisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian ini adan saran-saran dari penulis.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

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

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

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Andi Abd. Rahim 2017 adalah saluran dimana air mengalir dengan

muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alami), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

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

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

2. Morfologi Sungai

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

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

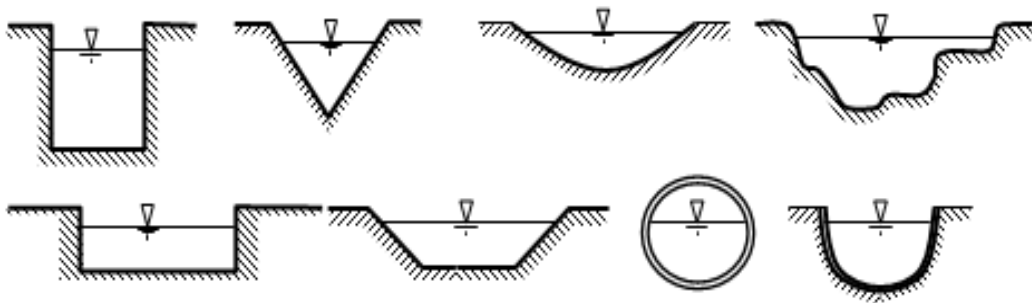
Mangelsdorf & Scheuermann (1980) dalam Agus Maryono 2009 mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur morfologi sungai selain sosia-antropogenik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hubungan antara faktor-faktor tersebut disajikan pada grafik dibawah ini. Proses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



Gambar 1. Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai
(Mangelsdorf & Scheuermann, 1980 dalam Agus Maryono. 2009)

3. Bentuk – bentuk Sungai

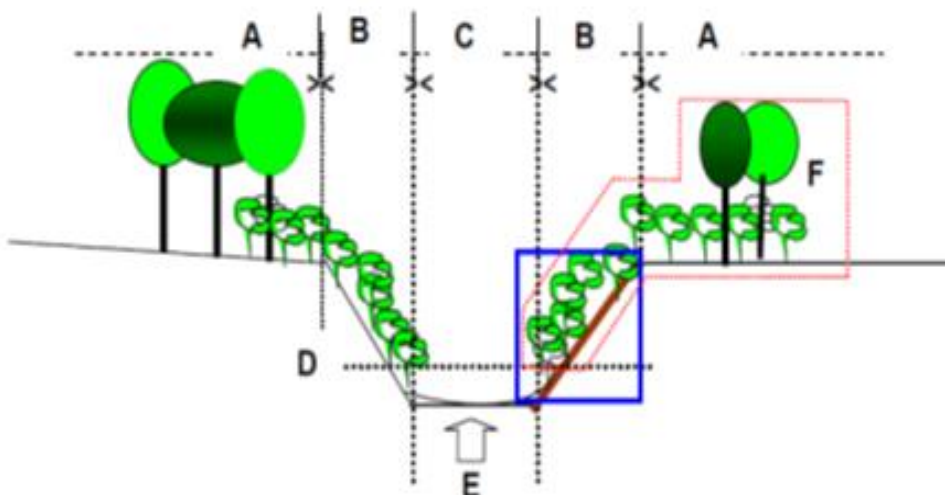
Bentuk – bentuk sungai dalam Bambang Hardianto, dkk. (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.



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

4. Struktur Sungai

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



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

Keterangan:

A = bantaran sungai

B = tebing/jering sungai

C = badan sungai

D = batas tinggi air semu

E = dasar sungai

F = vegetasi riparian

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

1) Alur dan tanggul sungai

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

2) Dasar dan gradien sungai

Dasar sungai sangat bervariasi dan sering mencerminkan batuan dasar yang keras. Jarang ditemukan bagian yang rata, kadangkala bentuknya bergelombang, landai atau dari bentuk keduanya sering

terendapkan material yang terbawa oleh aliran sungai (endapan lumpur).Tebal tipisnya dasar sungai sangat dipengaruhi oleh batuan dasarnya.

3) Bantaran sungai

Bantaran sungai merupakan bagian dari struktur sungai yang sangat rawan. Terletak antara badan sungai dengan tanggul sungai, mulai dari tebing sungai hingga bagian yang datar. Peranan fungsinya cukup efektif sebagai penyaring (*filter nutrient*), menghambat aliran permukaan dan pengendali besaran laju erosi. Bantaran sungai merupakan habitat tetumbuhan yang spesifik (*vegetasi riparian*), yaitu tetumbuhan yang komunitasnya tertentu mampu mengendalikan air pada saat musim penghujan dan kemarau.

4) Tebing sungai

Bentang alam yang menghubungkan antara dasar sungai dengan tanggul sungai disebut dengan “tebing sungai”. Tebing sungai umumnya membentuk lereng atau sudut lereng, yang tergantung dari medannya. Semakin terjal akan semakin besar sudut lereng yang terbentuk.

B. Hidrolika Sungai

Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka, menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi

saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificia*) (Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V).

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

Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya sangat tidak menentu. Dalam beberapa hal dapat dibuat anggapan pendekatan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengalaman sesungguhnya sedemikian rupa, sehingga persyaratan aliran pada saluran ini dapat diterima untuk menyelesaikan analisa hidrolis teoritis. Studi selanjutnya tentang perilaku aliran pada saluran alam memerlukan pengetahuan dalam bidang lain, seperti hidrologi, geomorfologi, angkutan sedimen dan sebagainya. Hal ini merupakan ilmu tersendiri yang disebut hidrolis sungai.

1. Sifat-sifat Aliran

1) Aliran Seragam dan tak seragam

Aliran saluran terbuka dikatakan seragam apabila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tetap dan tidak tetap tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Sedangkan aliran disebut berubah (*varied*), bila

kedalaman aliran berubah disepanjang saluran. Aliran berubah dapat bersifat tetap maupun tak tetap (Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V).

2) Aliran Laminer dan Turbulen

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

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

$$R_e = \frac{VL}{\nu} \dots\dots\dots(1)$$

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)

ν = 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 amplitudo kecil. Gelombang gravitasi dapat dibandingkan dengan merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan kritis, maka aliran disebut sub kritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar dari pada kecepatan kritis, maka alirannya disebut superkritis. Apabila yang diinginkan adalah besarnya perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dan gaya-gaya gravitasi maka aliran dapat dibagi menjadi:

(1) Aliran Kritis

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

(2) Aliran Subkritis

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

(3) Aliran Superkritis

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

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

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

Dimana:

F_R = Angka Froude

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

y = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

2. Regime Aliran

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

a) Subkritis-Laminer

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

b) Superkritis-Laminer

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

c) Superkritis-Turbulen

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

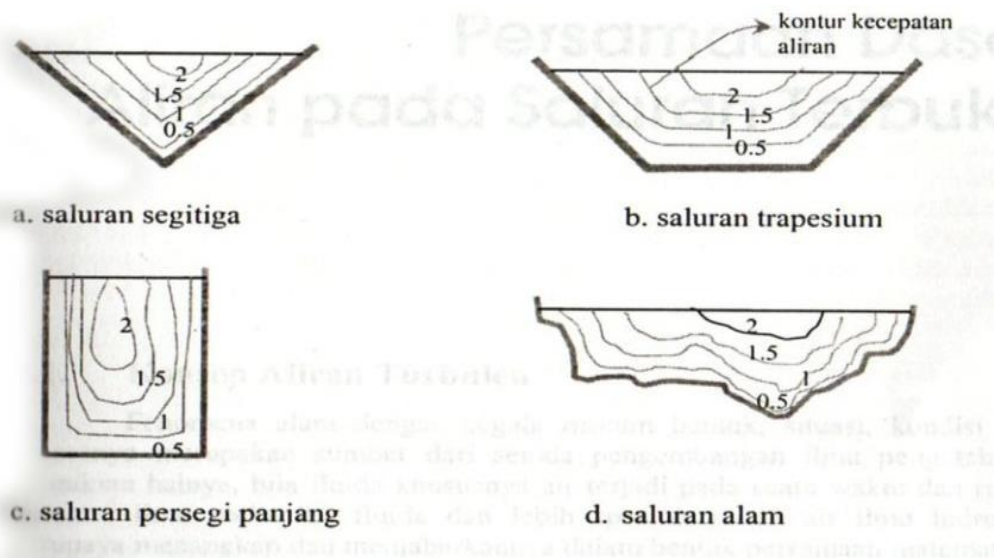
d) Subkritis-Turbulen

Apabila nilai bilangan Froude lebih kecil daripada satu dan nilai bilangan Reynold 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).

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



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 (m³/det) (Chay Asdak, 2014).

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

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

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

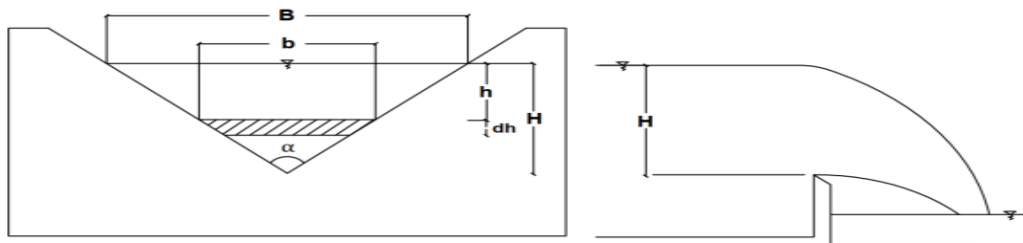
Dimana:

Q = debit aliran (m³/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m²)

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



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

Dengan menggunakan persamaan diferensial dan integritas didapat suatu rumus persamaan untuk mencari nilai debit pada alat ukur peluap segitiga, adapun persamaan tersebut :

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

Dimana:

Q = debit aliran (m³/det)

H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

θ = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)

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

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

C. Hukum Dasar Model

1. Model Eksperimental

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

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

2. Model Prototipe

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

D. Proses Erosi pada Tebing Sungai

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

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

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

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

E. Bangunan Krib

1. Defenisi Krib

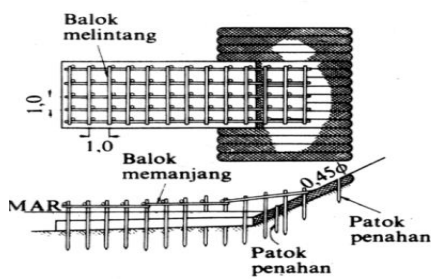
Problem perbaikan alur sungai yang berubah karena terjadi erosi dan sedimentasi, tidak dapat diselesaikan secara teoritis, karena karakteristik alirannya yang sangat komplit (Jansen dkk, dalam M. Haris, 2013). Pengujian model dan formulasi empirik merupakan alat utama yang digunakan untuk merencanakan perbaikan sungai. Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan krib yang berfungsi untuk mengarahkan aliran dan menghindarkan kuat arus dari sepanjang tepi sungai, termasuk pada belokan sungai perlindungan semacam ini merupakan perlindungan tak langsung.

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

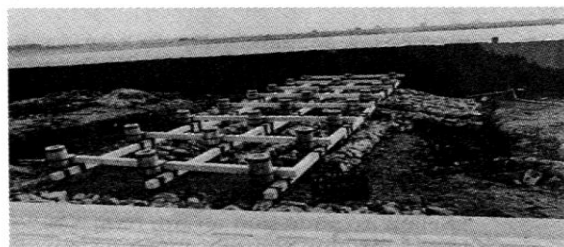
- 1) Mengatur arah arus sungai
- 2) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan.
- 3) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- 4) Mengkonsentrasikan arus sungai

2. Konstruksi Krib

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



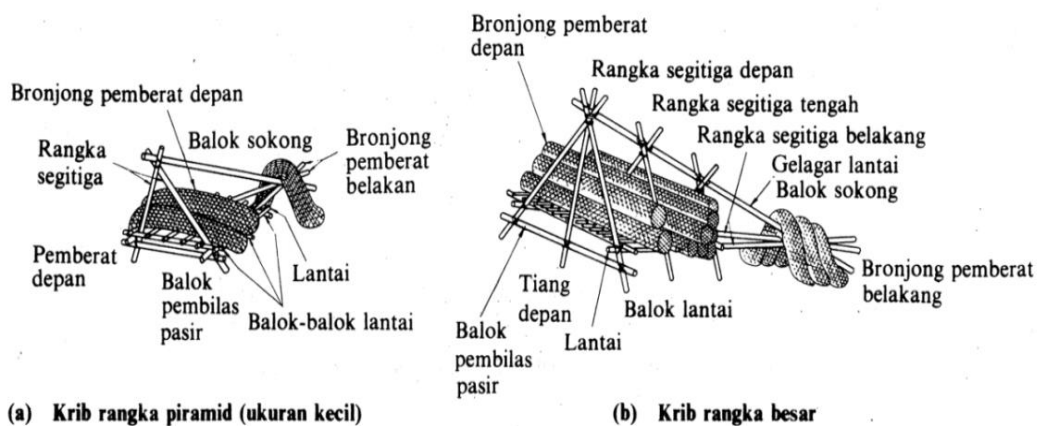
Gb. 4.71 Konstruksi krib tiang pancang.



Gb. 4.72 Krib tiang pancang/lokasi pekerjaan kering.

Gambar 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).

