

**STUDI PENGARUH DEBIT ALIRAN DAN FORMASI KRIB BETON BENTUK
SEGITIGA TERHADAP GERUSAN TEBING (UJI LABORATORIUM)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

Muh. Tajrin Batubara
105 81 1728 12

Robbi Subianto

105 81 1712 12

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR LEMBAGA PERPUSTAKAAN & PENERBITAN	
Tgl. terima	04/07/2019
Nomor surat	
Jumlah exp.	1 exp
H a r g a	Smb. Alumni
Nomor Induk	
No. Klasifikasi	P/018/SIP/L9cp BAT S'

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019



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

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **STUDI PENGARUH DEBIT ALIRAN DAN FORMASI KRIB BETON BENTUK SEGITIGA TERHADAP GERUSAN TEBING (Uji Laboratorium)**

Nama : MUH. TAJRIN BATUBARA
ROBBI SUBIANTO

Stambuk : 105 81 1728 12
105 81 1712 12

Makassar, 25 Juni 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si.

Mahmuddin, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.

NBM . 1183 084



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Muh. Tajrin Batubara dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1728 12 dan Robbi Subianto dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1712 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 569/05/A.2-II/VI/40/2019, 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 22 juni 2019

Makassar, 28 Syawwal 1440 H

25 Juni 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc.

b. Sekretaris : Ir. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT

Anggota : 1. Dr. Ir. Nenny T Karim, MT

2. Lutfi Hair Djunur, ST., MT

3. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT

Mengetahui :

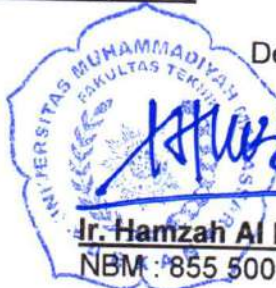
Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si.

Pembimbing II

Mahmuddin, ST., MT

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

STUDI PENGARUH DEBIT ALIRAN DAN FORMASI KRIB BETON BENTUK SEGITIGA TERHADAP GERUSAN TEBING (UJI LABORATORIUM)

Muh. Tajrin batubara¹.Robbi subianto²

Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Email : Muh.tajrin99@gmail.com / robbisubianto77@gmail.com

ABSTRAK

Sungai merupakan saluran alamiah yang berfungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Aliran sungai ini biasanya akan menyebabkan kerusakan dalam bentuk penggerusan/ erosi dan pengendapan. Kerusakan yang cukup besar dapat terjadi di sekitar tikungan sungai seperti tergerus bahkan longsornya tebing sisi luar tikungan sungai dan pengendapan di sisi dalam tikungan. Beberapa peneliti telah mengeluarkan hasil, bahwa keruntuhan tikungan dapat di atasi dengan pemasangan krib, namun belum memberikan informasi tentang jarak pemasangan dan sudut pemasangan yang efektif serta tipe krib. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan simulasi (uji) fisik di laboratorium dengan krib, agar diperoleh pola keruntuhan tebing pada tikungan saluran dan pengaruhnya dengan pemasangan krib tidak lolos air serta variasi sudut dan jarak pemasangan krib. Perlakuan dan pengamatan dilakukan melalui variasi debit aliran terhadap gerusan tebing saluran. Tebing saluran dibuat dari tanah urugan pada saluran dengan belokan 110° . Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pengaruh pemasangan krib dapat mengurangi volume gerusan dan pemasangan yang terbaik adalah dengan jarak pemasangan krib dengan variasi jarak 20 cm. Kemudian arah formasi sudut pemasangan krib terbaik adalah 135° ke arah hilir aliran air.

Kata Kunci : Krib, tikungan, gerusan tebing.

ABSTRACT

The river is a natural channel that functions to collect rainfall in a particular area and drain it into the sea. This river flow will usually cause damage in the form of erosion and erosion. Significant damage can occur around the river bend as it is eroded and even the cliff slides on the outside of the river bend and settling on the inside of the bend. Some researchers have issued results, that bend collapse can be overcome by installing cribs, but have not provided information about the installation distance and the effective mounting angle and crib type. Therefore, in this study a physical (test) simulation was carried out in the laboratory with cribs, in order to obtain a cliff failure pattern on the channel bend and its effect with the installation of non-escaping cribs and variations in angle and distance of crib installation. The treatments and observations were carried out through variations in the flow rate of the channel cliff scour. The channel cliffs are made from fill soil on a channel with a 110° turn. The results of the study show that the effect of the installation of the crib can reduce the scour volume and the best installation is the distance of the installation of the crib with a variation of the distance of 20 cm. Then the direction of the formation of the best crib angle 135° downstream of the water flow.

Keywords: Krib, bend, scour cliff.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah panulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan Akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah “STUDI PENGARUH DEBIT ALIRAN DAN FORMASI KRIB BETON BENTUK SEGITIGA TERHADAP GERUSAN TEBING (UJI LABORATORIUM)”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari ke salahan dan ke kurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Proposal tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Dan seluruh pimpinan serta bapak/ibu

dosen/karyawan atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Fakultas Teknik Unismuh Makassar.

2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, S.T. M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si. selaku Pembimbing I dan Bapak Mahmuddin, S.T, M.T. selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.
5. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus Angkatan 2012 yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

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

"Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat".

Makassar,..... JULI 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Saluran Terbuka	7
1. Pengertian saluran terbuka.....	7
2. Unsur-unsur Geometri Saluran	8

3. Bentuk Saluran	9
B. Konsep Dasar Aliran	10
1. Karakteristik Aliran.....	10
2. Tipe Aliran	12
3. Sifat Aliran.....	15
4. Debit Aliran.....	19
5. Aliran Subkritis, Kritis dan, Superkritis.....	20
C. Teori Gerusan Tebing Dan Pergerakan Sedimen.....	22
1. Pengertian Gerusan.....	22
2. Penanganan Gerusan Tebing.....	25
3. Tekanan yang menyebabkan sedimen bergerak.....	27
D. Review Penelitian Terkait Sebelumnya.....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	33
B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data	33
1. Jenis Penelitian.....	33
2. Sumber Data.....	33
C. Alat Dan Bahan.....	34
1. Alat.....	34
2. Bahan.....	35
D. Teknik Pengambilan Data	35
E. Teknik Analisis data	43

F. Variable Yang Diteliti	43
G. Prosedur Penelitian	44
1. Prosedur persiapan.....	44
2. Prosedur pelaksanaan.....	45
H. Flow Chart Penelitian	46

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	47
1. Data.....	47
a. Kalibrasi Debit Aliran.....	47
b. Perhitungan Karakteristik Aliran.....	49
B. Analisis Hasil Pengujian	59
1. Formasi jarak Antara Krib Beton Terhadap Gerusan Tebing....	59
a. Volume Gerusan Pada Jarak Krib 10 cm, Dengan 3 Variasi Sudut Krib.....	59
b. Volume Gerusan Pada Jarak Krib 15 cm, Dengan 3 Variasi Sudut Krib.....	61
c. Volume Gerusan Pada Jarak Krib 20 cm, Dengan 3 Variasi Sudut Krib.....	62
2. Formasi Sudut Krib	64
a. Volume Gerusan Pada Formasi Sudut Krib 45° , Dengan 3 Variasi Jarak Krib.....	64
b. Volume Gerusan Pada Formasi Sudut Krib 90° , Dengan 3 Variasi Jarak Krib.....	66

c.	Volume Gerusan Pada Formasi Sudut Krib 135° , Dengan 3 Variasi Jarak Krib.....	69
3.	Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib Dengan 3 Variasi Debit	71
a.	Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib, Dengan Debit Q1 .	71
b.	Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib, Dengan Debit Q2 .	72
c.	Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib, Dengan Debit Q3 .	74
4.	Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib Dengan 3 Variasi Debit	76
a.	Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan Debit Q1	76
b.	Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan Debit Q2	78
c.	Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan Debit Q3	80
5.	Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan	83
C.	Pembahasan	85
1.	Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Formasi Sudut Krib Segitiga Terhadap Gerusan Pada Tebing Saluran	85
2.	Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Formasi Jarak Antara Krib Segitiga Terhadap Gerusan Tebing Saluran	86
3.	Pengaruh Variasi Formasi Jarak Krib Beton Bentuk Segitiga Dan Variasi Debit Aliran Terhadap Volume Gerusan Tebing Saluran	87
4.	Pengaruh Variasi Formasi Sudut Krib Beton Bentuk Segitiga Dan Variasi Debit Aliran Terhadap Volume Gerusan Tebing Saluran	88

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan..... 90
2. Saran..... 91

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 : Penelitian Relevan	30
Tabel 2 : Format perhitungan debit Aliran pada V- Noch Weir Thomsond	37
Tabel 3 : Format pengambilan data laboratorium.....	42
Tabel 4 : Perhitungan debit aliran untuk tinggi muka air pada pintu Thompson	48
Tabel 5 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) Tanpa pemasangan krib segitiga.....	49
Tabel 6 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 10 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.....	50
Tabel 7 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 15 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.....	51
Tabel 8 : Perhitungan bilangan <i>Froude</i> (Fr) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 20 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.....	52
Tabel 9 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) tanpa pemasangan krib segitiga.....	53
Tabel 10 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 10 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.....	54
Tabel 11 : Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 15 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.....	55

Tabel 12 :	Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> (Re) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 20 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.....	56
Tabel 13 :	Rekapitulasi Perhitungan bilangan <i>Froude</i> dan bilangan <i>Reynold</i> tanpa krib, variasi sudut 45, 90,dan 135 jarak krib 10 cm.....	57
Tabel 14 :	Rekapitulasi Perhitungan bilangan <i>Froude</i> dan bilangan <i>Reynold</i> variasi sudut krib 45, 90,dan 135 jarak krib 15 cm ...	57
Tabel 15 :	Rekapitulasi Perhitungan bilangan <i>Froude</i> dan bilangan <i>Reynold</i> variasi sudut krib 45, 90,dan 135 jarak krib 20 cm ...	58
Tabel 16 :	Volume gerusan pada jarak krib 10 cm.....	59
Tabel 17 :	Volume gerusan pada jarak krib 15 cm.....	61
Tabel 18 :	Volume gerusan pada jarak krib 20 cm.....	63
Tabel 19 :	Rekapitulasi hubungan debit aliran dan volume gerusan sudut 45°.....	65
Tabel 20 :	Rekapitulasi hubungan debit aliran dan volume gerusan sudut 90°.....	67
Tabel 21 :	Rekapitulasi hubungan debit aliran dan volume gerusan sudut 135°.....	69
Tabel 22 :	Volume gerusan pada tiap jarak krib dengan debit Q1.....	71
Tabel 23 :	Volume gerusan pada tiap jarak krib dengan debit Q2.....	73
Tabel 24 :	Volume gerusan pada tiap jarak krib dengan debit Q3.....	74
Tabel 25 :	Volume gerusan pada tiap sudut krib dengan debit Q1.....	76

Tabel 26 :	Volume gerusan pada tiap sudut krib dengan debit Q2	78
Tabel 27 :	Volume gerusan pada tiap sudut krib dengan debit Q3	80
Tabel 28 :	Rekapitulasi perhitungan persentase volume gerusan dengan variasi sudut 45°,90° dan 135° jarak krib 10 cm	83
Tabel 29 :	Rekapitulasi perhitungan persentase volume gerusan dengan variasi sudut 45°,90° dan 135° jarak krib 15 cm	84
Tabel 30 :	Rekapitulasi perhitungan persentase volume gerusan dengan variasi sudut 45°,90° dan 135° jarak krib 20 cm	84




DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Penampang Saluran Trapesium.....	9
Gambar 2 : Macam-macam bentuk saluran terbuka.....	10
Gambar 3 : Klasifikasi aliran pada saluran terbuka.....	14
Gambar 4 : Aliran turbulen dan Laminer.....	18
Gambar 5 : Pola perjalanan gelombang disaluran terbuka.....	21
Gambar 6 : Hubungan kedalaman gerusan dengan waktu.....	23
Gambar 7 : Bentuk penampang saluran.....	37
Gambar 8 : Model krib beton bentuk segitiga.....	38
Gambar 9 : Sketsa arah pemasangan krib segitiga variasi sudut 45°	39
Gambar 10 : Sketsa arah pemasangan krib segitiga variasi sudut 90°	40
Gambar 11 : Sketsa arah pemasangan krib segitiga variasi sudut 135°	41
Gambar 12 : Bagan dan alur Penelitian.....	46
Gambar 13 : Hubungan antara variasi debit dan H V-Notch Weir.....	49
Gambar 14 : Grafik hubungan debit aliran VS volume gerusan (m^3) jarak krib 10 cm.....	59
Gambar 15 : Grafik hubungan debit aliran VS volume gerusan (m^3) jarak krib 15 cm.....	61
Gambar 16 : Grafik hubungan debit aliran VS volume gerusan (m^3) jarak krib 20 cm.....	63

Gambar 17 :	Grafik Hubungan formasi jarak dan debit aliran VS volume gerusan tebing Pada formasi sudut pemasangan krib 45° ...	65
Gambar 18 :	Grafik hubungan formasi jarak dan debit aliran VS volume gerusan tebing Pada formasi sudut pemasangan krib 90° ...	67
Gambar 19 :	Grafik hubungan formasi jarak dan debit aliran VS volume gerusan tebing Pada formasi sudut pemasangan krib 135° .	69
Gambar 20 :	Grafik hubungan formasi jarak krib VS volume gerusan (m ³) debit Q1.	71
Gambar 21 :	Grafik hubungan formasi jarak krib VS volume gerusan (m ³) debit Q2.	73
Gambar 22 :	Grafik hubungan formasi jarak krib VS volume gerusan (m ³) debit Q3.	75
Gambar 23 :	Grafik hubungan formasi sudut krib VS volume gerusan (m ³) debit Q1.	77
Gambar 24 :	Grafik hubungan formasi sudut krib VS volume gerusan (m ³) debit Q2.	79
Gambar 25 :	Grafik hubungan formasi sudut krib VS volume gerusan (m ³) debit Q3.	81

DAFTAR NOTASI SINGKATAN



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

Lb = Panjang Krib

Vg = Volume Gerusan



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar denah saluran
- Lampiran 2. Potongan memanjang
- Lampiran 3. Sketsa Arah penempatan krib variasi sudut 45° jarak 10, 15 dan, 20 cm.
- Lampiran 4. Sketsa Arah penempatan krib variasi sudut 90° jarak 10, 15 dan, 20 cm.
- Lampiran 5. Sketsa Arah penempatan krib variasi sudut 135° jarak 10, 15 dan, 20 cm.
- Lampiran 6. Gambar potongan saluran
- Lampiran 7. Data awal sebelum menggunakan Krib beton bentuk segitiga dengan tiga variasi debit
- Lampiran 8. Data pengamatan setelah menggunakan krib beton dengan variasi sudut 45, 90, 135 dengan jarak 10 cm tiga variasi debit
- Lampiran 9. Data pengamatan setelah menggunakan krib beton dengan variasi sudut 45, 90, 135 dengan jarak 15 cm tiga variasi debit
- Lampiran 10. Data pengamatan setelah menggunakan krib beton dengan variasi sudut 45, 90, 135 dengan jarak 20 cm tiga variasi debit

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai adalah saluran drainase yang terbentuk secara alamiah dan memiliki bentuk yang berbeda-beda, seperti halnya sungai yang bercabang dan bermeander, selain itu sungai sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Keadaan sungai perlu dijaga kelestariannya agar tetap berada pada kondisi normal. Pada sungai sering mengalami perubahan morfologi yang diakibatkan oleh adanya faktor alam maupun faktor campur tangan manusia. Faktor alam disebabkan oleh sungai itu sendiri dan faktor dari campur tangan manusia, seperti adanya perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai tentunya dapat menjadi salah satu faktor yang dapat menimbulkan permasalahan pada sungai Asdak (2002).

Selanjutnya terjadinya perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai yang dulunya hutan lebat berubah menjadi area terbuka, mengakibatkan meningkatnya limpasan permukaan (*run off*). Apabila terjadi curah hujan yang tinggi, dan dapat mengakibatkan banjir pada sungai. peningkatan debit berpengaruh terhadap kecepatan aliran di sungai yang dapat menyebabkan gerusan tebing, khususnya di daerah morfologi sungai yang bermeander.

Sehubungan dengan itu, terjadinya gerusan pada tebing sungai yang pada akhirnya mengakibatkan kelongsoran tebing dan dapat juga menyebabkan bertambah luas penampang sungai, Sedangkan pada bagian hilir terjadi aggradasi sebagai luas penampang sungai berkurang yang pada saat terjadi banjir muka air akan meluap dan menyebabkan kerusakan di sepanjang tebing sungai.

Pencegahan dan penanganan gerusan tebing telah dilakukan, pada umumnya dengan menggunakan bangunan perbaikan dan pengaturan sungai seperti (krib, pilar, abutment, bronjong dan, sebagainya). Bangunan tersebut dapat menanggulangi gerusan dan sebagai pengarah arus dalam mengurangi kecepatan aliran. Untuk itu, dalam menanggulangi gerusan tebing, diperlukan upaya-upaya perbaikan yang lebih efektif.

Dengan demikian, untuk pengembangan dalam menanggulangi gerusan tebing, perlu dilakukan penelitian, hal ini dimaksudkan sebagai upaya mempertahankan kondisi asli morfologi sungai, perubahan bentuk morfologi sungai dapat mengubah karakteristik aliran yang dapat berpengaruh negatif pada kondisi fisik sungai yang lain, Bila kondisi sungai terus-menerus mengalami kerusakan akan terjadi kerusakan yang lebih luas sehingga dapat menyebabkan kerugian yang lebih besar.

Sehubungan dengan hal tersebut, penulis akan melakukan studi dengan metode eksperimen, Sebagai salah satu upaya penanggulangan gerusan tebing, Dalam hal ini penulis mengangkat judul penelitian "**Studi**

Pengaruh Debit Aliran Dan Formasi Krib Beton Bentuk Segitiga Terhadap Gerusan Tebing (Uji Laboratorium)”.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi debit aliran dan formasi sudut krib beton bentuk segitiga terhadap volume gerusan tebing saluran.
2. Bagaimana pengaruh variasi debit aliran dan formasi jarak antara krib beton bentuk segitiga terhadap volume gerusan tebing saluran.
3. Bagaimana pengaruh variasi formasi jarak krib beton bentuk segitiga dan variasi debit aliran terhadap volume gerusan pada tebing saluran.
4. Bagaimana pengaruh variasi formasi sudut krib beton bentuk segitiga dan variasi debit aliran terhadap volume gerusan pada tebing saluran.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi debit aliran dan formasi sudut krib beton bentuk segitiga terhadap volume gerusan tebing saluran.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi debit aliran dan formasi jarak antara krib beton bentuk segitiga terhadap volume gerusan tebing saluran.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi formasi jarak krib beton bentuk segitiga dan variasi debit aliran terhadap volume gerusan pada tebing saluran.
4. Untuk mengetahui pengaruh variasi formasi sudut krib beton bentuk segitiga dan variasi debit aliran terhadap volume gerusan pada tebing saluran.

D. Manfaat Penelitian

Sebagaimana hakikat dari suatu penelitian yang senantiasa diharapkan dapat memberikan kegunaan atau manfaat, baik secara langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat, sebagai berikut:

1. Memberikan informasi pengetahuan terhadap penanggulangan pengikisan tebing sungai.
2. Sebagai bahan kajian untuk dijadikan penelitian tentang penanggulangan gerusan pada tebing sungai.

E. Batasan Masalah

Agar tujuan penulisan ini mencapai sasaran yang diinginkan dan lebih terarah, maka diberikan batasan-batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian ini merupakan jenis eksperimental yang mengamati pengaruh Krib beton bentuk segitiga dengan variasi formasi jarak dan variasi formasi sudut terhadap gerusan tebing saluran
2. Penelitian ini merupakan penelitian satu arah yang meneliti pengaruh variable debit terhadap volume gerusan.
3. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah variasi debit dan waktu pengamatan.
4. Menggunakan tanah timbunan urugan sebagai model saluran.
5. Tidak meneliti tentang laju transportasi sedimen dan gerusan pada dasar saluran.

F. Sistematika Penulisan

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian ini, maka disusun sistematika tugas akhir ini sebagai berikut:

- Bab I** pendahuluan yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- Bab II** kajian pustaka yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori bentuk saluran terbuka, bentuk krib, sedimentasi, morfologi sungai, penelitian yang relevan dan kerangka pikir penelitian.
- Bab III** metode penelitian yang berisi tentang metode penelitian yang terdiri atas waktu dan tempat penelitian alat bahan, prosedur penelitian, gambar desain saluran, dan flow chart penelitian.
- Bab IV** merupakan hasil penelitian pembahasan yang menguraikan tentang analisa mengenai karakteristik aliran dan gerusan pada tebing sungai dengan adanya krib beton bentuk segitiga yang di tempatkan pada tebing saluran dengan mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.
- Bab V** yang berisi tentang kesimpulan dan hasil dari penelitian serta saran-saran dari penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Saluran Terbuka

1. Pengertian saluran terbuka

Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (masih ada muka air bebas) masih termaksud aliran melalui saluran terbuka harus mempunyai muka air bebas, maka aliran ini biasanya berhubungan dengan zat cair dan umumnya adalah air Bambang Triatmodjo (1996).

Selanjutnya permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat di selesaikan dengan analisis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensinya lebih kecil dari ada yang di lapangan.

Menurut Bambang Triatmodjo (1996), saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alamiah di bumi, dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Aliran

air dibawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah.

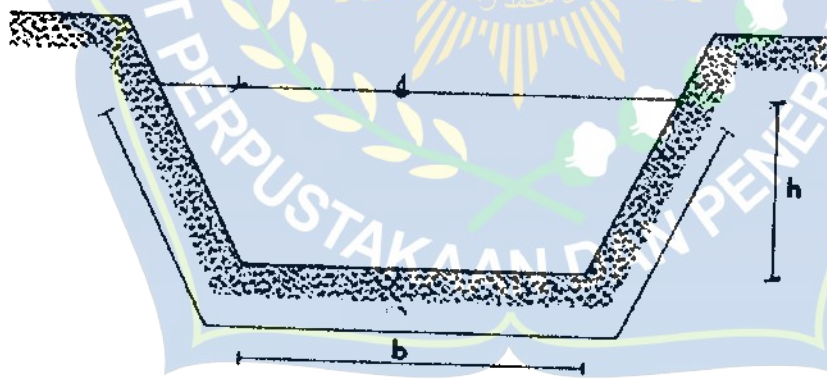
Saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatannya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa dan pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri dan sebagainya termasuk model saluran yang dibuat di laboratorium untuk keperluan penelitian. Sifat-sifat hidrolis saluran semacam ini dapat diatur menurut keinginan atau dirancang untuk memenuhi persyaratan tertentu. Oleh karena itu, penerapan teori hidrolis untuk saluran buatan dapat membuahkan hasil yang cukup sesuai dengan kondisi sesungguhnya, dengan demikian cukup teliti untuk keperluan perancangan praktis (Bambang Triatmodjo 1996).

2. Unsur-unsur Geometri Saluran

Menurut Bambang Triatmodjo (1996), unsur-unsur geometri saluran adalah sifat-sifat suatu aliran yang dapat diuraikan seluruhnya berdasarkan geometri penampang dan kedalaman aliran. Unsur-unsur ini sangat penting dan banyak sekali dipakai dalam perhitungan aliran. Untuk penampang biasa yang sederhana, geometri dapat dinyatakan secara matematik menurut kedalaman aliran dan dimensi lainnya dari penampang tersebut. Namun untuk penampang yang rumit dan penampang saluran alam, belum ada rumus tertentu untuk menyatakan unsur-unsur tersebut. Selain kuva-kurva

yang menyatakan hubungan unsur-unsur ini dengan kedalaman aliran yang disiapkan untuk perhitungan hidrolis.