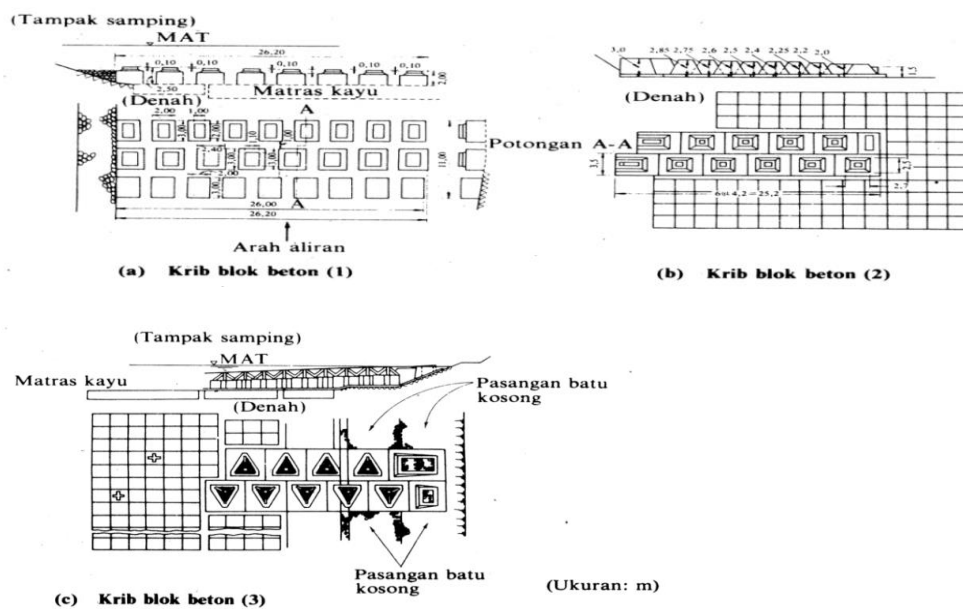


(a) Krib rangka piramid (ukuran kecil)

(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

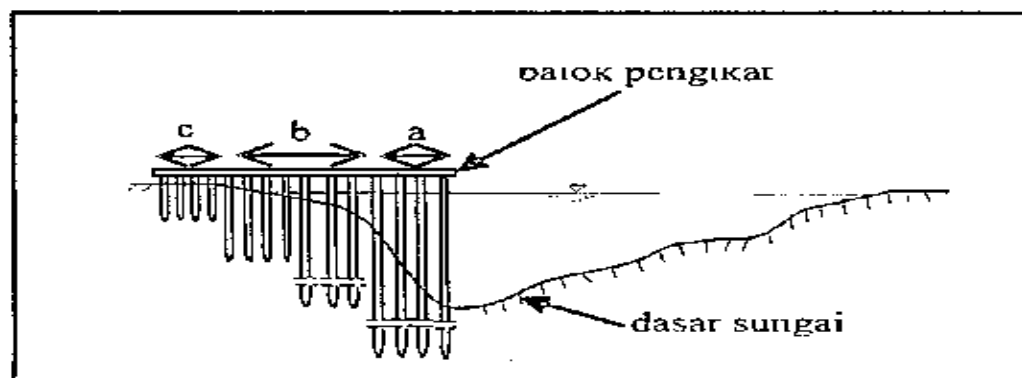
masih cukup kuat disekitar krib, sehingga menimbulkan gerusan dasar atau gerusan tebing disekitar krib.

3. Klasifikasi Krib

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

1) Krib permeabel

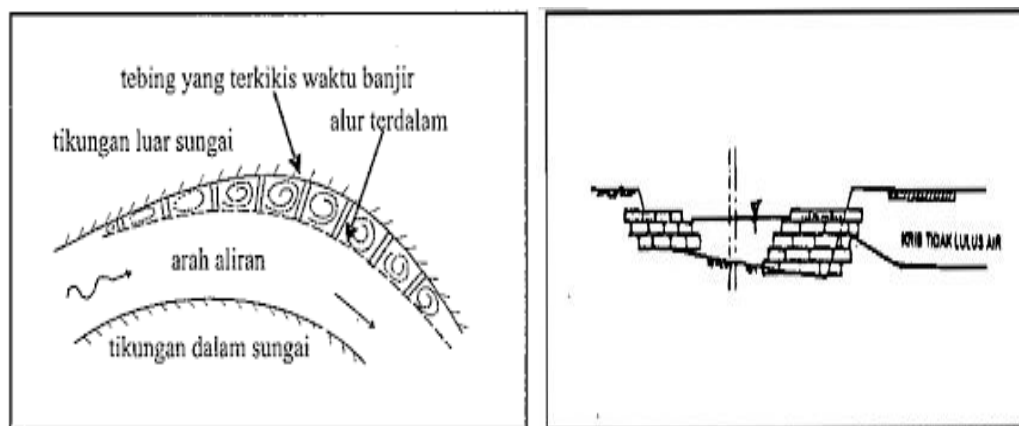
Pada tipe permeabel air dapat mengalir melalui krib (*permeable spur*). Krib permeabel tersebut melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran tersebut.



Gambar 9. Konstruksi krib *permeable* ([http:// civilersc09. Fileswordpress .com](http://civilersc09.files.wordpress.com))

2) Krib impermeabel

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



Gambar 10. Konstruksi krib *impermeable* (<http://civil.ersc.09.files.wordpress.com>)

3) Krib semi-permeabel

Krib semi-permeabel ini berfungsi ganda yaitu sebagai krib permeabel 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 melintang arus tersebut dan dinamakan krib melintang

(*transversal dyke*), sedang krib yang formasinya hampir sejajar arah arus sungai disebut krib memanjang (*longitudinal dyke*).

4. Fungsi Krib

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

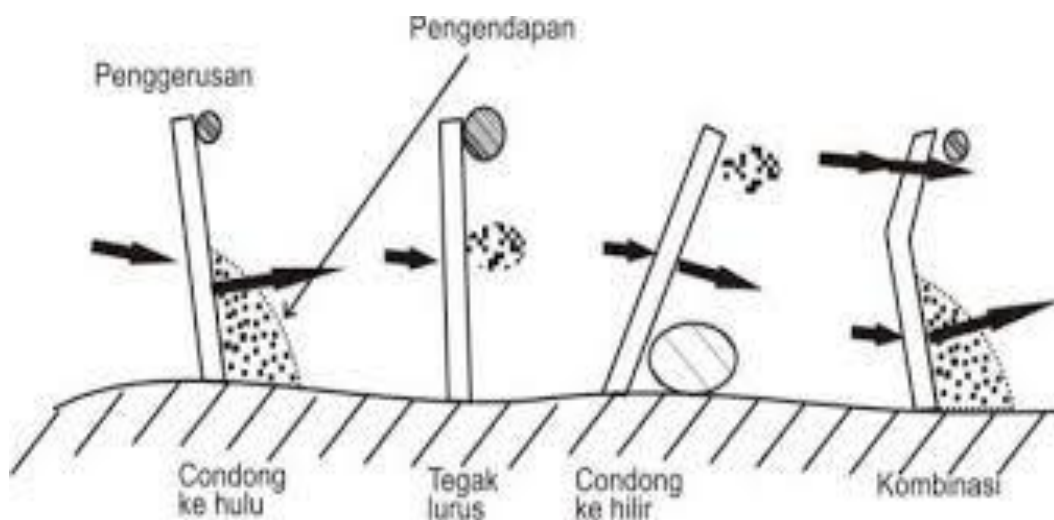
5. Perencanaan krib

Dalam mempersiapkan perencanaan (*planning*) Krib, maka denah, bentuk memanjang, debit air sungai, kecepatan arus sungai, bahan-bahan dasar sungai haruslah disurvei, dipelajari secara mendalam dan tipe krib serta metode pembuatannya ditetapkan secara empiris dengan memperhatikan pengalaman-pengalaman pada krib-krib yang telah dibangun diwaktu-waktu yang lalu. Secara umum, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses perencanaan krib-krib adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008):

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

6. Formasi Krib

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



Gambar 11. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2016)

7. Dimensi Krib

1) Penetapan Tinggi Krib (T)

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

2) Panjang Krib (Lb)

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

3) Jarak antar Krib (L)

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

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

Dimana:

L = Jarak antar krib, m

α = Parameter empiris ($\approx 0,6$)

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

h = Kedalaman air rerata, m

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

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

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

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

R = Jari-jari hidrolis

γ_B = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

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

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

Sumber : V. Sunghono kh, 1995

F. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 2. Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1.	Pengaruh Struktur Bangunan Krib Terhadap Sedimentasi Dan Erosi Di Sekitar Krib Di Sungai	Bambang Sujatmoko 20014	Krib yang disimulasi merupakan satu seri rangkaian krib dengan jumlah 4 buah. Panjang krib (l) ditetapkan 0,20 kali lebar saluran (B). Variasi formasi krib untuk masing-masing type krib (standard dan permeabel) dilakukan terhadap : <i>jarak antar krib (L), permeabilitas krib (pk), arah pemasangan krib terhadap aliran ($Dk=900$).</i> Masing-masing variasi simulasi dibuat 3 variasi. Variasi jarak antar krib (L/l) = 4, 6, dan 8; variasi permeabilitas krib (pk) = 0%, 20%, 40% dan 60%.	Pada panjang krib dan jarak krib yang sama, menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu berkurangnya ratio gerusan maksimum dengan gerusan maksimum awal (S_{max}/S_{max0} ; dimana S_{max0} adalah kedalaman gerusan maksimum pada krib kedap air tunggal) di sekitar krib seiring dengan bertambahnya permeabilitas krib. Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa ratio kedalaman gerusan yang paling kecil terjadi pada saat permeabilitas krib 60% berkisar 0,12-0,19 kali gerusan maksimum awal (S_{max0}), sesuai dengan perubahan jarak kribnya.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rasio antara RMS U/Um dengan rerata U/Um yang dihasilkan < 5%, sedangkan hasil model SED2D memiliki tingkat kesesuaian yang kecil dengantingkatpenyimpangan mencapai 30%. 2. Hasil simulasi pengaruh pemasangan krib terhadap sedimentasi menunjukkan bahwa semakin besar permeabilitas krib, maka penambahan sedimentasi/ pengendapan yang terjadi antara dua krib akan bertambah bila kondisi ini dibandingkan dengan kondisi dasar saluran sebelum memasuki daerah krib.

2.	<p>Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120^o</p>	<p>Sunaryo Darwizal Daoed Febby Laila Sari, 2010</p>	<p>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 tikungan. Kemudian krib dibuat dari material yang kuat dan tidak tembus air, kecuali aliran yang kecil di pondasi krib. Selanjutnya pengamatan dilakukan terhadap perilaku keruntuhan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan (krib). Jarak dan sudut pemasangan krib serta debit aliran divariasikan dengan beberapa kali percobaan</p>	<p>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°. Volumekeruntuhan cenderung mengecil pada jarak pemasangan krib dirapatkan (10 cm) dan debit yang kecil</p>	<p>Dari pengamatan hasil percobaan dan pengolahan dapat disimpulkan bahwa :</p> <p>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).</p>
----	--	--	--	---	---

3.	Pengaruh Krib Hulu Tipe Permeabel Pada Gerusan Di Belokan Sungai	Hasdaryat mDjufriMary Selintun, Mukhsan Putra Hatta 2012	Saluran menggunakan material pasir dengan diameter butiran rata-rata 0,47 mm, air tawar untuk pengaliran, krib permeabel dari besi tulangan diameter 0,30 cm, alat ukur kecepatan, alat ukur kedalaman aliran, alat ukur perubahan penampang dan peralatan lainnya. Simulasi pengaliran dilakukan sebanyak 36 kali pengaliran, dengan melakukan variasi terhadap debit aliran, sudut belokan dan jarak antar tiang krib permeabel.	Kecepatan aliran yang terjadi pada saluran mengalami perubahan pada sepanjang area penelitian, pada bagian lurus atau hulu belokan pertama, kecepatan aliran relatif sama antara bagian kiri, tengah dan kanan saluran. Kecepatan aliran pada awal memasuki belokan pertama sampai pada daerah transisi mengalami peningkatan pada bagian kanan atau tikungan luar dan mengalami penurunan kecepatan pada bagian kiri atau tikungan dalam, dan sebaliknya pada belokan kedua sampai pada akhir belokan kedua terjadi peningkatan kecepatan pada bagian kiri saluran dan penurunan kecepatan pada bagian kanan.	Pemasangan krib permeabel di hulu belokan berdampak pada pengurangan gerusan di belokan sungai yang terlihat dari volume gerusan sebelum dan sesudah pemasangan krib, hal ini diakibatkan oleh penurunan kecepatan aliran di belakang krib. Pemasangan krib hulu tipe permeabel dengan jarak antar tiang yang kecil lebih efektif dalam pengurangan gerusan, dan dalam hubungannya dengan sudut belokan, pemasangan krib hulu tipe permeabel lebih efektif pada sudut belokan yang besar.
4.	Pengaruh Jarak Antar Krib	Andi Abd. Rahim, Farouk	Rancangan simulasi untuk model dapat dilihat pada gambar Kecepatan aliran	Berdasarkan grafik angka froude dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi pada	Berdasarkan hasil penelitian bahwa dalam pengaturan variasi jarak antar krib yakni pada model tanpa krib

	Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran	Maricar, Silman Pongmanda 2017	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).	penampang sebelum dan setelah pemasangan krib baik model M-1, M-2, maupun M-3 adalah subkritis ($Fr < 1$). Sedangkan pada grafik Reynolds dapat diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi baik sebelum pemasangan model krib maupun model krib M-1, M-2, maupun M-3 adalah turbulen ($Re > 4000$).	maupun menggunakan krib dengan model M-1 (jarak krib 20 cm), model M-2 (jarak krib 40 cm), dan model M-3 (jarak krib 80 cm) berdasarkan angka Froude karakteristik aliran yang terjadi yaitu aliran subkritis. Sementara berdasarkan angka Reynolds karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulen pada titik-titik peninjauan yang telah ditentukan baik pada model tanpa krib maupun model krib M-1, M-2 dan M-3.
5.	Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3	Jeni Paresa, 2015	Rangkaian simulasi yang dilakukan dalam penelitian gerusan di belokan sungai diklasifikasikan dalam 2 kelompok parameter yaitu parameter simulasi dan parameter amatan. Parameter simulasi terdiri dari 3 variasi debit (Q), 3 panjang krib (L) yaitu 1/10 lebar sungai, 1/5 lebar sungai dan 1/3 lebar sungai serta 3 waktu pengaliran (t)	Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran $t = 1800$ detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo) = 0.0462 m ³ dan volume gerusan minimum terjadi pada $L2 = 0,0306$ m ³ . Pada $Q1 = 0,0185$ m ³ /detik pada $Q2 = 0,0161$ maksimum pada kondisi tanpa krib (lo) = 0.0586 m ³ dan volume gerusan minimum terjadi pada $L1 = 0,0460$ m ³ . Setelah debit	Dari studi dapat disimpulkan: 1. Pengaruh pemasangan krib di hulu dapat mengurangi gerusan yang terjadi di belokan sungai yang terlihat dari hasil volume gerusan sebelum dan setelah pemasangan krib dan setelah pemasangan krib. 2. Pengaruh waktu terhadap volume gerusan dan pengaruh panjang krib dengan volume gerusan dibuat dalam grafik dan memperlihatkan pengurangan volume gerusan paling minimum terjadi pada krib dengan

	Lebar Sungai)		yaitu 600 detik, 1200 detik dan 1800 detik.. Sedangkan parameter amatan adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi.	menjadi $Q_3 = 0,0185 \text{ m}^3/\text{det}$ didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (l_0)= 0.0555 m^3 dan volume gerusan minimum terjadi pada $L_1 = 0,0177 \text{ m}^3$	panjang $1/5$ lebar sungai pada waktu $T = 1800$ detik yaitu sebesar $V_s = 0,0177 \text{ m}^3$.
6.	Kajian Gerusan Lokal Pada Ambang Dasar Akibat Variasi Q (Debit), I (Kemiringan) Dan T (Waktu)	Rita Mulyandari 2010	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Jenis aliran yang digunakan pada penelitian ini adalah kondisi <i>live-bed scour</i> . Kedalaman gerusan bertambah secara cepat dan mencapai nilai kesetimbangan ketika jumlah material yang terangkut dari lubang gerusan oleh aliran sama dengan jumlah material yang tersuplai ke dalam lubang gerusan dari hulu.	Analisis data menunjukkan pada pengujian dengan adanya ambang dasar, terjadi gerusan yang cukup besar yang dapat dilihat dari kedalamannya gerusan maksimum yang mencapai 15 cm. Gerusan maksimum ini terjadi karena gerakan pusaran air di sekitar ambang dasar atau yang lebih dikenal sebagai fenomena pusaran tapal kuda (<i>horseshoe vortex</i>).	Berdasarkan hasil penelitian, adanya pelindung sedimen atau ambang dasar saluran lebih menimbulkan gerusan yang besar dibandingkan dengan tanpa adanya ambang dasar. Sehingga adanya ambang dasar saluran berpengaruh terhadap adanya gerusan lokal. Adanya variasi antara Q (debit), I (kemiringan), dan T (waktu) sangat berpengaruh terhadap terjadinya gerusan lokal. Sehingga adanya variasi antara Q (debit), I (kemiringan), dan T (waktu) berpengaruh terhadap terjadinya gerusan lokal di hilir ambang dasar saluran.
7	Analisis Hidrolika Bangunan	Ayu Marlina Humairah,	Pemodelan sungai di laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika	Dari grafik, angka froude yang paling Maksimum terjadi pada sudut	Dari hasil penelitian pemodelan sungai kesimpulan sebagai berikut: Sudut pemasangan krib permeabel

	<p>Krib Permeabel pada Saluran Tanah(Uji Model Laboratorium)</p>	<p>2014</p>	<p>dengan ukuran panjang bak saluran 1200 cm, lebar 300 cm dan tinggi 50 cm, model saluran berbentuk trapesium dengan lebar bawah 10 cm, model saluran mempunyai 1 tikungan sudut 90°, terdapat 5 buah krib permeabel (krib lolos air) pada tikungan, air tidak bersedimen (<i>clear water</i>) dan saluran tidak bercabang. Pengamatan dilakukan sebanyak 9 kali simulasi berdasarkan variasi sudut pemasangan krib permeabel 45°, 90° dan 135° selama 1 jam, 2,5 jam dan 4 jam.</p>	<p>pemasangan krib permeable 45° ke arah hulu aliran. Sedangkan dari sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena kedalaman gerusal lebih kecil dibandingkan dengan sudut pemasangan krib 45° dan 135°</p>	<p>krib 90° lebih baik karena perubahan dasar salurannya lebih kecil yaitu 1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 dibandingkan dengan sudut krib 45° dan 135°. Kedalaman gerusan dengan sudut pemasangan krib permeabel krib 90° juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasinya hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan sudut pemasangan krib permeabel 45° dan 135°.</p>
--	---	-------------	---	--	--

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 pembanding.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu :

- 1) Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari uji simulasi fisik di laboratorium.
- 2) Data sekunder data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun

- 3) dilakukan di tempat yang berkaitan dengan penelitian pengaruh variasi sudut pemasangan bangunan krib permeabel.

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian adalah :

- 1) Variabel Bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain diantaranya adalah Debit Aliran (Q), Luas Penampang Saluran (A), Kemiringan (I), Bentuk Seluran, Sudut Krib ($^{\circ}$) dan Jarak Krib (L).
- 2) Variabel Terikat adalah Variabel yang dipengaruhi variabel lain diantaranya adalah Kecepatan Aliran (V), kedalaman Aliran (Y) dan Volume Gerusan (V_g).

C. Alat dan Bahan

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

1. Alat

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

2. Bahan

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

D. Rancangan Model Penelitian

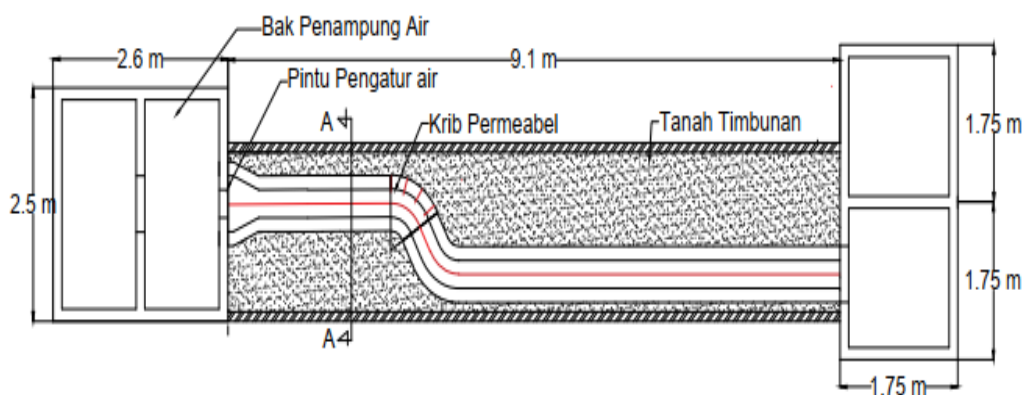
1. Persiapan

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

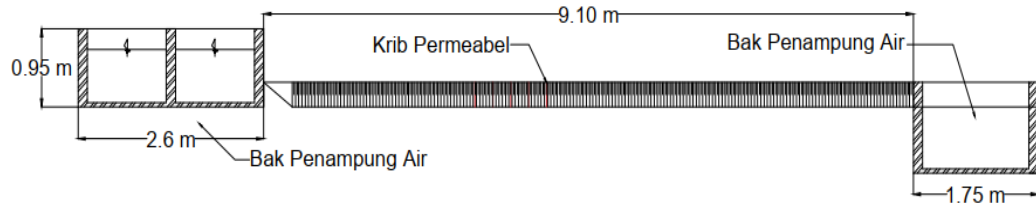


Denah Saluran

Skala 1 cm : 100 cm

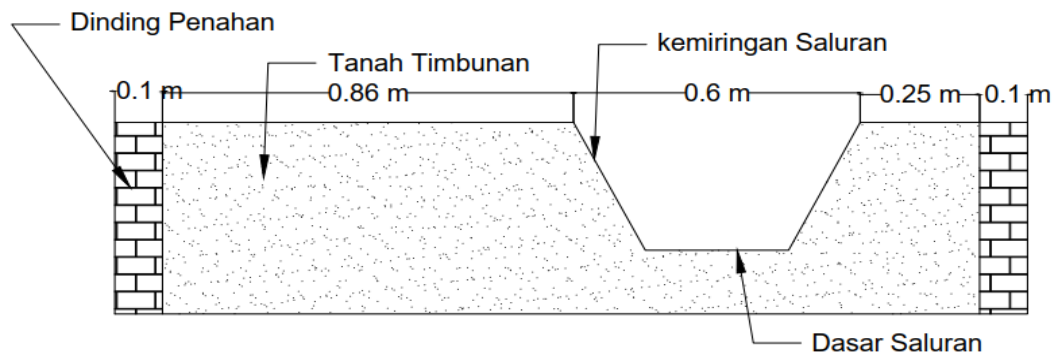
Gambar 12. Denah Saluran

2) Potongan Memanjang Saluran



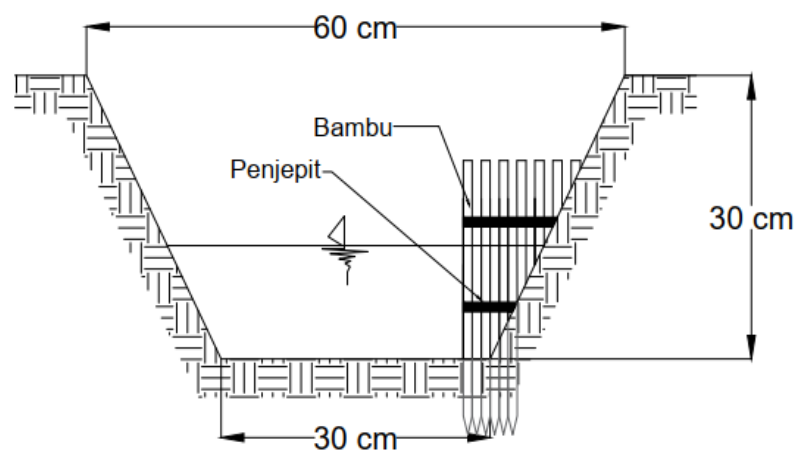
| Potongan Memanjang Saluran
| Skala 1 cm : 100 cm
Gambar 13. Potongan Memanjang Saluran

3) Potongan Melintang Saluran



| Detail Potongan A-A
| Skala 1 cm : 10 cm
Gambar 14. Potongan Melintang Saluran.

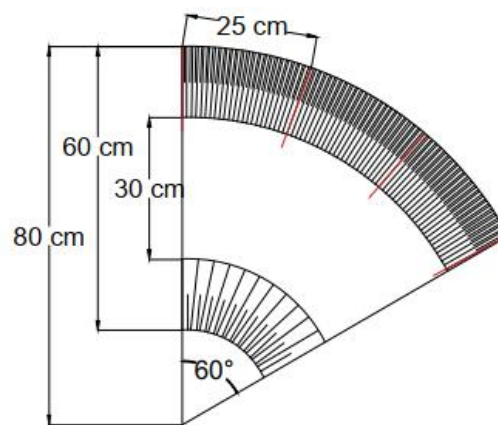
4) Model Krib Permeabel



| Det. Penampang Krib
| Skala 1 Cm : 10 Cm
Gambar 15. Potongan Melintang Krib

5) Sudut Pemasangan Krib Permeabel (Batang Pohon Bambu dan Kayu)

Sudut pemasangan krib permeabel menggunakan 3 (tiga) sudut yang berbeda yaitu sudut 35° , 90° dan 145° . Berikut salah satu contoh gambar pemasangan sudut :



Sudut Pemasangan Krib 90°

Skala 1 cm : 25 cm

Gambar 16. Model Krib Sudut 90°

3. Pembuatan Model

Adapun tahap-tahap pembuatan model yaitu sebagai berikut:

1) Pembuatan model saluran

(1) Pembuatan bak penampungan air.



Gambar 17. Pembuatan Bak Penampung Air

- (2) Pembuatan dimensi saluran dengan bentuk trapesium dengan dimensi saluran yaitu $b = 30$ cm dan $h = 30$ cm serta kemiringan m 1:0.5.



Gambar 18. Dimensi Saluran Trapesium



Gambar 19. Denah Saluran Trapesium

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



1. Sudut tikungan 60°
2. Tinggi mercu krib di atas muka air normal
3. Diameter krib 1 cm
4. Jarak krib 15
5. Panjang krib 10% dari lebar sungai yaitu: $30 \times 10\% = 3,0 \text{ cm}$ atau $0,03 \text{ m}$

Gambar 20. Tikungan Saluran Dengan Krib

- 2) Pembuatan model krib



Gambar 21. Pembuatan Model Krib

- (1) Krib menggunakan batang pohon bambu dengan diameter 1 cm.
- (2) Untuk penempatan dimensi krib didapat menggunakan ketetapan seperti yang terdapat pada bab II mengenai penentuan dimensi krib yang dilakukan pada saat mendapatkan data running kosong, dengan tinggi sedikit diatas muka air normal dan panjang krib adalah 10% dari lebar saluran sungai sehingga didapat dimensi sebagai berikut:
 - a) Tinggi mercu krib (T) = diatas muka air normal
 - b) Panjang krib (Lb) = 10% dari lebar saluran sungai, dimana lebar saluran (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 jarak antara masing-masing krib dengan menggunakan persamaan (5).

4. Pengambilan Data

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

- 1) Data kecepatan aliran (v)

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

disimbolkan dengan (v_1) dan kecepatan aliran setelah melewati bangunan krib (v_2).

2) Data Gerusan

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

5. Metode Analisis

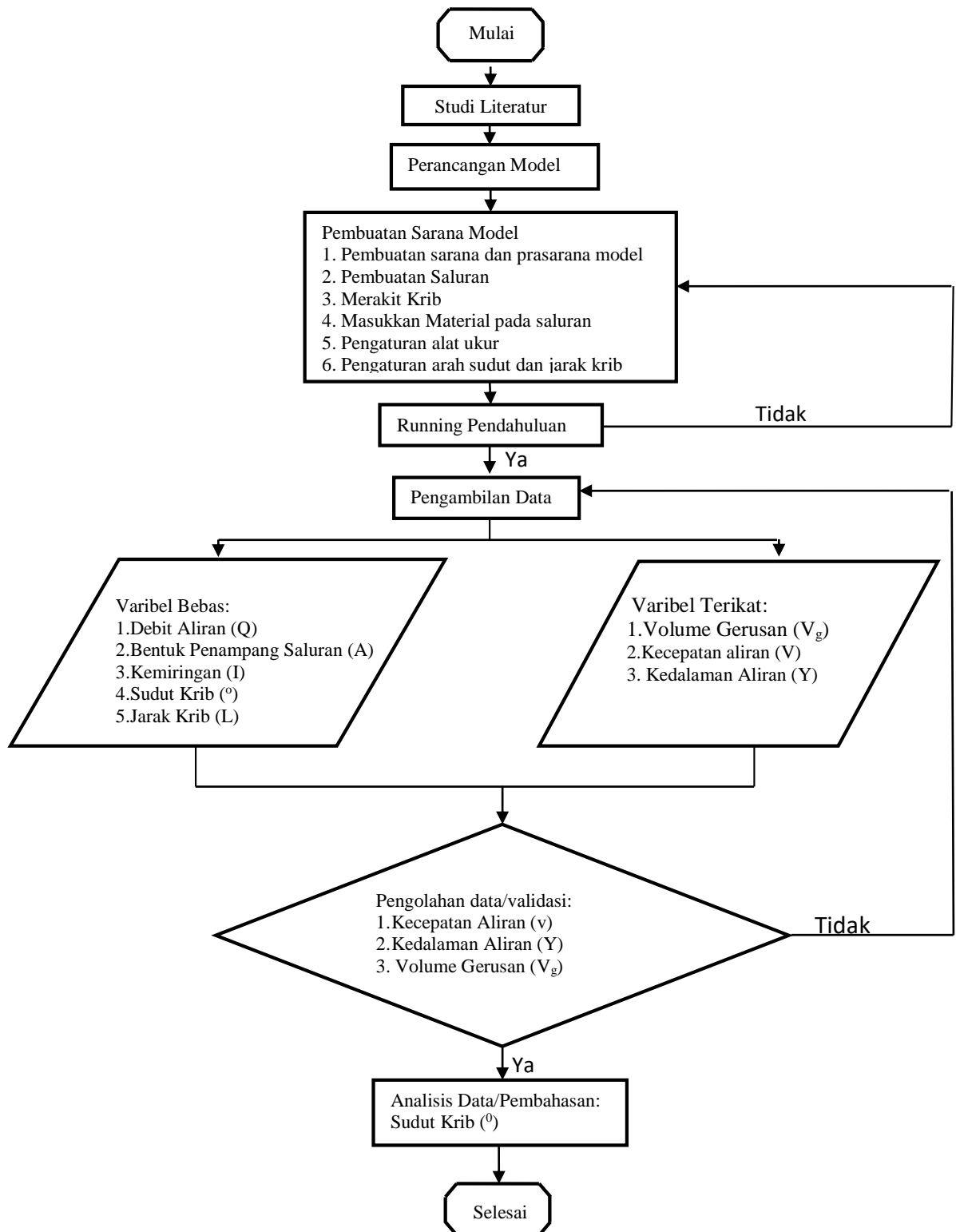
Dalam penelitian ini data-data yang telah diambil seperti data kecepatan aliran data tinggi muka air dengan gerusan diolah dalam bentuk tabel dan kurva, untuk tiap-tiap data dapat digunakan sebagai berikut :

- 1) Kecepatan aliran dijadikan sebagai perbandingan dari pengaruh sudut krib semi permeabel yang digunakan. Selain itu juga mengetahui sifat – sifat aliran menggunakan persamaan (1) dan (2).
- 2) Menentukan koefisien Chezy dengan menggunakan persamaan (6).
- 3) Penentuan Debit aliran menggunakan metode pintu Thomsom (V-Notch) dengan persamaan (4).
- 4) Data volume gerusan (V_g) digunakan untuk menggambarkan profil melintang dan memanjang serta kontur dari saluran pada setiap pemasangan krib 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 permeabel.