Penampang saluran buatan biasanya direncanakan berpenampang saluran berdasarkan bentuk geometris yang umum. Penampang saluran alam umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai trapesium. Istilah penampang saluran (*channel section*) adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertikal saluran (*vertical channel section*) adalah penampang vertikal melalui titik terbawah atau terendah dari penampang. Oleh sebab itu pada saluran mendatar penampangnya selalu merupakan penampang vertikal (Raju, Ranga K.J. 1986).

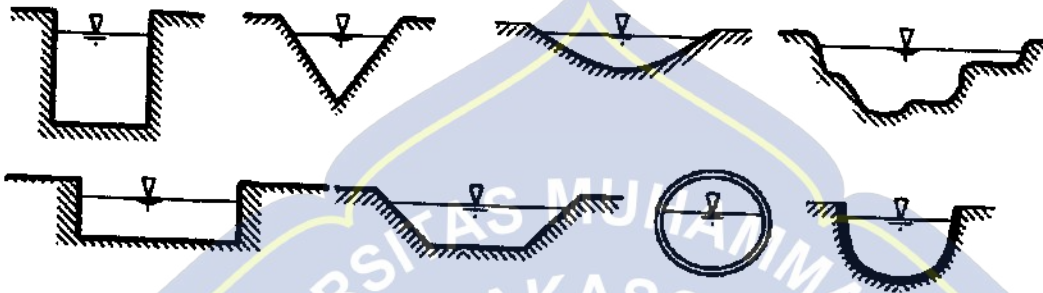


Gambar 1. Penampang Saluran Trapesium (Raju, Ranga K.J. 1986).

3. Bentuk Saluran

Terdapat banyak bentuk penampang saluran terbuka antara lain penampang bentuk trapesium, penampang bentuk persegi panjang,

penampang bentuk segitiga, penampang bentuk parit dangkal, dan penampang bentuk saluran alam yang tidak beraturan.



Gambar 2. Macam-macam bentuk saluran terbuka : Trapesium, Persegi Panjang, Segitiga, Dan Saluran Alam (Chow, 1992).

B. Konsep Dasar Aliran

Menurut ilmu mekanika fluida aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya inersia dan gaya-gaya kekentalannya menjadi tiga bagian yaitu aliran laminar, turbulen, dan transisi (French, 1985). Variable yang dipakai untuk klarifikasi ini adalah bilangan Reynolds.

1. Karakteristik Aliran

Kondisi biofisik setiap saluran terbuka memiliki karakter yang berbeda yang mencerminkan tingkat kepekaan dan potensi suatu saluran. Pengumpulan data fisik dengan mencatat beberapa faktor yang dominan pada suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik suatu saluran (Bambang Triatmodjo 1996).

Menurut V.T Chow (1992), karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia. Aliran pada saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan yang bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan ρ (*density*) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka itu dua fluida itu adalah udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil dari pada kerapatan air.

Selanjutnya gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari gravitasi bumi yang didistribusi tekanan dalam air umumnya bersifat hidrostatis karena kuantitasnya tergantung dari berat jenis aliran dalam kedalaman. Karena jenis berat aliran dapat diasumsikan tetap, maka tekanan hanya tergantung dari kedalamannya; semakin dalam tekanannya semakin besar. Namun pada beberapa kondisi bisa ditemukan distribusi tekanan tidak hidrostatis (V.T Chow 1992).

Simmon dan Senturk (1992) menekankan pentingnya turbulensi terhadap keberadaan sedimen di dalam suspensi. Turbulensi menjaga sedimen yang tersuspensi untuk tidak mengendap, bahkan mampu mengangkat sedimen yang sudah mengendap untuk tersuspensi lagi.

Karakter aliran yang paling sesuai untuk mengendapkan partikel sedimen adalah aliran laminar dengan kecepatan yang rendah. Banyak cara dilakukan untuk mendapatkan pola aliran yang seperti ini, atau yang lebih

dikenal dengan "*plug-flow*", seperti merancang posisi *inlet* dan *outlet* (Pearson *et.al*, 1995), mencegah pembentukan gelombang dipermukaan dengan meminimalkan angin (Kim dan Kim, 2000), menggunakan *baffle*/sekat (Muttamara dan Puetpaiboon, 1997).

2. Tipe Aliran

Mengkaji suatu aliran pada saluran terbuka, haruslah dipahami tentang sifat dan jenis aliran itu sendiri. Adapun tipe aliran pada saluran terbuka yakni dipengaruhi oleh adanya suatu permukaan bebas yang berkaitan langsung dengan parameter-parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradient serta geometri saluran. Aliran saluran terbuka dapat digolongkan berdasarkan pada berbagai kriteria, salah satu kriteria utama adalah perubahan kedalaman aliran (h) terhadap waktu (t) dan terhadap tempat (s) Bambang Triatmodjo (1996).

a. Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Waktu yaitu:

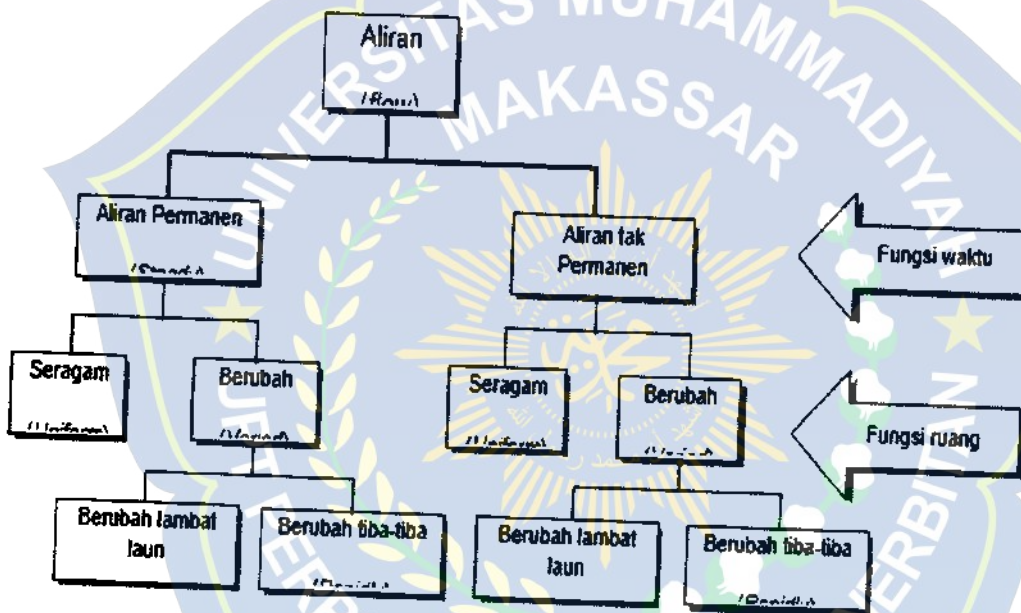
- 1) Aliran Tetap/mantap (*Steady Flow*) yaitu aliran di mana kedalaman air (h) tidak berubah menurut waktu atau dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu dan segala variabel disepanjang saluran sama.
- 2) Aliran tidak tetap/Tidak Mantap (*Unsteady Flow*) yaitu apabila kedalaman air (h) berubah menurut waktu demikian pula kecepatannya berubah menurut waktu. Aliran ini terbagi dua yaitu: Aliran seragam

tidak tetap (*unsteady uniform flow*) dan aliran tidak tetap dan berubah-ubah (*unsteady varied flow*). Aliran ini hampir tidak pernah terjadi.

- 3) Aliran Seragam (*uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.
 - 4) Aliran tidak seragam (*un-uniform Flow*) yaitu aliran berubah-ubah (*varied flow*) disepanjang saluran terhadap kedalaman, luas, dan debit. Yang terdiri dari: Aliran tetap berubah lambat laun (*gradually varied flow*) dan Aliran tetap berubah dengan cepat (*rapidle varied flow*).
- b. Tipe aliran berdasarkan tempat dan waktu:
- 1) Aliran seragam (*uniform flow*) yaitu: aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit konstan disepanjang saluran sama. Aliran ini terbagi dua yaitu:
 - a. Aliran seragam tetap (*steady uniform flow*) yaitu aliran seragam yang tidak berubah terhadap waktu.
 - b. Aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) yaitu aliran yang dapat pula berubah terhadap waktu apabila fluktuasi muka air terjadi dari waktu ke waktu namun tetap paralel dengan dasar saluran.
 - 2) Aliran Tidak seragam (*non uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit berubah di sepanjang saluran. Aliran ini disebut juga aliran berubah-ubah (*varied flow*) yaitu; Aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) dan Aliran berubah dengan cepat.

c. Aliran permanen dan tidak permanen

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*), jika kecepatan pada suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu maka alirannya disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*).



Sumber : ([https://aya-snura.blogspot.com/Gambar klasifikasi aliran pada saluran terbuka/30/05/2019](https://aya-snura.blogspot.com/Gambar%20klasifikasi%20aliran%20pada%20saluran%20terbuka/30/05/2019)).

Gambar 3. Klasifikasi aliran pada saluran terbuka

Dalam hal-hal tertentu dimungkinkan mentransformasikan aliran tidak permanen menjadi aliran permanen dengan mengacu pada koordinat referensi yang bergerak. Penyederhanaan ini menawarkan beberapa keuntungan, seperti kemudahan visualisasi, kemudahan penulisan persamaan yang terkait, dan sebagainya. Penyederhanaan ini hanya mungkin jika bentuk gelombang tidak berubah dalam perambatannya.

$$v = \frac{\mu}{\rho} \dots \dots \dots (2.2)$$

Di mana :

μ = kekentalan dinamik dengan satuan kg/m.d

ρ = kerapatan air dengan satuan kg/m³

2. Sifat-sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelebaman dengan gaya kekentalan yaitu:
 - a) Aliran Laminer yaitu suatu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relatif lebih besar dibanding dengan gaya kelebaman sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap sifat aliran. Pada aliran ini partikel cairan seolah-olah bergerak secara teratur menurut lintasan tertentu.
 - b) Aliran Turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran-butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar, tidak tetap, walaupun butiran bergerak maju dalam kesatuan aliran secara keseluruhan.
 - c) Aliran Transisi yaitu Aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relatif terhadap kecepatan.

Klasifikasi aliran berdasarkan bilangan Reynolds dapat dibedakan menjadi tiga kategori seperti berikut ini (French, 1985) :

$Re < 500$	aliran laminer
$500 < Re < 12.500$	aliran transisi
$Re > 12.500$	aliran turbulen

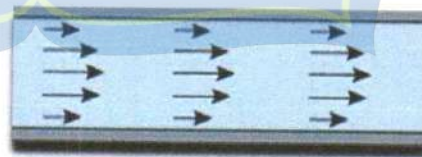
Umumnya aliran pada saluran terbuka mempunyai $Re > 12.500$ sehingga alirannya termasuk dalam kategori aliran turbulen.

Berdasarkan bilangan Reynolds, aliran fluida dapat di bedakan menjadi dua aliran turbulen dan laminar. Di samping itu turbulensi juga merupakan fenomena yang kontinyu. Proses kejadian hujan dapat dikatakan merupakan aliran turbulensi. Tiga dimensi karena ruangnya terletak di udara. Sehingga bila di terjemahkan dalam bentuk persamaan matematis juga harus dalam bentuk tiga dimensi.

Gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari gravitasi bumi dan distribusi tekanan didalam air umumnya bersifat hidrostatis distribusi tekanan di dalam air hidrostatis karena kuantitasnya tergantung dari berat jenis aliran dan kedalaman. Karena berat jenis aliran dapat diasumsikan tetap, maka tekanan hanya tergantung kedalamannya, semakin dalam tekanannya semakin besar. Namun pada beberapa kondisi bisa ditemukan distribusi tekanan tidak hidrostatis.



a) Turbulen



b) Laminer

Sumber : (<http://khammal.blogspot.com/aliran-laminer-dan-turbulen.html/30/05/2019>).