E. Bagan Alur Penelitian



Gambar 22. Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Hasil Penelitian

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

Sudut krib semi permeabel, divariasikan yaitu sudut 35° , 90° dan 145°

- 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

B. Karakteristik Material Tanah

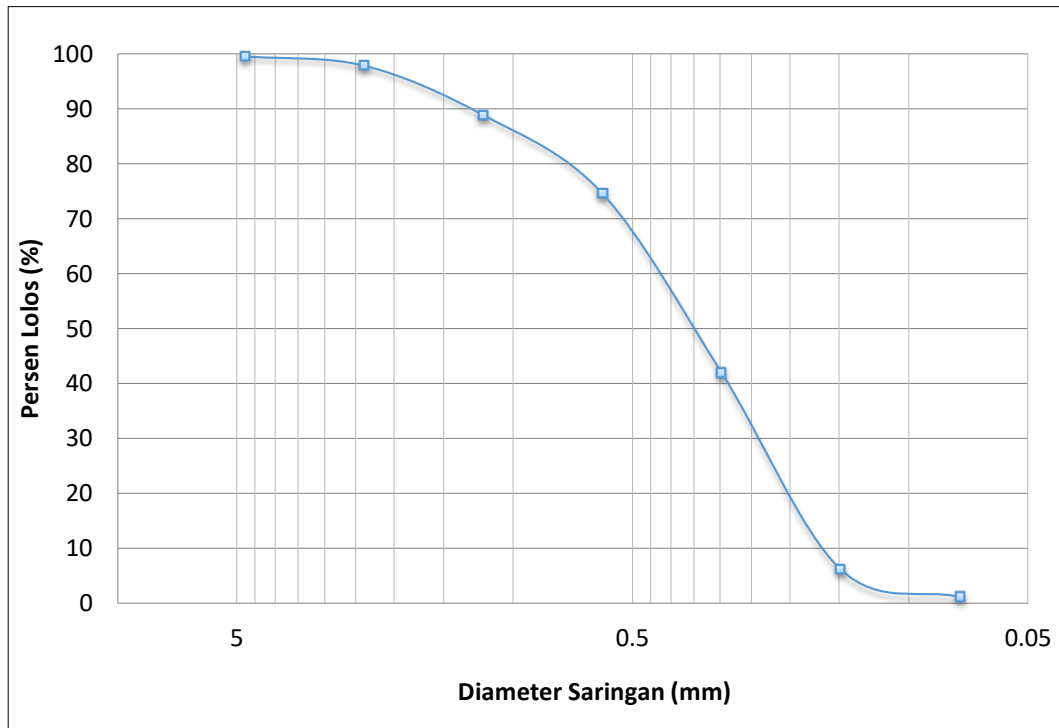
Karakteristik material Tanah digunakan dalam penelitian ini adalah tanah urugan dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dan gradasi ukuran butiran yang disajikan pada tabel 3 dan gambar 23 dibawah ini.

Tabel 3. 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 3 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 23. Gradasi ukuran butiran tanah (sampel)

Pada gambar 23 di atas diperoleh gradasi ukuran butiran tanah yang telah disaring pada berbagai no saringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sand* (tanah berpasir halus) berdasarkan klasifikasi ukuran butir sedimen menurut Wentworth. Dimana diameter partikel *sand* adalah (0,25 – 0,125).

C. Analisis Data Debit Thompson

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

Tabel 4 . Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu Thompson

No.	Tinggi Bukaan Pintu (h) (m)	Koesfisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m ³ /det
1	0,10	0,60	0,00448
2	0,13	0,60	0,00863
3	0,16	0,60	0,01451

D. Karakteristik Aliran Pada Belokan Sungai

1) Perhitungan Bilangan Froude

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

berikut :

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.071	0.30	0.87	0.0051	0.459	0.011	1.038	super kritis
	6	0.076	0.30	0.99	0.0044	0.469	0.009	1.149	super kritis
	9	0.074	0.30	1.06	0.0042	0.466	0.009	1.236	super kritis
0.0086	3	0.079	0.30	0.80	0.0108	0.476	0.023	0.910	sub kritis
	6	0.083	0.30	0.90	0.0096	0.486	0.020	0.996	sub kritis
	9	0.084	0.30	0.83	0.0103	0.489	0.021	0.916	sub kritis
0.0145	3	0.084	0.30	0.77	0.0189	0.489	0.039	0.843	sub kritis
	6	0.084	0.30	0.81	0.0179	0.489	0.037	0.892	sub kritis
	9	0.077	0.30	0.76	0.0192	0.471	0.041	0.872	sub kritis

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan sudut 35°

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.097	0.30	0.69	0.0064	0.516	0.012	0.708	sub kritis
	6	0.096	0.30	0.76	0.0058	0.514	0.011	0.781	sub kritis
	9	0.098	0.30	0.77	0.0057	0.519	0.011	0.783	sup kritis
0.0086	3	0.101	0.30	0.58	0.0149	0.526	0.028	0.580	sub kritis
	6	0.103	0.30	0.60	0.0143	0.531	0.027	0.596	sub kritis
	9	0.108	0.30	0.63	0.0136	0.541	0.025	0.616	sub kritis
0.0145	3	0.106	0.30	0.50	0.0290	0.536	0.054	0.492	sub kritis
	6	0.101	0.30	0.52	0.0278	0.526	0.053	0.525	sub kritis
	9	0.103	0.30	0.58	0.0251	0.531	0.047	0.574	sub kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan sudut 90°

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.093	0.30	0.79	0.0056	0.509	0.011	0.825	sub kritis
	6	0.090	0.30	0.82	0.0054	0.501	0.011	0.875	sub kritis
	9	0.087	0.30	0.83	0.0053	0.494	0.011	0.904	sub kritis
0.0086	3	0.096	0.30	0.67	0.0129	0.514	0.025	0.689	sub kritis
	6	0.101	0.30	0.72	0.0119	0.526	0.023	0.726	sub kritis
	9	0.101	0.30	0.71	0.0121	0.526	0.023	0.714	sub kritis
0.0145	3	0.094	0.30	0.58	0.0251	0.511	0.049	0.601	sub kritis
	6	0.097	0.30	0.58	0.0251	0.516	0.049	0.594	sub kritis
	9	0.098	0.30	0.59	0.0246	0.519	0.047	0.602	sub kritis

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (Fr) untuk pemasangan krib permeabel dengan sudut 145°

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.092	0.30	0.83	0.0053	0.506	0.010	0.877	sub kritis
	6	0.090	0.30	0.91	0.0048	0.501	0.010	0.970	sub kritis
	9	0.093	0.30	0.91	0.0048	0.509	0.009	0.953	sub kritis
0.0086	3	0.092	0.30	0.76	0.0114	0.506	0.022	0.795	sub kritis
	6	0.102	0.30	0.79	0.0109	0.529	0.021	0.788	sub kritis
	9	0.097	0.30	0.77	0.0112	0.516	0.022	0.788	sub kritis
0.0145	3	0.104	0.30	0.68	0.0214	0.534	0.040	0.670	sub kritis
	6	0.077	0.30	0.64	0.0225	0.471	0.048	0.743	sub kritis
	9	0.094	0.30	0.63	0.0229	0.511	0.045	0.658	sub kritis

2) Perhitungan Bilangan Reynold

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

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidroliis (R) m	suhu (C°)	Viskositas m ² /det	Bilangan Reynolds (Fr)	Keterangan
0.0044	3	0.071	0.30	0.87	0.0051	0.459	0.011	29.70	0.000000806	11893.130	transisi
	6	0.076	0.30	0.99	0.0044	0.469	0.009	28.89	0.000000822	11411.412	transisi
	9	0.074	0.30	1.06	0.0042	0.466	0.009	29.34	0.000000813	11600.741	transisi
0.0086	3	0.079	0.30	0.80	0.0108	0.476	0.023	29.33	0.000000813	22195.109	turbulen
	6	0.083	0.30	0.90	0.0096	0.486	0.020	28.76	0.000000825	21436.995	turbulen
	9	0.084	0.30	0.83	0.0103	0.489	0.021	28.87	0.000000823	21385.650	turbulen
0.0145	3	0.084	0.30	0.77	0.0189	0.489	0.039	28.09	0.000000838	35388.059	turbulen
	6	0.084	0.30	0.81	0.0179	0.489	0.037	28.12	0.000000838	35416.226	turbulen
	9	0.077	0.30	0.76	0.0192	0.471	0.041	28.02	0.000000840	36635.289	turbulen

Tabel 10. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib permeabel dengan sudut 35°

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata -rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidroliis (R) m	suhu (C°)	Viskositas m ² /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0.0044	3	0.097	0.30	0.69	0.0064	0.516	0.012	29.489	0.000000810	10521.311	transisi
	6	0.096	0.30	0.76	0.0058	0.514	0.011	28.600	0.000000828	10345.208	transisi
	9	0.098	0.30	0.77	0.0057	0.519	0.011	28.700	0.000000826	10270.900	transisi
0.0086	3	0.101	0.30	0.58	0.0149	0.526	0.028	29.978	0.000000800	20422.369	turbulen
	6	0.103	0.30	0.60	0.0143	0.531	0.027	30.100	0.000000798	20293.253	turbulen
	9	0.108	0.30	0.63	0.0136	0.541	0.025	29.889	0.000000802	19815.624	turbulen
0.0145	3	0.106	0.30	0.50	0.0290	0.536	0.054	28.700	0.000000826	32749.098	turbulen
	6	0.101	0.30	0.52	0.0278	0.526	0.053	28.433	0.000000831	33153.675	turbulen
	9	0.103	0.30	0.58	0.0251	0.531	0.047	28.167	0.000000837	32634.101	turbulen

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	suhu (C°)	Viskositas m ² /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0.0044	3	0.093	0.30	0.79	0.0056	0.509	0.011	29.611	0.000000808	10707.777	tansisi
	6	0.090	0.30	0.82	0.0054	0.501	0.011	28.822	0.000000824	10658.811	tansisi
	9	0.087	0.30	0.83	0.0053	0.494	0.011	28.844	0.000000823	10825.543	tansisi
0.0086	3	0.096	0.30	0.67	0.0129	0.514	0.025	29.456	0.000000811	20646.859	turbulen
	6	0.101	0.30	0.72	0.0119	0.526	0.023	29.878	0.000000802	20371.469	turbulen
	9	0.101	0.30	0.71	0.0121	0.526	0.023	30.000	0.000000800	20433.715	turbulen
0.0145	3	0.094	0.30	0.58	0.0251	0.511	0.049	30.244	0.000000795	35674.900	turbulen
	6	0.097	0.30	0.58	0.0251	0.516	0.049	29.411	0.000000812	34606.062	turbulen
	9	0.098	0.30	0.59	0.0246	0.519	0.047	28.778	0.000000824	33911.147	turbulen

Tabel 12 .Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib permeabel dengan sudut 145°

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu menit (t)	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	suhu (C°)	Viskositas m ² /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0.0044	3	0.092	0.30	0.83	0.0053	0.506	0.010	29.767	0.000000805	10801.934	tansisi
	6	0.090	0.30	0.91	0.0048	0.501	0.010	29.978	0.000000800	10966.561	tansisi
	9	0.093	0.30	0.91	0.0048	0.509	0.009	30.600	0.000000788	10976.528	tansisi
0.0086	3	0.092	0.30	0.76	0.0114	0.506	0.022	30.467	0.000000791	21486.708	turbulen
	6	0.102	0.30	0.79	0.0109	0.529	0.021	30.100	0.000000798	20388.640	turbulen
	9	0.097	0.30	0.77	0.0112	0.516	0.022	29.333	0.000000813	20485.720	turbulen
0.0145	3	0.104	0.30	0.68	0.0214	0.534	0.040	29.633	0.000000807	33662.329	turbulen
	6	0.077	0.30	0.64	0.0225	0.471	0.048	29.544	0.000000809	38013.765	turbulen
	9	0.094	0.30	0.63	0.0229	0.511	0.045	29.289	0.000000814	34837.552	turbulen

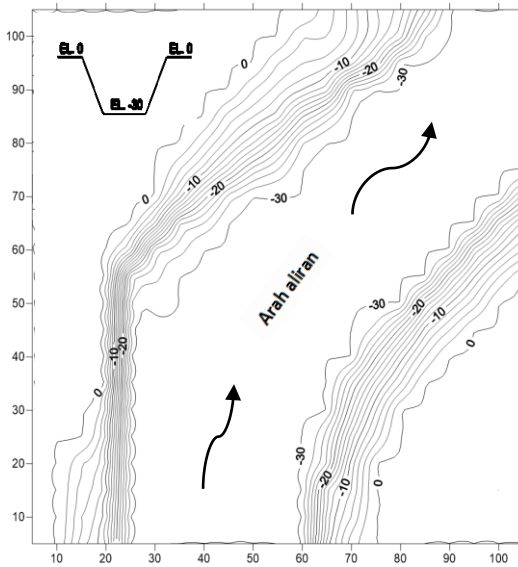
Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynold*

No.	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) (Menit)	Tanpa Pemasangan Krib				Sudut Pemasangan Krib 35°				Sudut Pemasangan Krib 90°				Sudut Pemasangan Krib 145°			
			Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.	Bilangan <i>Froude</i>	Ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket.
1	0.0044	3	1.038	super kritis	11893.13	transisi	0.708	sub kritis	10521.31	transisi	0.825	sub kritis	10707.78	tansisi	0.877	sub kritis	10801.93	tansisi
2		6	1.149	super kritis	11411.41	transisi	0.781	sub kritis	10345.21	transisi	0.875	sub kritis	10658.81	tansisi	0.970	sub kritis	10966.56	tansisi
3		9	1.236	super kritis	11600.74	transisi	0.783	sup kritis	10270.90	transisi	0.904	sub kritis	10825.54	tansisi	0.953	sub kritis	10976.53	tansisi
4	0.0086	3	0.910	sub kritis	22195.11	turbulen	0.580	sub kritis	20422.37	turbulen	0.689	sub kritis	20646.86	turbulen	0.795	sub kritis	21486.71	turbulen
5		6	0.996	sub kritis	21436.99	turbulen	0.596	sub kritis	20293.25	turbulen	0.726	sub kritis	20371.47	turbulen	0.788	sub kritis	20388.64	turbulen
6		9	0.916	sub kritis	21385.65	turbulen	0.616	sub kritis	19815.62	turbulen	0.714	sub kritis	20433.71	turbulen	0.788	sub kritis	20485.72	turbulen
7	0.0145	3	0.843	sub kritis	35388.06	turbulen	0.492	sub kritis	32749.10	turbulen	0.601	sub kritis	35674.90	turbulen	0.670	sub kritis	33662.33	turbulen
8		6	0.892	sub kritis	35416.23	turbulen	0.525	sub kritis	33153.67	turbulen	0.594	sub kritis	34606.06	turbulen	0.743	sub kritis	38013.77	turbulen
9		9	0.872	sub kritis	36635.29	turbulen	0.574	sub kritis	32634.10	turbulen	0.602	sub kritis	33911.15	turbulen	0.658	sub kritis	34837.55	turbulen

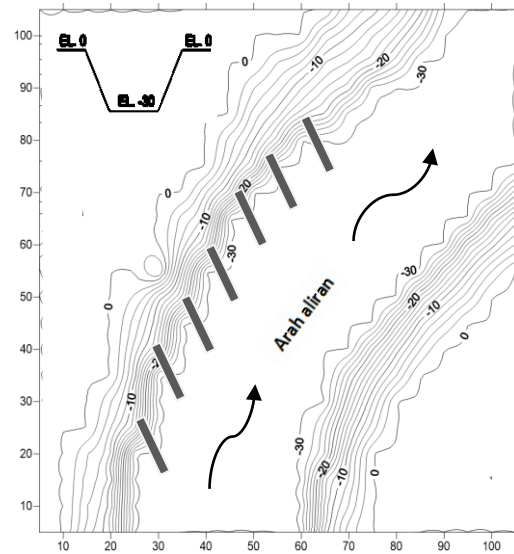
E. Kontur Pola Gerusan pada Pemasangan Sudut Krib Permeabel

Adapun Kontur pola gerusan Pengaliran tanpa krib dengan menggunakan krib adalah sebagai berikut :

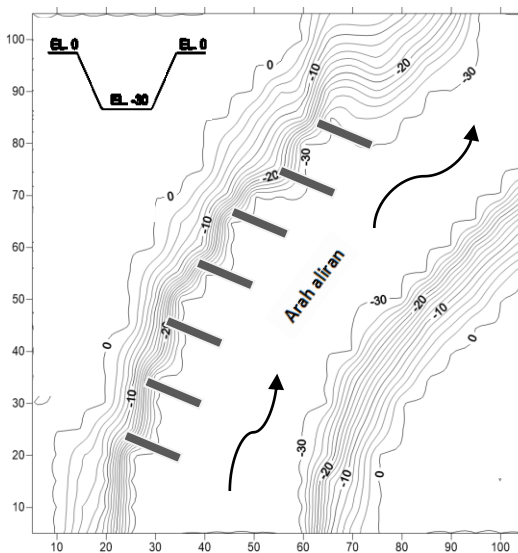
1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1



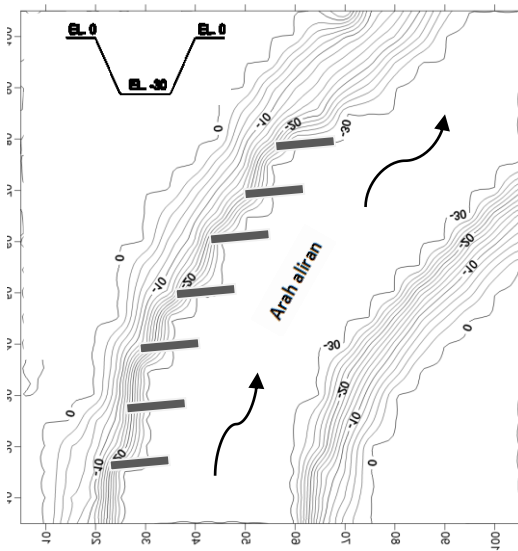
Gambar 24. Kontur Tanpa Krib



Gambar 25. Kontur dengan Krib Sudut 35°



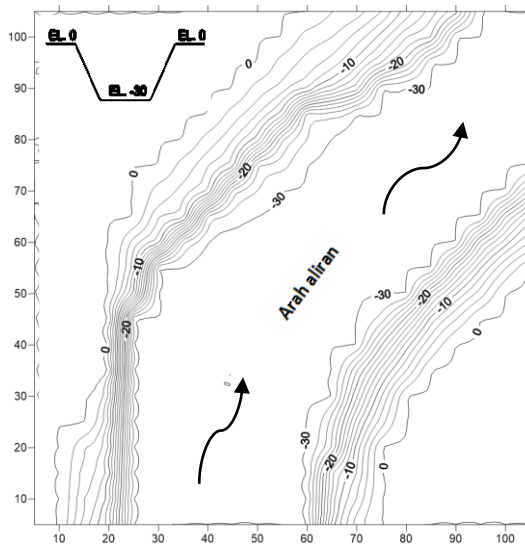
Gambar 26. Kontur dengan Krib Sudut 90°



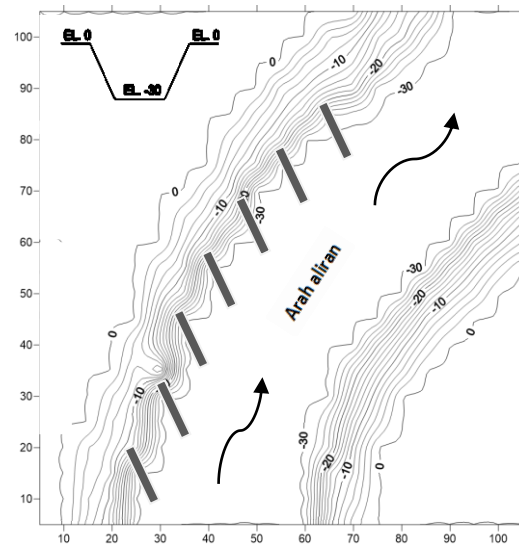
Gambar 27. Kontur dengan Krib Sudut 145°

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan sudut yaitu 35° , 90° dan 145° . Dimana perubahan pola gerusan terkecil adalah sudut 145° dengan nilai gerusan 0.00330 m^3 . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah sudut 35° dengan nilai gerusan 0.00524 m^3

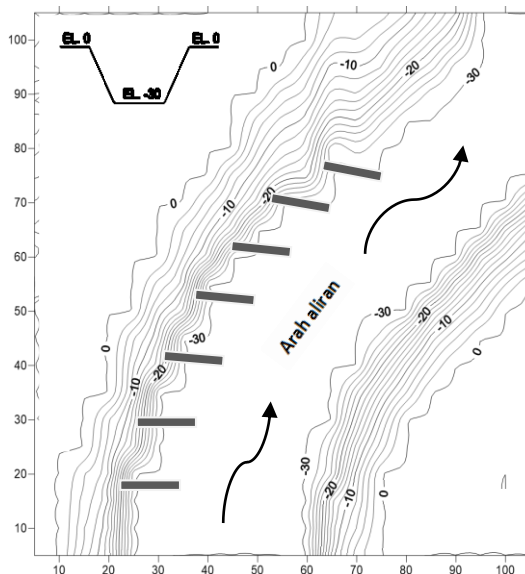
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2



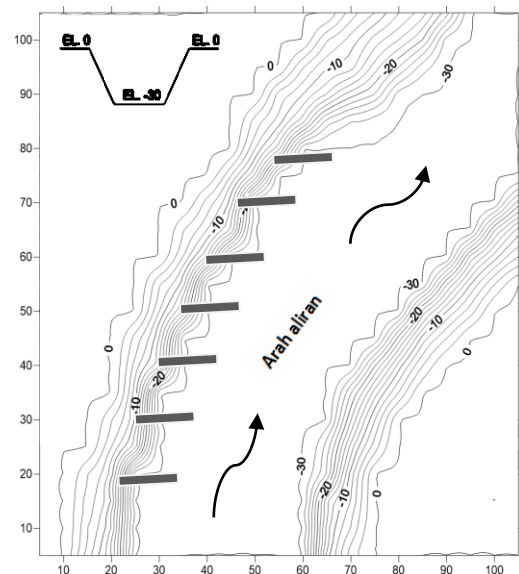
Gambar 28. Kontur Tanpa Krib



Gambar 39. Kontur dengan Krib Sudut 35°



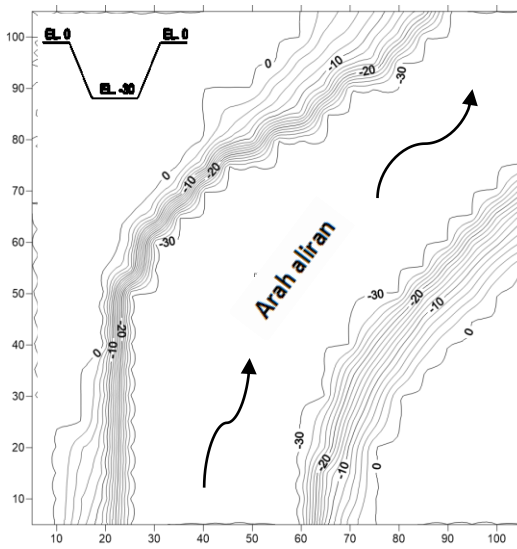
Gambar 30. Kontur dengan Krib Sudut 90°



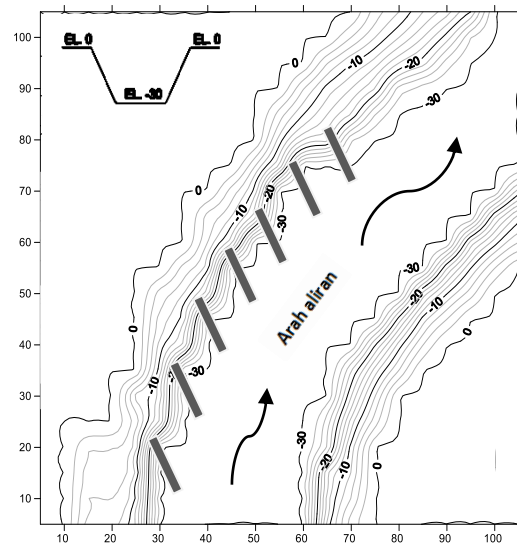
Gambar 31. Kontur dengan Krib Sudut 145°

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan sudut yaitu 35° , 90° dan 145° . Dimana perubahan pola gerusan terkecil adalah sudut 145° dengan nilai gerusan 0.00347 m^3 . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah sudut 35° dengan nilai gerusan 0.00540 m^3 .

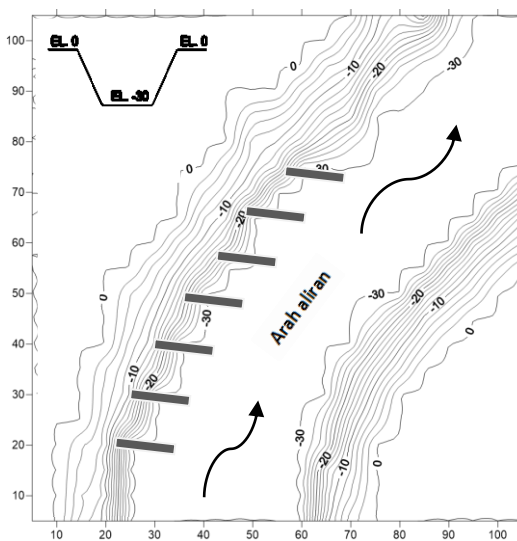
3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3



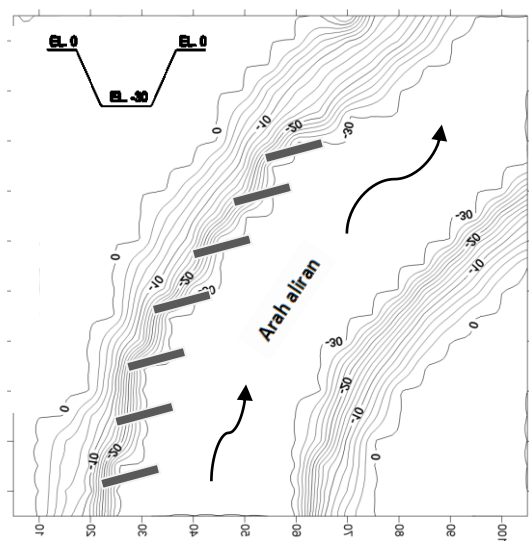
Gambar 32. Kontur Tanpa dengan Krib



Gambar 33. Kontur dengan Krib Sudut 35°



Gambar 34. Kontur dengan Krib Sudut 90°



Gambar 35. Kontur dengan Krib Sudut 145°

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara pola gerusan tanpa krib dan pola gerusan dengan sudut yaitu 35° , 90° dan 145° . Dimana perubahan pola gerusan terkecil adalah sudut 145° dengan nilai gerusan 0.00430 m^3 . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah sudut 35° dengan nilai gerusan 0.00567 m^3 .