Gambar 4. Aliran turbulen dan laminar.

Seperti sudah dijelaskan diatas aliran pada saluran terbuka hampir seluruh alirannya bersifat turbulen. Hanya pada batas-batasnya (dasar saluran dan tebing saluran/*river bank*) ada bagian kecil aliran yang bersifat laminar.

4. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per satuan waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/det). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (asdak, 2002). Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang melintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang melintang yang besarannya sama dengan kecepatan rerata V , sehingga debit aliran sebagai berikut (Buchanan, T.J dan Somers, W.P.,1969) :

$$Q = A \times V \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m^3/det)

A = luas penampang (m^2)

V = kecepatan aliran (m/det)

Debit air sungai merupakan tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai.

5. Aliran Subkritis, Kritis dan Superkritis

Parameter yang menentukan ketiga aliran tersebut adalah parameter yang tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Froude (Fr) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembaman dan gaya gravitasi, di rumuskan dengan (Fouz, Infaz 2001):

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (2.4)$$

Dimana:

Fr = Angka Froude

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

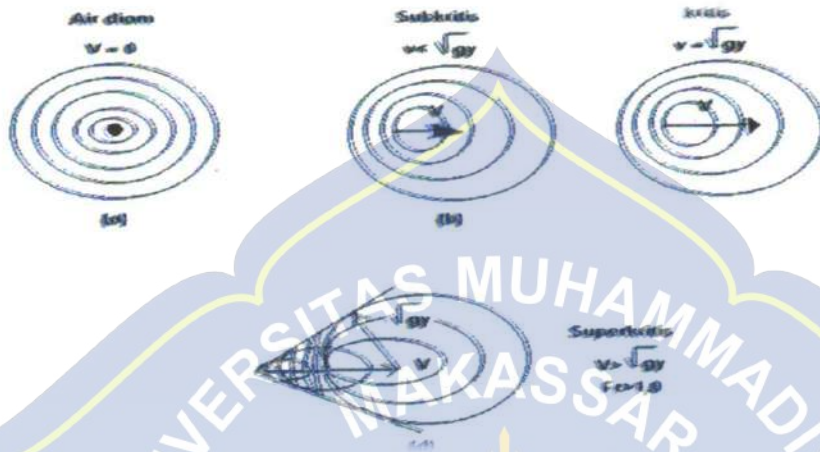
h = Kedalaman aliran (m)

g = Gaya Gravitasi (m/det²)

sehingga :

- Aliran bersifat Kritis apabila $Fr = 1$, dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang.
- Aliran bersifat subkritis apabila $Fr < 1$, dimana kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan rambat gelombang.
- Aliran bersifat superkritis apabila $Fr > 1$, dimana kecepatan aliran lebih besar daripada kecepatan rambat gelombang.

Berikut gambar aliran sub kritis, aliran super kritis, aliran kritis:



Gambar 5. Pola perjalanan gelombang disaluran terbuka (Bambang Triatmojo 2008).

Pada gambar di atas diperlihatkan suatu saluran panjang dengan tiga jenis kemiringan, subkritis, kritis dan superkritis. Pada kemiringan subkritis (Gambar a) permukaan air di zona peralihan tampak bergelombang. Aliran dibagian tengah saluran bersifat seragam namun kedua ujungnya bersifat berubah. Pada kemiringan kritis (Gambar b) permukaan air dari aliran kritis ini tidak stabil. Dibagian tengah dapat terjadi gelombang tetapi kedalaman rata-ratanya konstan dan alirannya dapat dianggap seragam. Pada kemiringan subkritis (Gambar c) permukaan air beralih dari keadaan subkritis menjadi superkritis setelah melalui terjunan hidrolik lambat laun.

C. Teori Gerusan Tebing dan Pergerakan sedimen

1. Pengertian Gerusan

Gerusan adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang biasanya terjadi pada dasar sungai yang terdiri dari material alluvial namun terkadang dapat juga terjadi pada dasar sungai yang keras. Pengalaman menunjukkan bahwa gerusan dapat menyebabkan terkikisnya tanah di sekitar fondasi dari sebuah bangunan pada aliran air. Gerusan biasanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia. (Ariyanto, 2010).

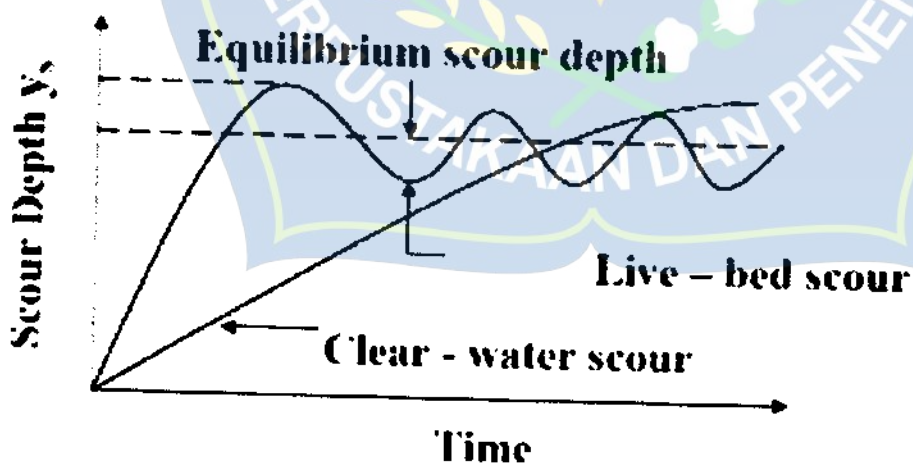
a. Mekanisme Gerusan

Menurut Miller (2003) dalam Sucipto (2011), jika struktur ditempatkan pada suatu arus air, aliran air di sekitar struktur tersebut akan berubah, dan gradient kecepatan vertikal (*vertical velocity gradient*) pada ujung permukaan struktur tersebut. Gradient tekanan (*pressure gradient*) ini merupakan hasil dari aliran bawah yang membentur bed. Pada dasar struktur, aliran bawah ini membentuk pusaran yang pada akhirnya menyapu sekeliling dan bagian bawah struktur menyapu dengan memenuhi seluruh aliran. Hal ini dinamakan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*), karena dilihat dari atas bentuk pusaran ini mirip tapal kuda. Pada permukaan air, interaksi aliran dan struktur membentuk busur imbak (*bow wave*) yang di

sebut gulungan permukaan (*surface roller*). Pada saat terjadi pemisahan aliran pada struktur bagian dalam mengalami wake vortices.

Pada umumnya tegangan geser (*shear stress*) meningkat pada dasar saluran bagian depan struktur. Bila dasar saluran mudah tergerus maka lubang gerusan akan terbentuk sekitar struktur. Fenomena ini disebut gerusan local (*local or structureinduced sediment scour*).

Menurut Breusers dan Raudkivi (1991), proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran dari bagian hulu kebagian hilir saluran. Pada kecepatan tinggi, partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar baik ukuran maupun kedalamannya. Kedalaman gerusan maksimum akan tercapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritik.



Gambar 6. Hubungan kedalaman gerusan dengan waktu (Breusers dan Raudkivi, 1991).

Proses terjadinya gerusan ditandai dengan berpindahnya sedimen yang menutupi pilar jembatan serta erosi dasar sungai yang terjadi akan

mengikuti pola aliran. Proses terus berlanjut dan lubang gerusan akan semakin berkembang, semakin lama semakin besar dengan mencapai kedalaman tertentu (maksimum).

Melville dalam Miller (2003) menjelaskan tahap-tahap gerusan yang terjadi antara lain sebagai berikut :

- a. Peningkatan aliran yang terjadi pada saat perubahan garis aliran di sekeliling pilar.
- b. Pemisahan aliran dan peningkatan pusaran tapal kuda yang lebih intensif sehingga menyebabkan pembesaran lubang gerusan.
- c. Longsor/turunnya material disekitar lubang gerusan pada saat lubang cukup besar setelah terkena pusaran tapal kuda.

Nakagawa dan Suzuki dalam Miller (2003) membedakan gerusan dalam empat tahap :

- a. Gerusan di sisi (kanan dan kiri) pilar yang disebabkan kekuatan tarikan dari arus utama (*main flow*).
- b. Gerusan di depan pilar yang diakibatkan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*).
- c. Pembesaran gerusan oleh pusaran stabil yang mengalir melewati pilar.
- d. Periode reduksi gerusan selama penurunan kapasitas transpor di lubang gerusan.

b. Gerusan lokal.

Penggerusan lokal (Garde dan Raju, 1977 dalam Rahmadani, 2014) terjadi akibat adanya turbulensi air yang disebabkan terganggunya aliran, baik besar maupun arahnya, sehingga menyebabkan hanyutnya material-material dasar atau tebing sungai. Turbulensi disebabkan oleh berubahnya kecepatan terhadap waktu, dan keduanya. Penggerusan lokal pada material dasar dapat terjadi secara langsung oleh kecepatan aliran sedemikian rupa sehingga daya tahan material terlampaui. Secara teoristik tegangan geser yang terjadi lebih besar dari tegangan geser kritis dari butiran dasar.

2. Penanganan Gerusan Tebing

Gerusan tebing harus diatasi untuk menjaga agar tebing sungai tetap stabil dan tidak terancam longsor, untuk itu diperlukan bangunan pengatur sungai. Bangunan pengatur sungai adalah suatu bangunan air yang dibangun pada sungai dan berfungsi mengatur aliran air agar tetap stabil dan sebagai pengendali banjir. Adapun jenis-jenis bangunan pengatur sungai yaitu sebagai berikut (Sidharta, SK. 1997):

- 1) Perkuatan lereng
- 2) Pengarah arus (krib) atau pelindung tidak langsung
- 3) Turap (*Sheet Pile*)
- 4) Dam penahan sedimen (*check dam*)
- 5) Pilar

1. Krib

Menurut Suyono Sosrodarsono, dkk, (2008), Krib merupakan bangunan yang dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai dan tujuan utamanya mengurangi kecepatan arus aliran, mempercepat sedimentasi, menjamin keamanan tanggul atau tebing terhadap gerusan.

Selanjutnya krib adalah bangunan air yang secara efektif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif yang besar jika dibangun secara benar. Sebaliknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing disebaliknya dan tebing bagian seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan. Karenanya haruslah dilakukan penanganan

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

2. Krib bentuk beton

Krib bentuk beton yang mempunyai kekuatan yang baik serta awet serta sangat fleksible dan umumnya dibangun pada bagian sungai yang

arusnya deras bentuk dan denah blok serta berat masing-masing krib beton sangat bervariasi tergantung dari kondisi setempat antara lain dimensi serta kemiringan dan penempatannya dan penempatannya berdasarkan pada contoh-contoh yang sudah ada atau pengalaman-pengalaman pada krib yang pernah dibangun.

3. Tekanan yang menyebabkan sedimen bergerak

Aliran air menimbulkan gaya-gaya aliran yang bekerja pada material sedimen, yang cenderung untuk menggerakkan / menyeret butiran material sedimen. Kondisi kritis terjadi apabila gaya-gaya hidrodinamik yang bekerja pada suatu partikel sedimen mencapai suatu harga tertentu yang mana jika terlampaui akan menyebabkan butiran sedimen bergerak (Mardijikoen, p, 1987).

Selanjutnya air mengalir diatas sedimen dasar, maka ada gaya yang mendorong butiran, dimana gaya ini cenderung menggerakkan partikel sedimen. Gaya yang menahan akibat aliran air tergantung dari sifat-sifat material. Untuk sedimen berbutir kasar seperti pasir dan kerikil, gaya tahanan utamanya berhubungan dengan berat sendiri partikel.

Ketika gaya-gaya hidrodinamik bekerja pada partikel-partikel pada bahan dasar saluran tersebut, maka secara bersamaan juga terjadi peningkatan intensitas aliran. Oleh sebab itu, untuk suatu dasar saluran tertentu yang pada mulanya dalam keadaan tidak bergerak, suatu kondisi

aliran pada akhirnya akan tercapai manakala partikel-partikel dasar tidak mampu lagi menahan gaya-gaya hidrodinamik tersebut sehingga tercipta suatu kondisi kritis yang mengakibatkan terjadinya gerakan pada dasar saluran (Anwar, Y, 2004).