F. Pengaruh Sudut Pemasangan Krib Permeabel

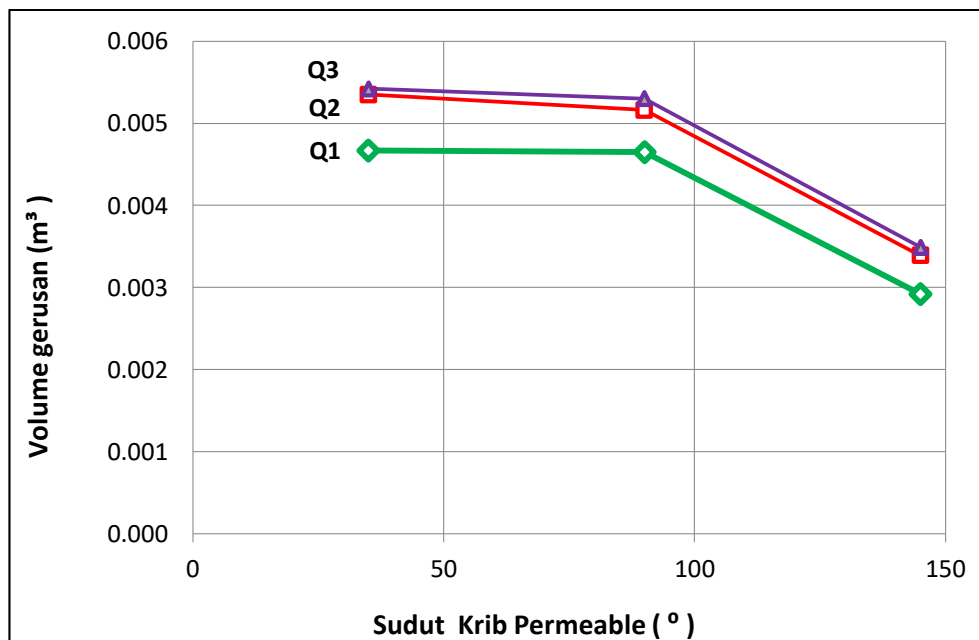
1) Hubungan Volume Gerusan dengan Sudut Krib Permeabel

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan volume gerusan dengan sudut pemasangan krib permeabel yang diperlihatkan pada tabel 14 berikut ini.

Tabel 14. Rekapitulasi volume gerusan dengan sudut krib permeabel

No.	Sudut ($^{\circ}$)	Debit (Q) (m^3/det)	Waktu (t) (Menit)	Volume Gerusan (Vg) (m^3)
1	35	0.0044	t1 = 3.00	0.00467
2			t2 = 6.00	0.00514
3			t3 = 9.00	0.00524
4		0.0086	t1 = 3.00	0.00535
5			t2 = 6.00	0.00538
6			t3 = 9.00	0.00540
7		0.0145	t1 = 3.00	0.00542
8			t2 = 6.00	0.00549
9			t3 = 9.00	0.00567
10	90	0.0044	t1 = 3.00	0.00465
11			t2 = 6.00	0.00477
12			t3 = 9.00	0.00510
13		0.0086	t1 = 3.00	0.00516
14			t2 = 6.00	0.00526
15			t3 = 9.00	0.00529
16		0.0145	t1 = 3.00	0.00530
17			t2 = 6.00	0.00536
18			t3 = 9.00	0.00557

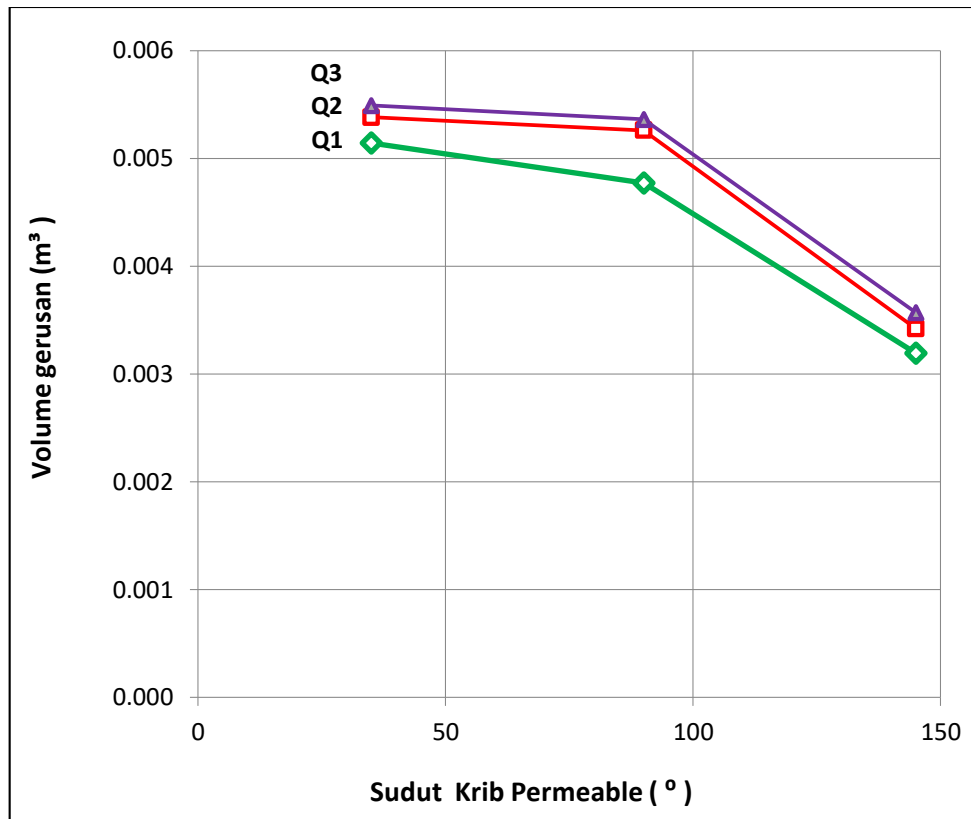
19	145	0.0044	t1 = 3.00	0.00292
20			t2 = 6.00	0.00319
21			t3 = 9.00	0.00330
22		0.0086	t1 = 3.00	0.00339
23			t2 = 6.00	0.00342
24			t3 = 9.00	0.00347
25		0.0145	t1 = 3.00	0.00349
26			t2 = 6.00	0.00357
27			t3 = 9.00	0.00430



Gambar 36. Hubungan volume gerusan dengan sudut krib pengaliran 3 menit

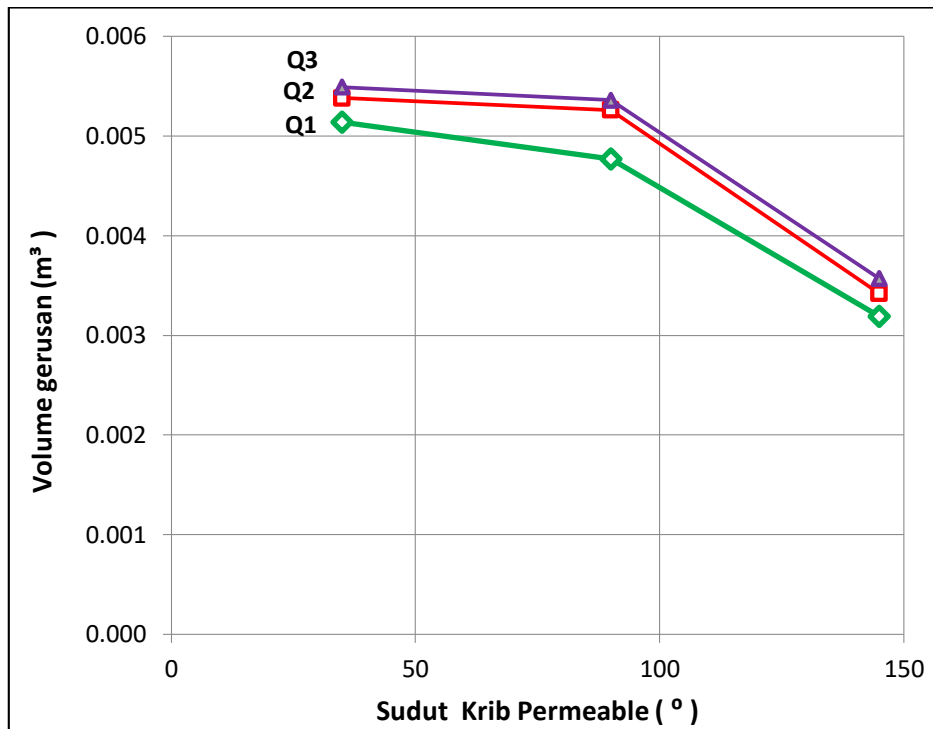
Pada gambar diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib yaitu sudut 145° dengan nilai gerusan yaitu 0.00349 m^3 , maka pemasangan sudut 145° sangat baik dalam mengatur arah aliran sehingga dapat mengurangi volume gerusan pada tebing saluran. Jadi

semakin besar sudut pemasangan krib maka semakin kecil pula kemungkinan terjadinya gerusan pada tebing saluran.



Gambar 37. Hubungan volume gerusan dengan sudut krib Pengaliran 6 menit

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib yaitu sudut 145° dengan nilai gerusan yaitu 0.00357 m^3 , maka pemasangan sudut 145° sangat baik dalam mengatur arah aliran sehingga dapat mengurangi volume gerusan pada tebing saluran. Jadi semakin besar sudut pemasangan krib maka semakin kecil pula kemungkinan terjadinya gerusan pada tebing saluran.



Gambar 38. Hubungan volume gerusan dengan sudut krib pengaliran 9 menit

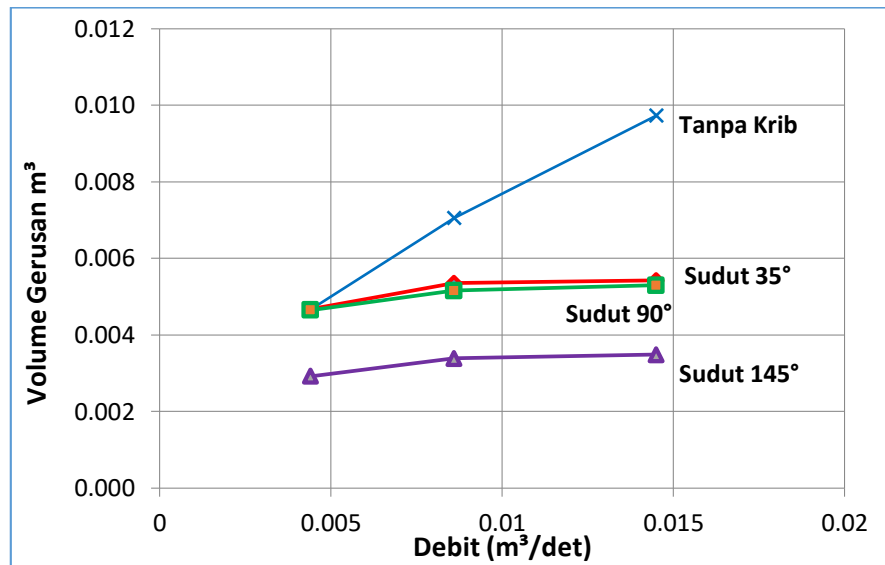
Pada gambar diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib permeabel terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib yaitu sudut 145° dengan nilai gerusan yaitu 0.00430 m^3 , maka pemasangan sudut 145° sangat baik dalam mengatur arah aliran sehingga dapat mengurangi volume gerusan pada tebing saluran. Jadi semakin besar sudut pemasangan krib maka semakin kecil pula kemungkinan terjadinya gerusan pada tebing saluran.

2) Hubungan Volume Gerusan dengan Debit Aliran (Q)

Berdasarkan dari data hasil peneliatian di dapatkan tabel hubungan antara volume gerusan dengan debit aliran berikut ini :

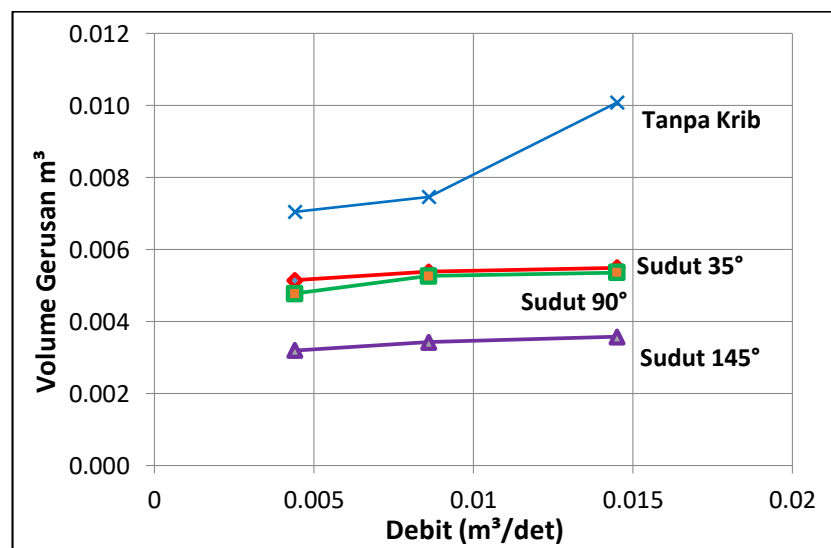
Tabel 15. Rekapitulasi volume gerusan dengan debit aliran

No.	Sudut (°)	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (Menit)	Volume Gerusan (Vg) (m ³)
1	Tanpa Krib	0.0044	t1 = 3,00	0.00466
2			t2 = 6,00	0.00705
3			t3 = 9,00	0.00752
4		0.0086	t1 = 3,00	0.00706
5			t2 = 6,00	0.00746
6			t3 = 9,00	0.00761
7		0.0145	t1 = 3,00	0.00973
8			t2 = 6,00	0.01009
9			t3 = 9,00	0.01170
10	35	0.0044	t1 = 3.00	0.00467
11			t2 = 6.00	0.00514
12			t3 = 9.00	0.00524
13		0.0086	t1 = 3.00	0.00535
14			t2 = 6.00	0.00538
15			t3 = 9.00	0.00540
16		0.0145	t1 = 3.00	0.00542
17			t2 = 6.00	0.00549
18			t3 = 9.00	0.00567
19	90	0.0044	t1 = 3.00	0.00465
20			t2 = 6.00	0.00477
21			t3 = 9.00	0.00510
22		0.0086	t1 = 3.00	0.00516
23			t2 = 6.00	0.00526
24			t3 = 9.00	0.00529
25		0.0145	t1 = 3.00	0.00530
26			t2 = 6.00	0.00536
27			t3 = 9.00	0.00557
28	145	0.0044	t1 = 3.00	0.00292
29			t2 = 6.00	0.00319
30			t3 = 9.00	0.00330
31		0.0086	t1 = 3.00	0.00339
32			t2 = 6.00	0.00342
33			t3 = 9.00	0.00347
34		0.0145	t1 = 3.00	0.00349
35			t2 = 6.00	0.00357
36			t3 = 9.00	0.00430



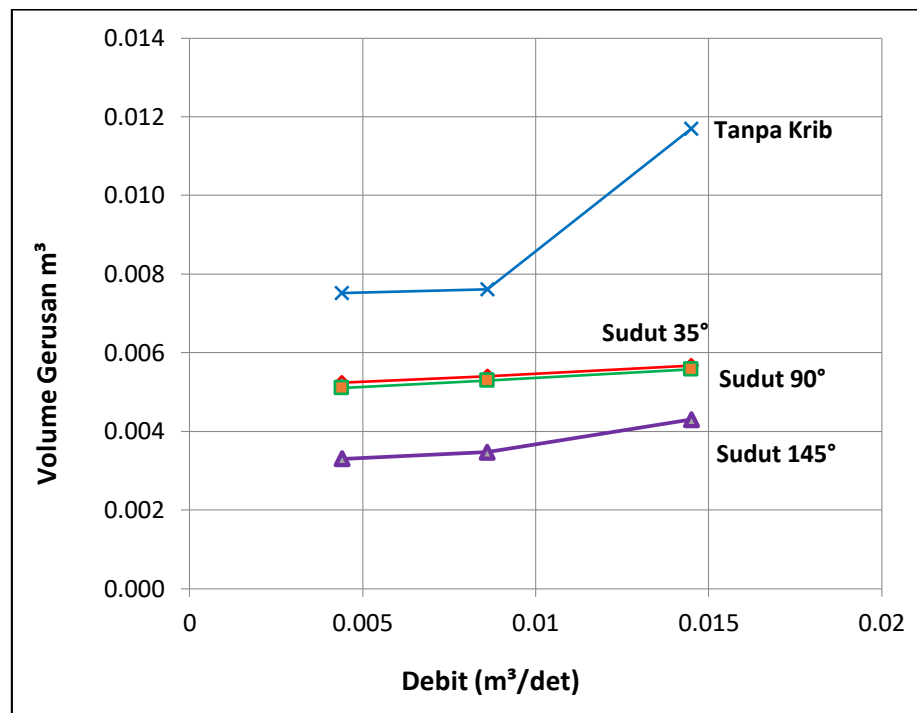
Gambar 39. Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 3 menit

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



Gambar 40. Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 6 menit

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



Gambar 41. Hubungan volume gerusan dengan debit aliran waktu pengaliran 9 menit

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

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

- 1) Berdasarkan perhitungan karakteristik aliran menggunakan rumus bilangan Reynold dan rumus bilangan Froude , maka didapatkan karakteristik aliran untuk bilangan Reynold adalah karakteristik aliran turbulen dan untuk bilangan Froude adalah karakteristik aliran sub kritis.
- 2) Pemasangan sudut krib permeabel berpengaruh terhadap volume gerusan, dimana pemasangan sudut yang paling kecil menghasilkan volume gerusan paling besar dan pemasangan sudut paling besar menghasilkan volume gerusan paling kecil.

B. Saran

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

- 1) Diharapkan untuk selanjutnya penelitian dilakukan pada dua belokan sungai , supaya bisa di perbandingkan antara belokan 1 dan belokan 2.

- 2) Kepadatan material harus dijaga kestabilannya agar didapatkan data yang lebih akurat.
- 3) Perlu juga dilanjutkan dengan mengkaji perlindungan gerusan lokal pada area bangunan krib permeabel.
- 4) Dapat menjadi Bahan Referensi jika ada kasus yang mirip dengan penelitian ini di lapangan.

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 sekat ukur thompson. Sekat Ukur Thompson atau V-notch <http://lifeeofnadya.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
- Sulistiawati Yayu, 2019. *Pengaruh Krib Type Bambu Terhadap Gerusan Dibelokan Tebing Sungai (Studi Exprimental)*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Sunaryo dkk, 2010. *Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120° (Jurnal)*, Univrsitas 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.Semarang

Lampiran 1

TABEL PENGAMBILAN DATA

1) Data hasil penelitian tanpa krib permeabel

No.	Tanpa Krib (°)	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (menit)	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) (m ³)
				Kecepatan (V) (m/det)			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	Uji Tanpa Krib / Pendahuluan	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0.10	0.60	2.10	0.06	0.06	0.10	31.9	31.2	30.1	0.00466
2				0.10	0.30	1.20	0.05	0.07	0.11	29.6	29.4	29.0	
3				0.30	1.40	1.70	0.08	0.05	0.06	28.7	28.7	28.7	
4			t2 = 6	0.10	0.50	2.00	0.06	0.07	0.10	29.4	29.3	29.0	0.00705
5				0.30	0.50	2.10	0.05	0.06	0.13	28.9	28.9	28.7	
6				0.30	1.40	1.70	0.08	0.06	0.07	28.7	28.6	28.5	
7			t3 = 9	0.10	1.00	2.00	0.06	0.07	0.10	30.2	29.9	29.6	0.00752
8				0.60	0.40	1.60	0.05	0.06	0.12	29.4	29.4	29.1	
9				0.60	1.40	1.80	0.07	0.06	0.08	28.9	28.8	28.8	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0.10	0.70	1.60	0.08	0.08	0.07	30.3	30.2	29.6	0.00706
11				0.40	0.40	1.20	0.07	0.08	0.12	29.2	29.3	29.0	
12				0.20	1.10	1.50	0.08	0.07	0.06	28.9	28.8	28.7	
13			t2 = 6	0.10	1.20	1.50	0.07	0.08	0.07	29.0	29.0	28.8	0.00746
14				0.10	0.50	1.40	0.07	0.08	0.14	28.8	28.8	28.7	
15				0.40	1.30	1.60	0.09	0.08	0.07	28.6	28.6	28.5	
16			t3 = 9	0.10	0.70	1.90	0.08	0.08	0.07	29.6	29.4	28.9	0.00761
17				0.40	0.20	1.40	0.07	0.08	0.14	28.8	28.8	28.7	
18				0.40	1.00	1.40	0.09	0.08	0.07	28.6	28.5	28.5	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0.50	1.00	0.90	0.08	0.08	0.09	28.1	28.0	28.1	0.00973
20				0.40	0.70	0.90	0.07	0.08	0.13	28.1	28.1	28.1	
21				0.40	1.10	1.00	0.08	0.08	0.07	28.1	28.1	28.1	
22			t2 = 6	0.10	1.30	1.20	0.07	0.08	0.07	28.2	28.2	28.1	0.01009
23				0.10	0.80	1.20	0.06	0.09	0.14	28.1	28.1	28.1	
24				0.40	1.10	1.10	0.09	0.09	0.07	28.1	28.1	28.1	
25			t3 = 9	0.10	1.10	1.10	0.07	0.08	0.07	27.9	28.0	28.1	0.01170
26				0.40	0.40	1.10	0.07	0.09	0.11	28.1	28.0	28.0	
27				0.20	1.30	1.10	0.08	0.06	0.06	28.0	28.0	28.1	

2) Data hasil penelitian untuk sudut krib 35°

No .	Sudut Krib (°)	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (menit)	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³
				Kecepatan (V) (m/det)			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	35°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0.1	1.2	1.5	0.07	0.08	0.14	29.7	29.7	29.7	0.00467
2				0.1	1.1	0.1	0.08	0.10	0.10	29.5	29.5	29.4	
3				0.7	1.1	0.3	0.09	0.11	0.10	29.3	29.3	29.3	
4			t2 = 6	0.1	1.5	1.1	0.07	0.08	0.12	28.6	28.6	28.6	0.00514
5				0.2	0.9	0.5	0.07	0.10	0.10	28.6	28.6	28.6	
6				0.3	1.1	1.1	0.10	0.12	0.10	28.6	28.6	28.6	
7			t3 = 9	0.9	1.3	1.1	0.07	0.07	0.12	28.7	28.7	28.7	0.00524
8				0.3	1.3	0.3	0.08	0.10	0.11	28.7	28.7	28.7	
9				0.3	0.8	0.6	0.10	0.12	0.11	28.7	28.7	28.7	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0.1	0.7	0.9	0.08	0.09	0.13	30.2	30.2	30.2	0.00535
11				0.3	1.0	0.3	0.09	0.11	0.10	30.0	29.9	29.9	
12				0.5	1.0	0.4	0.09	0.11	0.11	29.8	29.8	29.8	
13			t2 = 6	0.1	0.3	0.6	0.08	0.08	0.13	30.4	30.4	30.4	0.00538
14				0.1	1.1	1.1	0.08	0.11	0.12	30.1	30.0	30.0	
15				0.3	1.3	0.5	0.10	0.12	0.11	29.9	29.9	29.8	
16			t3 = 9	0.3	0.5	1.1	0.09	0.09	0.15	30.3	30.2	29.8	0.00540
17				0.3	1.2	0.5	0.09	0.11	0.11	29.8	29.8	29.8	
18				0.3	1.0	0.5	0.10	0.12	0.11	29.7	29.8	29.8	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0.1	0.3	0.6	0.08	0.09	0.13	28.7	28.7	28.7	0.00542
20				0.2	1.1	0.4	0.09	0.12	0.11	28.7	28.7	28.7	
21				0.4	0.9	0.5	0.10	0.11	0.12	28.7	28.7	28.7	
22			t2 = 6	0.1	0.6	0.9	0.09	0.08	0.13	28.4	28.4	28.4	0.00549
23				0.1	0.8	0.3	0.12	0.09	0.11	28.4	28.4	28.4	
24				0.3	0.9	0.7	0.08	0.10	0.11	28.5	28.5	28.5	
25			t3 = 9	0.1	0.6	0.9	0.08	0.09	0.13	28.1	28.1	28.1	0.00567
26				0.1	1.0	0.6	0.09	0.12	0.11	28.2	28.2	28.2	
27				0.4	1.0	0.5	0.09	0.11	0.11	28.2	28.2	28.2	

3) Data hasil penelitian untuk sudut krib 90°

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m						
1	90°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0.6	1.1	1.5	0.11	0.05	0.12	30.1	30.0	29.8	0.00465
2				0.4	0.9	0.6	0.06	0.09	0.12	29.6	29.6	29.5	
3				0.2	0.9	0.9	0.09	0.11	0.09	29.3	29.3	29.3	
4			t2 = 6	0.8	1.1	1.2	0.05	0.05	0.10	28.9	28.9	28.9	0.00477
5				0.1	1.2	0.8	0.09	0.11	0.11	28.8	28.8	28.8	
6				0.3	1.1	0.8	0.09	0.11	0.10	28.7	28.8	28.8	
7			t3 = 9	1.1	2.1	1.1	0.06	0.09	0.10	29.1	29.0	28.9	0.00510
8				0.2	1.2	0.1	0.06	0.09	0.11	28.9	28.8	28.7	
9				0.4	0.6	0.7	0.08	0.09	0.10	28.8	28.7	28.7	
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0.1	1.1	1.1	0.07	0.09	0.14	29.6	29.6	29.6	0.00516
11				0.3	1.1	0.3	0.09	0.11	0.10	29.5	29.4	29.4	
12				0.5	1.1	0.4	0.08	0.10	0.08	29.4	29.3	29.3	
13			t2 = 6	0.5	0.7	0.9	0.07	0.10	0.14	30.0	30.0	30.0	0.00526
14				0.6	1.0	0.3	0.09	0.12	0.10	29.9	29.8	29.8	
15				0.9	1.1	0.5	0.09	0.10	0.10	29.8	29.8	29.8	
16			t3 = 9	0.1	0.7	0.9	0.08	0.08	0.15	30.2	30.2	30.2	0.00529
17				0.3	0.8	0.9	0.09	0.11	0.11	30.0	30.0	30.0	
18				0.6	1.3	0.8	0.09	0.10	0.10	29.8	29.8	29.8	
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0.1	0.3	0.6	0.08	0.08	0.12	30.3	30.3	30.2	0.00530
20				0.6	1.1	0.6	0.09	0.11	0.09	30.2	30.3	30.3	
21				0.7	0.6	0.6	0.08	0.10	0.10	30.2	30.2	30.2	
22			t2 = 6	0.1	0.5	0.6	0.08	0.09	0.12	29.7	29.6	29.5	0.00536
23				0.2	1.2	0.2	0.09	0.11	0.10	29.4	29.3	29.3	
24				0.7	1.2	0.5	0.08	0.10	0.10	29.3	29.3	29.3	
25			t3 = 9	0.1	0.3	0.8	0.08	0.08	0.14	28.8	28.8	28.8	0.00557
26				0.5	1.1	0.3	0.09	0.10	0.10	28.8	28.8	28.8	
27				0.7	1.1	0.4	0.08	0.11	0.10	28.7	28.7	28.8	

4) Data hasil penelitian untuk sudut krib 145°

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter						Suhu °C			Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter			Kedalaman Aliran (Y) m							
1	145°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0.3	0.7	0.9	0.06	0.08	0.14	30.0	30.1	30.1	0.00292	
2				0.6	1.3	1.4	0.07	0.09	0.10	29.7	29.6	29.6		
3				0.8	0.9	0.6	0.09	0.10	0.10	29.6	29.6	29.6		
4			t2 = 6	0.3	1.8	1.4	0.06	0.07	0.14	30.8	30.5	30.2		0.00319
5				0.3	1.1	1.4	0.07	0.09	0.12	30.7	29.9	29.0		
6				0.4	0.7	0.8	0.08	0.09	0.09	29.6	29.5	29.6		
7			t3 = 9	0.3	0.9	1.0	0.06	0.08	0.12	31.0	30.8	30.7		0.00330
8				0.3	1.2	1.8	0.09	0.10	0.11	30.6	30.6	30.5		
9				1.2	1.0	0.5	0.09	0.09	0.10	30.5	30.4	30.3		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	0.1	0.9	1.1	0.08	0.09	0.14	31.6	30.6	30.5	0.00339	
11				0.3	1.3	0.7	0.07	0.11	0.09	30.3	30.3	30.2		
12				0.5	1.2	0.7	0.08	0.09	0.08	30.2	30.2	30.3		
13			t2 = 6	0.1	0.9	1.2	0.09	0.10	0.15	30.5	30.4	30.3	0.00342	
14				0.7	0.9	0.9	0.10	0.11	0.09	30.1	30.0	29.9		
15				0.9	1.2	0.3	0.08	0.10	0.10	29.9	29.9	29.9		
16			t3 = 9	0.1	0.5	0.8	0.08	0.09	0.11	29.4	29.4	29.4	0.00347	
17				0.5	1.2	0.9	0.10	0.09	0.10	29.3	29.3	29.3		
18				0.8	1.2	0.9	0.09	0.10	0.11	29.3	29.3	29.3		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	0.1	0.3	0.5	0.10	0.10	0.15	29.8	29.8	29.8	0.00349	
20				0.8	1.3	0.6	0.08	0.12	0.10	29.6	29.6	29.6		
21				0.7	1.0	0.8	0.09	0.10	0.10	29.5	29.5	29.5		
22			t2 = 6	0.6	0.9	1.1	0.08	0.09	0.10	29.6	29.6	29.6	0.00357	
23				0.5	0.8	0.6	0.05	0.08	0.08	29.6	29.5	29.5		
24				0.1	0.6	0.6	0.06	0.08	0.07	29.5	29.5	29.5		
25			t3 = 9	0.1	0.6	0.9	0.10	0.09	0.10	29.5	29.4	29.3	0.00430	
26				0.5	1.2	0.4	0.09	0.10	0.09	29.3	29.3	29.2		
27				0.7	1.0	0.3	0.08	0.10	0.10	29.2	29.2	29.2		