Selanjutnya berdasarkan pergerakan partikel sedimen yang terdapat di sungai, maupun yang terdapat pada saluran-saluran pengairan, maka angkutan sedimen dapat digolongkan dalam 3 (tiga) bagian yang tergantung pada kecepatan aliran sungai. Ketiga macam angkutan sedimen tersebut adalah sebagai berikut, (Anwar, Y, 2004) :

1. Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load Transport)

Proses angkutan ini, terjadi pada suatu kondisi kecepatan aliran yang relative rendah, yang mampu menggerakkan butiran yang semula dalam keadaan diam akan menggelinding dan meluncur di sepanjang dasar saluran.

2. Angkutan Sedimen Loncat (Saltation Load Transport)

Pada kecepatan aliran yang lebih tinggi, butiran-butiran sedimen akan membuat loncatan-loncatan pendek meninggalkan dasar sungai, karena gaya dorong yang bekerja terhadap butiran makin besar. Kemudian butiran tersebut kembali ke dasar sungai atau melanjutkan gerakannya dengan membuat loncatan-loncatan yang lebih jauh.

3. Angkutan Sedimen Layang (Suspended Load Transport)

Jika kecepatan aliran ditingkatkan lebih besar lagi, maka gerakan loncatan tersebut akan sering terjadi, sehingga apabila butiran tersebut oleh arus utama atau oleh gerakan aliran turbulen kearah 20 permukaan, maka butiran akan tetap bergerak ke dalam arus aliran air untuk selang waktu tertentu yang dapat diamati.

D. Review Penelitian Sebelumnya

Kajian penelitian terdahulu dimaksudkan agar peneliti sebagai landasan dalam melakukan penelitian yang berisi beberapa teori dan hasil penelitian yang telah ada sebelumnya yang memiliki relevansi. Berdasarkan teori dan kajian yang telah ada tersebut yang akan menjadi bahan pertimbangan peneliti untuk melihat fakta kasus yang terjadi di lapangan. Oleh karna itu peneliti melakukan kajian terhadap beberapa hasil penelitian berupa skripsi dan jurnal. Terdapat beberapa sumber penelitian yang berkaitan dengan penelitian tersebut sebagai tabel 1 berikut :

Tabel 1. Penelitian Relevan

No	Judul	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1	Pengaruh Jarak Antara Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran	Andi Abd. Rahim Farouk Silman Pongmanda, 2017	Rangkaian simulasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini diklasifikasikan kedalam dua kelompok parameter, yaitu parameter simulasi dan parameter amatan. parameter variasi terdiri dari kecepatan (v), dan jarak pemasangan antar krib (cm) yang merupakan variasi tetapan.	Hasil dari hubungan Fr dan x pada penampang diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi sebelum dan setelah pemasangan krib baik model M-1, M-2, maupun M-3 adalah subkritis ($Fr < 1$). Penggunaan model krib berpengaruh terhadap nilai Fr , bahkan secara keseluruhan aliran penampang C yaitu subkritis, terjadi penurunan nilai Fr . Tipe aliran yang terjadi baik sebelum pemasangan model krib maupun model krib m-1, M-2 adalah turbulen ($Re < 4000$)	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa dalam pengaturan variasi jarak antara krib yakni pada model tanpa krib maupun menggunakan krib dengan model M-1 (jarak krib 20 cm), model M-2 (jarak krib 40 cm), dan model M-3 (jarak krib 80 cm), berdasarkan angka Fr karakteristik aliran yang terjadi yaitu aliran subkritis. Sementara berdasarkan angka Re karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulen pada titik-titik peninjauan yang telah di tentukan baik pada model tanpa krib maupun model krib M-1, M-2 dan M-3.
2	Pengaruh Pemasangan krib pada saluran di	Sumaryo Daewizal Daoced Febby Laila Sari, 2010	Model dibuat pada saluran 40x40 cm dari acrylic dan dasar saluran baja. Tebing saluran dibuat dari material pasir halus dengan tinggi 10	Luas bidang keruntuhan paling kecil pada arah sudut pemasangan krib ke arah hulu aliran adalah 135°. Terlihat	Pemasangan bangunan krib pada tikungan dapat mengurangi erosi dinding secara signifikan sehingga trase saluran relatif tidak

4	<p>Studi pengaruh krib hulu tipe impermeabel pada gerusan dibelokan sungai (kasus antara panjang krib 1/10, 1/5, 1/3 lebar sungai).</p>	Jeni Paresa, 2015	<p>Rangkaian simulasi yang dilakukan dalam penelitian gerusan dibelokan sungai diklasifikasikan dalam 2 kelompok parameter amatan. Parameter simulasi terdiri dari 3 variasi debit (Q), 3 panjang krib (L) yaitu 1/10 lebar sungai, 1/5 lebar sungai dan 1/3 lebar sungai serta 3 waktu pengaliran (t) yaitu 600 dtk, 1200 dtk dan 1800 dtk. Sedangkan parameter amatan adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi.</p>	<p>hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan pemasangan krib permeabel 45° dan 135°.</p>	<p>Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran (t)=1800 dtk terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo) = 0,0462 m³ dan volume gerusan minimum terjadi pada (L2)= 0,0306 m³. Pada Q1 = 0,0185 m³/det pada Q2= 0,0161 maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo)= 0,0586 m³ dan volume gerusan L1 = 0,0460 m³. Setelah debit menjadi Q3 = 0,0185 m³/det didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo)= 0,0555 m³ dan volume gerusan minimum terjadi pada L1 = 0,0177 m³.</p>	<p>permeabel 45° dan 135°.</p>	<p>Dari analisis penelitian didapatkan pemasangan krib di hulu dapat mengurangi gerusan yang terjadi di belokan sungai yang terlihat dari hasil volume gerusan sebelum ada pemasangan krib dan setelah pemasangan krib. Dari analisis penelitian pengaruh waktu terhadap volume gerusan dan pengaruh panjang krib dengan volume gerusan memperlihatkan pengurangan volume gerusan paling minimum terjadi pada krib dengan panjang 1/5 lebar sungai dengan $v_g = 0,0177$ m³.</p>
---	--	-------------------	---	--	---	--------------------------------	--

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di laboratorium sungai Program Studi teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dengan estimasi waktu yang direncanakan akan kurang lebih 6 bulan.

B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur sendiri oleh peneliti dengan mengacu pada literatur yang berkaitan dengan judul penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta besar pengaruh tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki pengaruh kontrol untuk perbandingan.

2. Sumber data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yang terdiri dari data primer dan sekunder :

- a. Data primer, yaitu data yang diperoleh dengan cara pengamatan langsung pada saat melakukan simulasi experimental dilaboratorium teknik sungai data yang dibutuhkan yaitu Debit (Q), kecepatan aliran (V) dan volume Gerusan (Vg),.
- b. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur, baik dalam bentuk buku karya ilmiah dan website yang tentunya memiliki keterkaitan dengan penelitian yang kami lakukan dan diantaranya karya hasil penelitian yang telah disetujui oleh pakar ataupun pembimbing penelitian.

C. Alat dan Bahan

Pada penelitian yang akan kami lakukan dibutuhkan alat dan bahan pada saat melakukan simulasi, dalam rangka mendapatkan data penelitian.

1. Alat

Peralatan yang dibutuhkan pada penelitian yang akan kami lakukan sebagai berikut :

- a. Pompa, berfungsi sebagai alat untuk sirkulasi aliran air saat melakukan simulasi daya maksimum pompa yang dibutuhkan, memiliki daya dorong dengan kapasitas 10 liter/detik.
- b. Current meter, alat ini dipergunakan untuk mengukur kecepatan aliran pada saat melakukan simulasi.

- c. Pintu thompson, berfungsi untuk mengukur debit (Q) aliran.
- d. Stopwatch, berfungsi untuk mengukur interval waktu.
- e. Mistar, berfungsi untuk mengukur pengaliran sebelum pengamatan
- f. Kertas dan alat tulis untuk mencatat data-data yang diambil pada saat uji coba penelitian.

2. Bahan

- a. Pipa PVC 2" yang digunakan sebagai jaringan sirkulasi air.
- b. Air untuk mengamati aliran pada saluran.
- c. Pasir
- d. Semen
- e. Papan
- f. Stop cran

D. Teknik Pengambilan Data

Hal penting dalam setiap penelitian adalah pengambilan data. Pada dasarnya data yang diambil adalah data yang akan digunakan sebagai analisa. Pencatatan data dilakukan pada setiap kondisi, yaitu data kondisi awal sebelum perlakuan pada tebing saluran dan data setelah dilakukan perlakuan pada tebing saluran.

1. Data sebelum perlakuan antara lain:

Konfigurasi awal dari penampang saluran yaitu lebar dasar saluran (b), Lebar atas saluran (B), tinggi saluran (h) dan volume tebing yang tergerus/tererosi.

2. Data saat perlakuan yang perlu dicatat pada saat simulasi awal :

- a. Debit air Q (m^3/dtk).
- b. Kecepatan aliran V (m/det) dengan menggunakan current meter.
- c. Ketinggian muka air h (m).
- d. Perubahan penampang saluran (A).
- e. Waktu perlakuan t (menit) diukur dengan menggunakan stop watch.

3. Data setelah perlakuan :

Adalah perubahan yang terjadi setelah dilaksanakan perlakuan dengan terlebih dahulu mengosongkan saluran percobaan dari air.

4. Kalibrasi debit kami lakukan pada running untuk mengetahui kapasitas aliran yang akan direncanakan pada simulasi, selain itu running awal juga bertujuan untuk mengetahui elevasi muka air maksimum.

Adapun contoh tabel kalibrasi bukaan debit sebagai berikut :

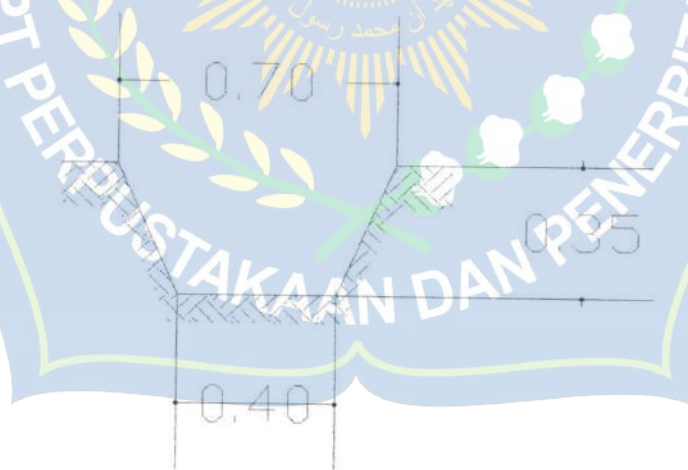
Tabel 2. Format perhitungan debit Aliran pada V- Noch Weir Thomsond

No Pengamatan	Bukaan kode	Sudut bukaan Stop crant	Tinggi muka air pada pintu thomson (h)	Tinggi V-Notch Weir	Debit Q
	Debit (Q)	(m)	(cm)	(m°)	m ³ /detik
1	Q1	30°	-	-	-
2	Q2	50°	-	-	-
3	Q3	90°	-	-	-

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

5. Persiapan penelitian

- a. Saluran terbuka (open channel) dengan bentuk 0.70 x 0.40 x 0.35 m, dengan panjang saluran 8,30 m.