Lampiran 2

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	-30	-27	-16	-9	-5	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-23	-14	-8	-4	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-20	-11	-7	-4	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-20	-10	-6	-4	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-13	-7	-4	-3
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-11	-7	-7
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-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	-30	-9	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-7	-5	-3	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-8	-6	-3	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-25	-9	-6	-3	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-26	-11	-6	-3	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-24	-11	-5	-3	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-27	-8	-5	-3	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-13	-7	-4	-2
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-11	-7	-3
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-27	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-6
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-16	-11
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-10	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-11	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-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

Kedalaman Gerusan dengan pemasangan krib Sudut 35°

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

Kedalaman Gerusan dengan pemasangan krib Sudut 90°

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

Kedalaman Gerusan dengan pemasangan krib Sudut 145°

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

Topografi Debit Q2 =0,0086 m3/det																					
Pengaliran 9 menit																					
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-14	-12	-10	-9	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-30	-13	-10	-9	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-12	-8	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-11	-6	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-14	-8	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-9	-7	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-15	-10	-6	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-14	-10	-6	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-28	-19	-11	-9	-5
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-17	-13	-8
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-22	-16	-12
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-20	-15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-29	-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 =0,0145 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-7	-6	-5	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-12	-9	-8	-7	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-30	-30	-30	-16	-12	-10	-8	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-11	-8	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-13	-10	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-18	-12	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-11	-6	0	0	0	0	0	0
10	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-17	-12	-9	-5	0	0	0	0
11	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-10	-7	0	0	0
12	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-16	-12	-7	0	0
13	-11	-13	-14	-24	-25	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-19	-15	-12	-6	0
14	-3	-6	-8	-9	-13	-18	-22	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-21	-15	-10	6
15	0	0	0	0	-5	-8	-13	-20	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-19	-14	-10
16	0	0	0	0	0	0	-6	-11	-19	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-26	-18	-14
17	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-17	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-24	-20
18	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-10	-18	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-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

Lampiran 3

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

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

Tahap Penelitian : Pengaliran Tanpa Krib

Hari/Tanggal : 20 November 2018

No.	tanpa Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³
				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 :

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

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

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

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Sudut Krib 35°

Hari/Tanggal : 24 November 2018

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m			
1	35°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.93	Y0 = 0.097	29.7	0.00467	
2				V1 = 0.43	Y1 = 0.093	29.5		
3				V2 = 0.70	Y2 = 0.100	29.3		
4			t2 = 6	V0 = 0.90	Y0 = 0.090	28.6		0.00514
5				V1 = 0.53	Y1 = 0.090	28.6		
6				V2 = 0.83	Y2 = 0.107	28.6		
7			t3 = 9	V0 = 1.10	Y0 = 0.087	28.7		0.00524
8				V1 = 0.63	Y1 = 0.097	28.7		
9				V2 = 0.57	Y2 = 0.110	28.7		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.57	Y0 = 0.100	30.2	0.00535	
11				V1 = 0.53	Y1 = 0.100	29.9		
12				V2 = 0.63	Y2 = 0.103	29.8		
13			t2 = 6	V0 = 0.33	Y0 = 0.097	30.4	0.00538	
14				V1 = 0.77	Y1 = 0.103	30.0		
15				V2 = 0.70	Y2 = 0.110	29.9		
16			t3 = 9	V0 = 0.63	Y0 = 0.110	30.1	0.00540	
17				V1 = 0.67	Y1 = 0.103	29.8		
18				V2 = 0.60	Y2 = 0.110	29.8		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.33	Y0 = 0.100	28.7	0.00542	
20				V1 = 0.57	Y1 = 0.107	28.7		
21				V2 = 0.60	Y2 = 0.110	28.7		
22			t2 = 6	V0 = 0.53	Y0 = 0.100	28.4	0.00549	
23				V1 = 0.40	Y1 = 0.107	28.4		
24				V2 = 0.63	Y2 = 0.097	28.5		
25			t3 = 9	V0 = 0.53	Y0 = 0.100	28.1	0.00567	
26				V1 = 0.57	Y1 = 0.107	28.2		
27				V2 = 0.63	Y2 = 0.103	28.2		

Keterangan Rumus :

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

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

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

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Sudut Krib 90°

Hari/Tanggal : 23 November 2018

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m			
1	90°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 1.07	Y0 = 0.093	30.0	0.00465	
2				V1 = 0.63	Y1 = 0.090	29.6		
3				V2 = 0.67	Y2 = 0.097	29.3		
4			t2 = 6	V0 = 1.03	Y0 = 0.067	28.9		0.00477
5				V1 = 0.70	Y1 = 0.103	28.8		
6				V2 = 0.73	Y2 = 0.100	28.8		
7			t3 = 9	V0 = 1.43	Y0 = 0.083	29.0		0.0051
8				V1 = 0.50	Y1 = 0.087	28.8		
9				V2 = 0.57	Y2 = 0.090	28.7		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.77	Y0 = 0.100	29.6	0.00516	
11				V1 = 0.57	Y1 = 0.100	29.4		
12				V2 = 0.67	Y2 = 0.087	29.3		
13			t2 = 6	V0 = 0.70	Y0 = 0.103	30.0	0.00526	
14				V1 = 0.63	Y1 = 0.103	29.8		
15				V2 = 0.83	Y2 = 0.097	29.8		
16			t3 = 9	V0 = 0.57	Y0 = 0.103	30.2	0.00529	
17				V1 = 0.67	Y1 = 0.103	30.0		
18				V2 = 0.90	Y2 = 0.097	29.8		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.33	Y0 = 0.093	30.3	0.0053	
20				V1 = 0.77	Y1 = 0.097	30.3		
21				V2 = 0.63	Y2 = 0.093	30.2		
22			t2 = 6	V0 = 0.40	Y0 = 0.097	29.6	0.00536	
23				V1 = 0.53	Y1 = 0.100	29.3		
24				V2 = 0.80	Y2 = 0.093	29.3		
25			t3 = 9	V0 = 0.40	Y0 = 0.100	28.8	0.00557	
26				V1 = 0.63	Y1 = 0.097	28.8		
27				V2 = 0.73	Y2 = 0.097	28.7		

Keterangan Rumus :

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

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

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

Tahap Penelitian : Pengaliran dengan Sudut Krib 145°

Hari/Tanggal : 23 November 2018

No.	Sudut Krib (°)	Debit (Q) m ³ /det	Waktu (t) menit	Data yang diukur dalam satuan meter		Suhu (°)	Volume Gerusan (Vg) m ³	
				Kecepatan (V) meter	Kedalaman Aliran (Y) m			
1	145°	Q1 = 0.0044	t1 = 3	V0 = 0.63	Y0 = 0.093	30.1	0.00292	
2				V1 = 1.10	Y1 = 0.087	29.6		
3				V2 = 0.77	Y2 = 0.097	29.6		
4			t2 = 6	V0 = 1.17	Y0 = 0.090	30.5		0.00319
5				V1 = 0.93	Y1 = 0.093	29.9		
6				V2 = 0.63	Y2 = 0.087	29.6		
7			t3 = 9	V0 = 0.73	Y0 = 0.087	30.8		0.0033
8				V1 = 1.10	Y1 = 0.100	30.6		
9				V2 = 0.90	Y2 = 0.093	30.4		
10		Q2 = 0.0086	t1 = 3	V0 = 0.70	Y0 = 0.103	30.9	0.00339	
11				V1 = 0.77	Y1 = 0.090	30.3		
12				V2 = 0.80	Y2 = 0.083	30.2		
13			t2 = 6	V0 = 0.73	Y0 = 0.113	30.4	0.00342	
14				V1 = 0.83	Y1 = 0.100	30.0		
15				V2 = 0.80	Y2 = 0.093	29.9		
16			t3 = 9	V0 = 0.47	Y0 = 0.093	29.4	0.00347	
17				V1 = 0.87	Y1 = 0.097	29.3		
18				V2 = 0.97	Y2 = 0.100	29.3		
19		Q3 = 0.0145	t1 = 3	V0 = 0.30	Y0 = 0.117	29.8	0.00349	
20				V1 = 0.90	Y1 = 0.100	29.6		
21				V2 = 0.83	Y2 = 0.097	29.5		
22			t2 = 6	V0 = 0.87	Y0 = 0.090	29.6	0.00357	
23				V1 = 0.63	Y1 = 0.070	29.5		
24				V2 = 0.43	Y2 = 0.070	29.5		
25			t3 = 9	V0 = 0.53	Y0 = 0.097	29.4	0.0043	
26				V1 = 0.70	Y1 = 0.093	29.3		
27				V2 = 0.67	Y2 = 0.093	29.2		

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 4

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

Judul :Pengaruh Krib Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Di belokan Tebing Sungai (Studi Eksperimental)

Tahapan Penelitian :Volume Gerusan Tanpa Krib dan dengan pemasangan krib permeabel

Lokasi Penelitian :Depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

No.	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (menit)	Volume Gerusan (Vg) m ³			
			Tanpa Krib	Krib Sudut 35°	Krib Sudut 90°	Krib Sudut 145°
1	Q1 = 0.0044	t1 = 3	0.00466	0.00467	0.00465	0.00292
2						
3						
4		t2 = 6				
5						
6						
7		t3 = 9				
8						
9						
10	Q2 = 0.0086	t1 = 3	0.00706	0.00535	0.00516	0.00339
11						
12						
13		t2 = 6				
14						
15						
16		t3 = 9				
17						
18						
19	Q3 = 0.0145	t1 = 3	0.00973	0.00542	0.0053	0.00349
20						
21						
22		t2 = 6				
23						
24						
25		t3 = 9				
26						
27						

Lampiran 5

Tabel Viskositas Kinematik Sebagai Hubungan Fungsi Suhu

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

Sumber : (Mardjikoen, 1987)

Lampiran 6

1. Penentuan Dimensi Krib

1). Tinggi Krib (T)

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

2). Panjang Krib (Lb)

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

Diketahui :

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

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

2. Perhitungan debit (Q)

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

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

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

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

Dimana : h = 10 cm = 0,1 m

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

1) Perhitungan Reynold dan Froude

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

Pehitungan Luas Penampang (A)

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

Dimana : $Q = 0,0044 \text{ m}^3/\text{det}$, $V = (0.93+0.53+1,13)/3 = 0.87 \text{ m/det}$

$$A = (0,30 + 0,5 \times 0,071) \times 0,071 = 0,0051 \text{ m}^2$$

Perhitungan Keliling Basah (P)

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

Dimana : $B = 0,3 \text{ m}$, $y = (0,073+0,077+0,063)/3 = 0,071 \text{ m}$, $m = 0,5 \text{ m}$

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

Perhitungan jari – jari hidrolis (R)

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

$$R = 0,0051/0,459 = 0,011 \text{ m}$$

Perhitungan Bilangan *Froude* (Fr)

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

$$F_R = \frac{0.87}{\sqrt{9,8 \cdot 0,071}} = 1,038$$

Perhitungan Bilangan *Reynold* (Re)

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

Dimana : $\nu = 0,000000803 \text{ (29,70}^\circ\text{)}$

$$Re = \frac{0.87 \times 0,011}{0,000000803} = 11893,130$$

Lampiran 7

Pembersihan Lokasi Penelitian



Pembersihan lokasi penelitian sebelum dilakukan pembuatan model saluran

Penimbunan dan Pemasatan



Proses penimbunan tanah saluran sebelum dilakukan pemasatan



Proses pemasatan tanah menggunakan beton

Pembuatan Model Saluran



Pembuatan lebar bawah saluran dengan lebar 30 cm



Bentuk saluran trapezium yang akan digunakan untuk penelitian

Pembuatan Bak Penampungan



Proses pencampuran semen untuk pelasteran dan susunan bata



Pekerjaan susunan bata dan pelasteran bak penampungan

Pekerjaan Pintu Thompshon



Pekerjaan stan pintu thompshon
(V-Notch)



Proses pemasangan pintu thompshon
(V-Notch)

Pembuatan Krib Permeabel



Proses pekerjaan krib permeabel



Bentuk krib bambu tipe permeabel

Ranning Pendahuluan



Pengukuran kecepatan aliran menggunakan Flow Watch



Pengukuran kedalaman aliran menggunakan mistar



Pengukuran kontur atau topografi saluran menggunakan grid

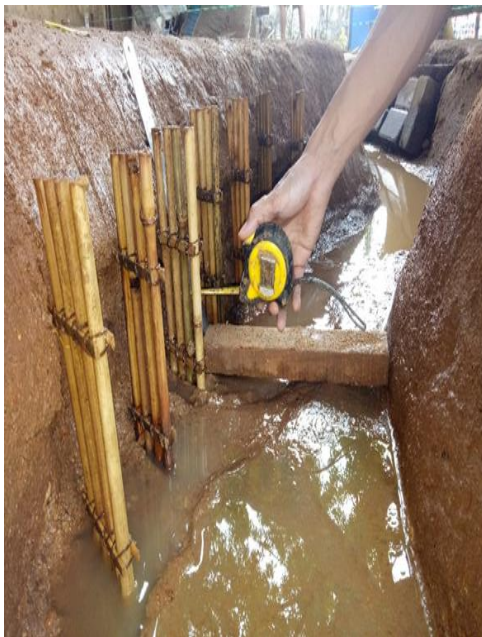
Pengambilan Data dengan Sudut Krib



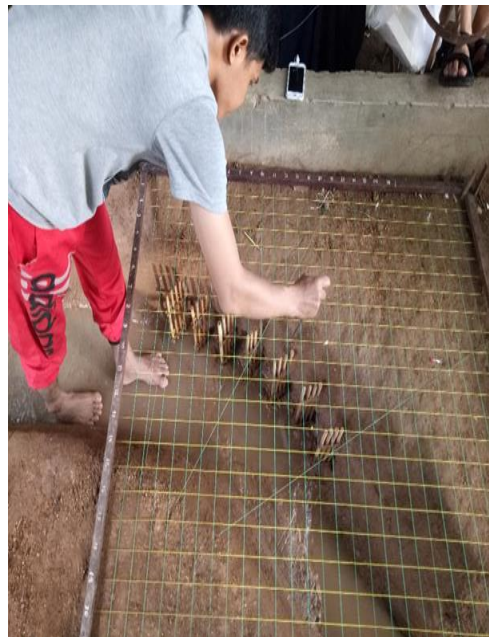
Pemasangan gemburan tanah pada tebing saluran



Pengambilan data kecepatan aliran dengan sudut krib permeabel



Pengambilan data volume gerusan Pada tebing



Pengukuran data topografi saluran dengan krib