Gambar 7. Bentuk penampang saluran

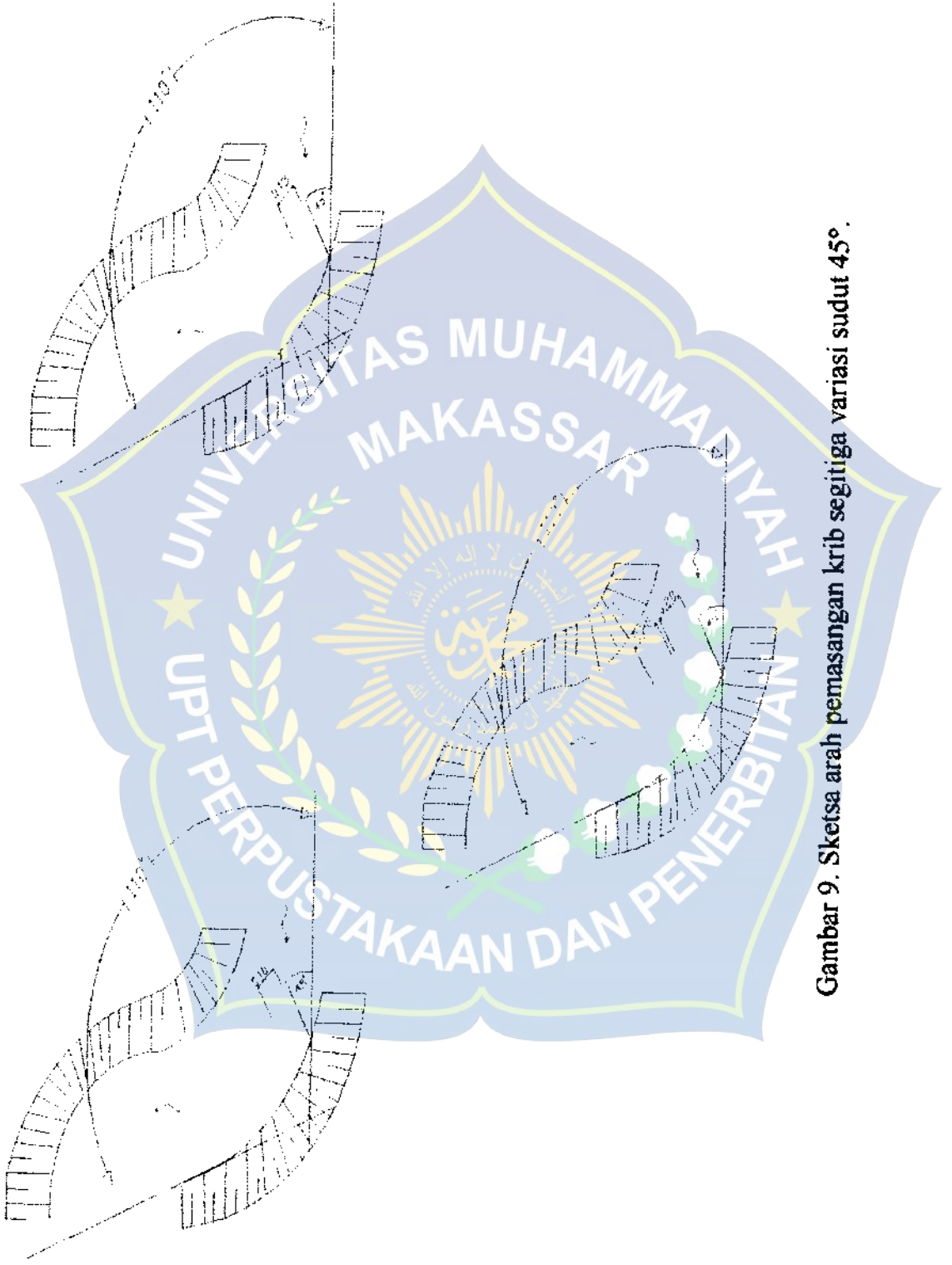
- b. Penelitian ini hanya menggunakan belokan saluran 110°.
- c. Krib dipasang dengan ukuran panjang 11 cm , lebar 10 cm dan jarak 3 cm.



Gambar 8. Model krib beton bentuk segitiga.

- d. Jarak pemasangan krib divariasikan dengan jarak antara 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Dengan sudut pemasangan krib divariasikan menjadi 45° , 90° dan 135° , penyusunan krib seperti pada gambar berikut :

Sketsa arah penempatan krib variasi sudut 45° jarak 10, 15 dan, 20 cm



Gambar 9. Sketsa arah pemasangan krib segitiga variasi sudut 45°.

Sketsa arah penempatan krib variasi sudut 90° jarak 10, 15 dan, 20 cm



Gambar 10. Sketsa arah pemasangan krib segitiga variasi sudut 90°.

Sketsa arah penempatan krib variasi sudut 135° jarak 10, 15 dan, 20 cm



Gambar 11. Sketsa arah pemasangan krib segitiga variasi sudut 135°.

Tabel 3. Format tabel pengambilan data laboratorium.

No	waktu (T)	Tinggi muka air pada pintu thomson (cm)	Debit (Q) m ³ /det	Sudut Pemasangan Blok	Jarak antara blok (cm)	Kecepatan aliran V m/det				Kedalaman aliran (h) M				Perhitungan Luasan Gerusan (m ³)	Titik Suhu°
						V1	V2	V3	rata-rata	h1	h2	h3	rata-rata		
1	2 menit	10,00		45°	10										
		15													
		20													
2	4 menit	12,00		90°	10										
		15													
		20													
3	6 menit	14,00		135°	10										
		15													
		20													
1	2 menit	10,00		45°	10										
		15													
		20													
2	4 menit	12,00		90°	10										
		15													
		20													
3	6 menit	14,00		135°	10										
		15													
		20													
1	2 menit	10,00		45°	10										
		15													
		20													
2	4 menit	12,00		90°	10										
		15													
		20													
3	6 menit	14,00		135°	10										
		15													
		20													

E. Teknik Analisis Data

Data dari laboratorium diolah sebagai bahan analisa terhadap hasil studi ini, sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. Data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisa hasil penelitian.

Analisa data yang menyangkut hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut dengan menggunakan persamaan 2.3 dan 2.4.

1. Perhitungan debit Q.

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(3.1)$$

2. Perhitungan sifat aliran dengan menggunakan bilangan rumus Froude (Fr).

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g.h}} \dots\dots\dots(3.2)$$

F. Variable yang diteliti

Sesuai tujuan penelitian ini yang dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian untuk mengetahui besarnya pengaruh krib terhadap gerusan pada belokan saluran yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Variabel yang akan digunakan adalah :

1. Variabel bebas :

- a. Debit (Q)
- b. Waktu (t)
- c. Luas penampang saluran (A)
- d. Kedalaman aliran (h)
- e. Angka froude (Fr)

2. Variabel terikat :

- a. Kecepatan Aliran (v)
- b. Volume gerusan (V_g)

G. Prosedur Penelitian

1. Prosedur Persiapan

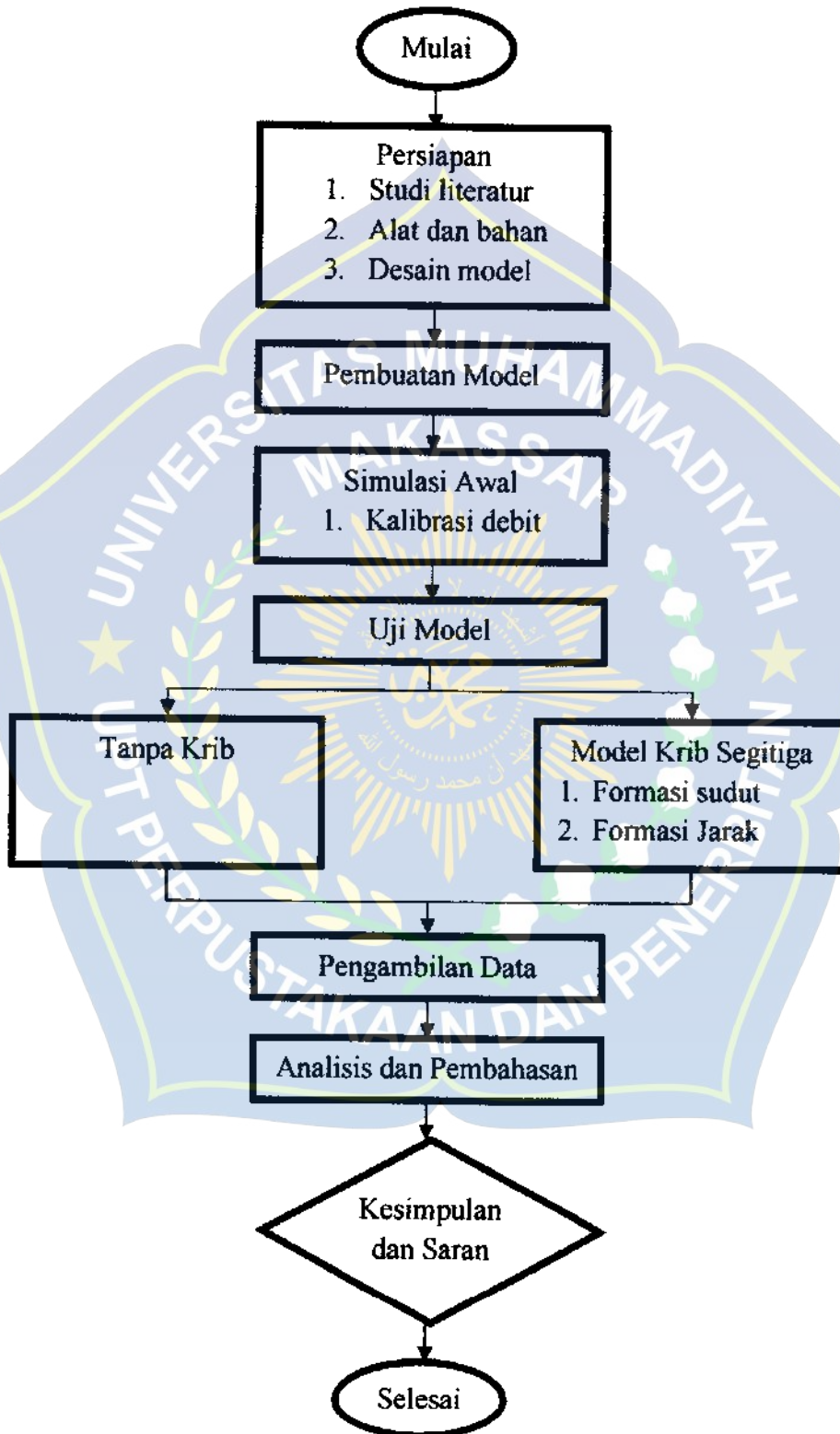
- a. Membersihkan penampang saluran dari pasir/tanah.
- b. Memadatkan tanah pada dinding dan dasar saluran.
- c. Menjalankan dan menghidupkan pompa air.
- d. Stel putaran stop crant sesuai kebutuhan debit.
- e. Normalkan aliran.
- f. Hitung waktu pengamatan.
- g. Pengambilan data sesuai pada variasi yang diuji.

- h. Simulasi variasi selanjutnya dan seterusnya hingga selesai pengambilan data.

2. Prosedur Pelaksanaan

- a. Membersihkan dan mengeringkan saluran yang akan digunakan.
- b. Melakukan pemadatan tanah pada dasar saluran tersebut.
- c. Pembuatan model krib cetakan dengan variasi telah ditentukan.
- d. Pemasangan krib pada belokan saluran dengan variasi, jarak dan, sudut kemiringan yang telah ditentukan, kemudian dialirkan air dengan variasi debit (Q) yang telah di terapkan.
- e. Mengamati dan mengambil data kedalaman aliran (h) di setiap titik dengan waktu ($t_1 = 2$ menit, $t_2 = 4$ menit dan $t_3 = 6$ menit) kemudian matikan pompa agar aliran di saluran berhenti.
- f. Lakukan pengambilan data keruntuhan dinding pada tiap-tiap segmen.
- g. Ulangi langkah ke dua dengan variasi jarak dan variasi sudut pemasangan krib yang berbeda.
- h. Mengolah data yang didapatkan pada saat penelitian.

H. Flow Chart Penelitian



Gambar 12. Bagan Dan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Data

a. Kalibrasi debit aliran

Perhitungan debit aliran diperoleh dengan menggunakan persamaan

Thomson (pelimpah segitiga), seperti dibawah ini :

$$\text{Dik: } H_i = 0.10$$

$$V = 1.417$$

$$\text{Dit: } Q_1 = \dots\dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \text{Peny: } Q_1 &= V \times H_i^{5/2} \\ &= 1.417 \times 0.10^{5/2} \\ &= 1.417 \times 0.0032 \\ &= 0.00448 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Menentukan nilai koefisien debit (*Cd*)

Nilai koefisien debit(*cd*) di hitung dengan

$$\text{Dik: } H_1 = 0.10$$

$$g = 9.81$$

$$Q_1 = 3 \times 10^{-3}$$

$$\text{Dit: } Cd_1 = \dots\dots?$$

$$\text{Peny: } Cd_1 = \frac{Q_1 \times 15}{8 \times \sqrt{2 \times g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H_1^{\frac{5}{2}}}$$

$$Cd_1 = \frac{3 \times 10^{-3} \times 15}{8 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times \tan 90^\circ \times 0.10^{\frac{5}{2}}}$$

$$Cd_1 = 0.60$$

Menentukan Debit (Q) pengaliran di Saluran :

$$\text{Dit: } (Cd) = 0,60$$

$$(g) = 9.81$$

$$(\varphi) = 90^\circ$$

$$(H_1) = 0.10$$

$$\text{Dit: } Q_1 = \dots\dots\dots?$$

$$\text{Peny: } Q_1 = \left(\frac{8}{15}\right) \times Cd_1 \times \sqrt{2 \times g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H_1^{\frac{5}{2}}$$

$$Q_1 = \left(\frac{8}{15}\right) \times 0.60 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times \tan 90^\circ \times 0.10^{\frac{5}{2}}$$

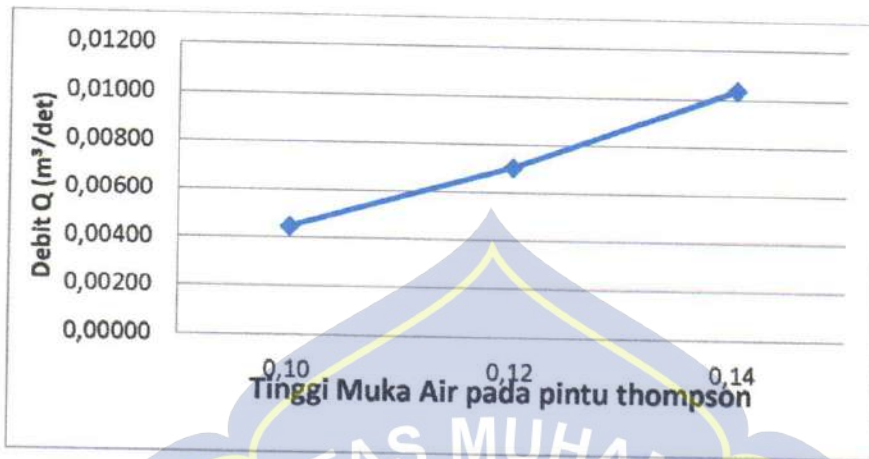
$$Q_1 = 0.00448 \text{ m}^3/\text{dik}$$

Adapun hasil kalibrasi debit aliran untuk tinggi muka air pada pintu thompson dari pengamatan di laboratorium adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Perhitungan debit aliran untuk tinggi muka air pada pintu Thompson.

No.	Jarak Bukaan Stop Crant (°)	Tinggi muka aliran (H) Thomson (m)	Koesfisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m ³ /det
1	30°	0,10	0,60	0,00448
2	50°	0,12	0,60	0,00707
3	90°	0,14	0,60	0,01039

$$Q = 1,417.H^{5/2}$$



Gambar 13. Hubungan antara variasi debit dan H V-Notch Weir

b. Perhitungan Karakteristik Aliaran

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

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	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	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
0,00448	2	0,072	0,40	0,9	0,0048	0,560	0,009	1,114	super kritis
	4	0,072	0,40	1,0	0,0043	0,561	0,008	1,230	super kritis
	6	0,068	0,40	1,1	0,0042	0,552	0,008	1,307	super kritis
0,00707	2	0,076	0,40	0,9	0,0079	0,570	0,014	1,043	super kritis
	4	0,068	0,40	1,2	0,0059	0,551	0,011	1,474	super kritis
	6	0,071	0,40	1,1	0,0062	0,558	0,011	1,362	super kritis
0,01039	2	0,088	0,40	1,1	0,0097	0,598	0,016	1,146	super kritis
	4	0,080	0,40	1,2	0,0089	0,579	0,015	1,318	super kritis
	6	0,077	0,40	1,1	0,0092	0,571	0,016	1,307	super kritis

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* (*Fr*) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 10 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.

Sudut	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	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
45	0,00448	2	0,072	0,40	1,4	0,0032	0,560	0,006	1,671	super kritis
		4	0,072	0,40	1,5	0,0030	0,560	0,005	1,790	super kritis
		6	0,075	0,40	1,5	0,0029	0,568	0,005	1,785	super kritis
	0,00707	2	0,063	0,40	1,2	0,0057	0,542	0,011	1,565	super kritis
		4	0,063	0,40	1,4	0,0052	0,542	0,010	1,735	super kritis
		6	0,068	0,40	1,2	0,0059	0,553	0,011	1,466	super kritis
	0,01039	2	0,065	0,40	1,2	0,0087	0,545	0,016	1,504	super kritis
		4	0,053	0,40	1,4	0,0074	0,519	0,014	1,936	super kritis
		6	0,073	0,40	1,4	0,0073	0,564	0,013	1,691	super kritis
90	0,00448	2	0,063	0,40	1,4	0,0031	0,542	0,006	1,819	super kritis
		4	0,067	0,40	1,5	0,0030	0,551	0,005	1,847	super kritis
		6	0,072	0,40	1,4	0,0031	0,562	0,006	1,702	super kritis
	0,00707	2	0,067	0,40	1,4	0,0052	0,549	0,009	1,691	super kritis
		4	0,070	0,40	1,2	0,0057	0,557	0,010	1,489	super kritis
		6	0,067	0,40	1,3	0,0054	0,549	0,010	1,608	super kritis
	0,01039	2	0,050	0,40	1,5	0,0071	0,512	0,014	2,095	super kritis
		4	0,062	0,40	1,3	0,0082	0,538	0,015	1,629	super kritis
		6	0,072	0,40	1,3	0,0078	0,560	0,014	1,591	super kritis
135	0,00448	2	0,045	0,40	1,5	0,0031	0,501	0,006	2,209	super kritis
		4	0,045	0,40	1,5	0,0030	0,501	0,006	2,259	super kritis
		6	0,047	0,40	1,4	0,0032	0,506	0,006	2,056	super kritis
	0,00707	2	0,048	0,40	1,3	0,0056	0,507	0,011	1,847	super kritis
		4	0,050	0,40	1,2	0,0059	0,512	0,012	1,714	super kritis
		6	0,052	0,40	1,2	0,0057	0,516	0,011	1,733	super kritis
	0,01039	2	0,055	0,40	1,4	0,0074	0,523	0,014	1,907	super kritis
		4	0,057	0,40	1,3	0,0080	0,527	0,015	1,744	super kritis
		6	0,063	0,40	1,3	0,0078	0,542	0,014	1,692	super kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Froude* (*Fr*) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 15 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.

Sudut	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	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
45	0,00448	2	0,047	0,40	1,3	0,0034	0,504	0,007	1,922	super kritis
		4	0,049	0,40	1,4	0,0032	0,509	0,006	2,027	super kritis
		6	0,052	0,40	1,4	0,0032	0,517	0,006	1,955	super kritis
	0,00707	2	0,057	0,40	1,3	0,0054	0,527	0,010	1,744	super kritis
		4	0,057	0,40	1,2	0,0057	0,528	0,011	1,645	super kritis
		6	0,062	0,40	1,3	0,0053	0,538	0,010	1,715	super kritis
	0,01039	2	0,067	0,40	1,3	0,0080	0,549	0,015	1,608	super kritis
		4	0,065	0,40	1,3	0,0078	0,545	0,014	1,671	super kritis
		6	0,067	0,40	1,3	0,0078	0,549	0,014	1,650	super kritis
90	0,00448	2	0,055	0,40	1,4	0,0031	0,523	0,006	1,952	super kritis
		4	0,068	0,40	1,3	0,0034	0,553	0,006	1,589	super kritis
		6	0,070	0,40	1,2	0,0036	0,557	0,007	1,489	super kritis
	0,00707	2	0,063	0,40	1,1	0,0062	0,542	0,012	1,439	super kritis
		4	0,068	0,40	1,2	0,0061	0,553	0,011	1,405	super kritis
		6	0,077	0,40	1,2	0,0059	0,571	0,010	1,384	super kritis
	0,01039	2	0,067	0,40	1,3	0,0080	0,549	0,015	1,608	super kritis
		4	0,070	0,40	1,2	0,0084	0,557	0,015	1,486	super kritis
		6	0,073	0,40	1,4	0,0076	0,564	0,013	1,612	super kritis
135	0,00448	2	0,050	0,40	1,4	0,0033	0,512	0,006	1,952	super kritis
		4	0,057	0,40	1,3	0,0034	0,527	0,006	1,789	super kritis
		6	0,062	0,40	1,4	0,0033	0,538	0,006	1,758	super kritis
	0,00707	2	0,257	0,40	1,1	0,0062	0,974	0,006	0,715	super kritis
		4	0,063	0,40	1,2	0,0057	0,542	0,011	1,565	super kritis
		6	0,068	0,40	1,2	0,0057	0,553	0,010	1,507	super kritis
	0,01039	2	0,066	0,40	1,2	0,0084	0,547	0,015	1,537	super kritis
		4	0,070	0,40	1,2	0,0087	0,557	0,016	1,449	super kritis
		6	0,070	0,40	1,2	0,0087	0,557	0,016	1,449	super kritis

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* (*Fr*) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 20 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.

Sudut	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	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
45	0,00448	2	0,042	0,40	1,3	0,0034	0,493	0,007	2,034	super kritis
		4	0,045	0,40	1,2	0,0037	0,501	0,007	1,807	super kritis
		6	0,050	0,40	1,3	0,0034	0,512	0,007	1,905	super kritis
	0,00707	2	0,050	0,40	1,2	0,0057	0,512	0,011	1,762	super kritis
		4	0,053	0,40	1,2	0,0061	0,519	0,012	1,614	super kritis
		6	0,058	0,40	1,1	0,0062	0,530	0,012	1,499	super kritis
	0,01039	2	0,054	0,40	1,1	0,0094	0,521	0,018	1,507	super kritis
		4	0,058	0,40	1,1	0,0094	0,530	0,018	1,455	super kritis
		6	0,060	0,40	1,2	0,0089	0,534	0,017	1,521	super kritis
90	0,00448	2	0,043	0,40	1,3	0,0034	0,497	0,007	2,046	super kritis
		4	0,048	0,40	1,2	0,0037	0,508	0,007	1,744	super kritis
		6	0,053	0,40	1,2	0,0037	0,519	0,007	1,660	super kritis
	0,00707	2	0,051	0,40	1,2	0,0059	0,515	0,011	1,692	super kritis
		4	0,057	0,40	1,2	0,0057	0,527	0,011	1,655	super kritis
		6	0,056	0,40	1,3	0,0056	0,526	0,011	1,705	super kritis
	0,01039	2	0,055	0,40	1,2	0,0084	0,523	0,016	1,680	super kritis
		4	0,058	0,40	1,0	0,0101	0,530	0,019	1,367	super kritis
		6	0,061	0,40	1,2	0,0087	0,536	0,016	1,556	super kritis
135	0,00448	2	0,033	0,40	1,3	0,0034	0,475	0,007	2,275	super kritis
		4	0,042	0,40	1,3	0,0034	0,493	0,007	2,034	super kritis
		6	0,047	0,40	1,2	0,0037	0,504	0,007	1,774	super kritis
	0,00707	2	0,040	0,40	1,3	0,0056	0,489	0,011	2,023	super kritis
		4	0,047	0,40	1,2	0,0061	0,506	0,012	1,713	super kritis
		6	0,051	0,40	1,1	0,0062	0,514	0,012	1,603	super kritis
	0,01039	2	0,047	0,40	1,1	0,0092	0,504	0,018	1,676	super kritis
		4	0,047	0,40	1,0	0,0101	0,504	0,020	1,528	super kritis
		6	0,048	0,40	1,2	0,0084	0,508	0,017	1,792	super kritis

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

Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	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 Hidrodis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m ² /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
0,00448	2	0,072	0,40	0,93	0,0048	0,560	0,009	27,4	0,000000852	9387,441	transisi
	4	0,072	0,40	1,03	0,0043	0,561	0,008	27,4	0,000000852	9374,968	transisi
	6	0,068	0,40	1,07	0,0042	0,552	0,008	27,3	0,000000854	9504,549	transisi
0,00707	2	0,076	0,40	0,90	0,0079	0,570	0,014	27,4	0,000000852	14556,379	turbulen
	4	0,068	0,40	1,20	0,0059	0,551	0,011	27,5	0,000000850	15083,785	turbulen
	6	0,071	0,40	1,13	0,0062	0,558	0,011	27,4	0,000000852	14867,472	turbulen
0,01039	2	0,088	0,40	0,87	0,0120	0,598	0,020	27,3	0,000000854	20364,798	turbulen
	4	0,080	0,40	1,17	0,0089	0,579	0,015	27,4	0,000000852	21069,669	turbulen
	6	0,077	0,40	1,13	0,0092	0,571	0,016	27,4	0,000000852	21344,495	turbulen



Tabel 10. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 10 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.

Sudut	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecapatan 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
45	0,00448	2	0,072	0,40	1,4	0,0032	0,560	0,006	27,4	0,000000852	9387,441	transisi
		4	0,072	0,40	1,5	0,0030	0,560	0,005	27,8	0,000000844	9476,421	transisi
		6	0,075	0,40	1,5	0,0029	0,568	0,005	27,4	0,000000852	9252,043	transisi
	0,00707	2	0,063	0,40	1,2	0,0057	0,542	0,011	27,4	0,000000852	15317,595	turbulen
		4	0,063	0,40	1,4	0,0052	0,542	0,010	27,6	0,000000848	15389,847	turbulen
		6	0,068	0,40	1,2	0,0059	0,553	0,011	27,4	0,000000852	15007,796	turbulen
90	0,01039	2	0,065	0,40	1,2	0,0087	0,545	0,016	27,5	0,000000850	22418,169	turbulen
		4	0,053	0,40	1,4	0,0074	0,519	0,014	27,4	0,000000852	23489,189	turbulen
		6	0,073	0,40	1,4	0,0073	0,564	0,013	27,4	0,000000852	21626,584	turbulen
	0,00448	2	0,063	0,40	1,4	0,0031	0,542	0,006	27,5	0,000000850	9733,256	transisi
		4	0,067	0,40	1,5	0,0030	0,551	0,005	27,4	0,000000852	9552,655	transisi
		6	0,072	0,40	1,4	0,0031	0,562	0,006	27,5	0,000000850	9384,558	transisi
135	0,00707	2	0,067	0,40	1,4	0,0052	0,549	0,009	27,3	0,000000854	15074,275	turbulen
		4	0,070	0,40	1,2	0,0057	0,557	0,010	27,2	0,000000856	14837,636	turbulen
		6	0,067	0,40	1,3	0,0054	0,549	0,010	27,5	0,000000850	15145,213	turbulen
	0,01039	2	0,050	0,40	1,5	0,0071	0,512	0,014	27,4	0,000000852	23831,270	turbulen
		4	0,062	0,40	1,3	0,0082	0,538	0,015	27,5	0,000000850	22728,818	turbulen
		6	0,072	0,40	1,3	0,0078	0,560	0,014	27,4	0,000000852	21770,444	turbulen
0,00448	2	0,045	0,40	1,5	0,0031	0,501	0,006	27,4	0,000000852	10505,565	transisi	
	4	0,045	0,40	1,5	0,0030	0,501	0,006	27,7	0,000000846	10580,072	transisi	
	6	0,047	0,40	1,4	0,0032	0,506	0,006	27,3	0,000000854	10372,856	transisi	
	0,00707	2	0,048	0,40	1,3	0,0056	0,507	0,011	27,4	0,000000852	16352,786	turbulen
		4	0,050	0,40	1,2	0,0059	0,512	0,012	27,4	0,000000852	16209,895	turbulen
		6	0,052	0,40	1,2	0,0057	0,516	0,011	27,9	0,000000842	16283,838	turbulen
0,01039	2	0,055	0,40	1,4	0,0074	0,523	0,014	27,9	0,000000842	23598,786	turbulen	
	4	0,057	0,40	1,3	0,0080	0,527	0,015	27,8	0,000000844	23376,285	turbulen	
	6	0,063	0,40	1,3	0,0078	0,542	0,014	27,5	0,000000850	22572,425	turbulen	

Tabel 11. Perhitungan bilangan *Reynold* (Re) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 15 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.

Sudut	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	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
45	0,00448	2	0,047	0,40	1,3	0,0034	0,504	0,007	27,3	0,000000854	10403,515	transisi
		4	0,049	0,40	1,4	0,0032	0,509	0,006	27,9	0,000000842	10459,042	transisi
		6	0,052	0,40	1,4	0,0032	0,517	0,006	27,5	0,000000850	10196,305	transisi
	0,00707	2	0,057	0,40	1,3	0,0054	0,527	0,010	27,9	0,000000842	15938,186	turbulen
		4	0,057	0,40	1,2	0,0057	0,528	0,011	28,1	0,000000838	15969,067	turbulen
		6	0,062	0,40	1,3	0,0053	0,538	0,010	28,1	0,000000838	15681,398	turbulen
90	0,01039	2	0,067	0,40	1,3	0,0080	0,549	0,015	28,1	0,000000838	22584,852	turbulen
		4	0,065	0,40	1,3	0,0078	0,545	0,014	27,9	0,000000842	22631,168	turbulen
		6	0,067	0,40	1,3	0,0078	0,549	0,014	27,2	0,000000856	22109,937	turbulen
	0,00448	2	0,055	0,40	1,4	0,0031	0,523	0,006	27,4	0,000000852	10056,389	transisi
		4	0,068	0,40	1,3	0,0034	0,553	0,006	27,4	0,000000852	9514,015	transisi
		6	0,070	0,40	1,2	0,0036	0,557	0,007	27,5	0,000000850	9472,540	transisi
135	0,00707	2	0,063	0,40	1,1	0,0062	0,542	0,012	27,3	0,000000854	15281,722	turbulen
		4	0,068	0,40	1,2	0,0061	0,553	0,011	27,2	0,000000856	14937,666	turbulen
		6	0,077	0,40	1,2	0,0059	0,571	0,010	27,5	0,000000850	14552,566	turbulen
	0,01039	2	0,067	0,40	1,3	0,0080	0,549	0,015	27,4	0,000000852	22213,740	turbulen
		4	0,070	0,40	1,2	0,0084	0,557	0,015	27,5	0,000000850	21938,416	turbulen
		6	0,073	0,40	1,4	0,0076	0,564	0,013	27,4	0,000000852	21626,584	turbulen
0,00448	2	0,050	0,40	1,4	0,0033	0,512	0,006	27,4	0,000000852	10276,071	transisi	
	4	0,057	0,40	1,3	0,0034	0,527	0,006	27,6	0,000000848	10032,335	transisi	
	6	0,062	0,40	1,4	0,0033	0,538	0,006	27,9	0,000000842	9893,811	transisi	
0,00707	2	0,257	0,40	1,1	0,0062	0,974	0,006	28,3	0,000000834	8702,255	transisi	
	4	0,063	0,40	1,2	0,0057	0,542	0,011	28,4	0,000000832	15685,806	turbulen	
	6	0,068	0,40	1,2	0,0057	0,553	0,010	28,4	0,000000832	15368,561	turbulen	
0,01039	2	0,066	0,40	1,2	0,0084	0,547	0,015	28,1	0,000000838	22677,204	turbulen	
	4	0,070	0,40	1,2	0,0087	0,557	0,016	27,9	0,000000842	22176,518	turbulen	
	6	0,070	0,40	1,2	0,0087	0,557	0,016	27,7	0,000000846	22071,665	turbulen	

Tabel 12. Perhitungan bilangan Reynold (Re) untuk pemasangan krib segitiga pada jarak 20 cm, dengan sudut 45°, 90° dan 135°.

Sudut	Debit Pintu Thompson m ³ /det	Waktu (t) menit	Kedalaman Rata-rata (y) m	Lebar Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A) m ²	Keiling Basah (P) m	Jari-jari Hidrolis (R) m	Suhu (°C)	Viskositas m ² /det	Bilangan Reynolds (Re)	Keterangan
45	0,00448	2	0,042	0,40	1,3	0,0034	0,493	0,007	28,4	0,000000832	10920,696	transisi
		4	0,045	0,40	1,2	0,0037	0,501	0,007	28,1	0,000000838	10681,075	transisi
		6	0,050	0,40	1,3	0,0034	0,512	0,007	28,3	0,000000834	10497,857	transisi
	0,00707	2	0,050	0,40	1,2	0,0057	0,512	0,011	28,3	0,000000834	16559,749	turbulen
		4	0,053	0,40	1,2	0,0061	0,519	0,012	28,1	0,000000838	16244,136	turbulen
		6	0,058	0,40	1,1	0,0062	0,530	0,012	28,1	0,000000838	15901,749	turbulen
90	0,01039	2	0,054	0,40	1,1	0,0094	0,521	0,018	28,1	0,000000838	23779,210	turbulen
		4	0,058	0,40	1,1	0,0094	0,530	0,018	27,9	0,000000842	23267,182	turbulen
		6	0,060	0,40	1,2	0,0089	0,534	0,017	27,9	0,000000842	23104,851	turbulen
	0,00448	2	0,043	0,40	1,3	0,0034	0,497	0,007	27,4	0,000000852	10584,358	transisi
		4	0,048	0,40	1,2	0,0037	0,508	0,007	27,5	0,000000850	10375,803	transisi
		6	0,053	0,40	1,2	0,0037	0,519	0,007	27,5	0,000000850	10152,397	transisi
135	0,00707	2	0,051	0,40	1,2	0,0059	0,515	0,011	27,3	0,000000854	16078,272	turbulen
		4	0,057	0,40	1,2	0,0057	0,527	0,011	27,2	0,000000856	15677,514	turbulen
		6	0,056	0,40	1,3	0,0056	0,526	0,011	27,5	0,000000850	15810,553	turbulen
	0,01039	2	0,055	0,40	1,2	0,0084	0,523	0,016	27,4	0,000000852	23321,805	turbulen
		4	0,058	0,40	1,0	0,0101	0,530	0,019	27,5	0,000000850	23048,197	turbulen
		6	0,061	0,40	1,2	0,0087	0,536	0,016	27,4	0,000000852	22770,122	turbulen
0,00448	2	0,033	0,40	1,3	0,0034	0,475	0,007	28,2	0,000000836	11295,222	transisi	
	4	0,042	0,40	1,3	0,0034	0,493	0,007	27,9	0,000000842	10790,996	transisi	
	6	0,047	0,40	1,2	0,0037	0,504	0,007	28,2	0,000000836	10627,514	transisi	
	0,00707	2	0,040	0,40	1,3	0,0056	0,489	0,011	28,3	0,000000834	17316,298	turbulen
		4	0,047	0,40	1,2	0,0061	0,506	0,012	28,4	0,000000832	16795,232	turbulen
		6	0,051	0,40	1,1	0,0062	0,514	0,012	28,4	0,000000832	16527,348	turbulen
0,01039	2	0,047	0,40	1,1	0,0092	0,504	0,018	28,1	0,000000838	24587,481	turbulen	
	4	0,047	0,40	1,0	0,0101	0,504	0,020	27,9	0,000000842	24470,676	turbulen	
	6	0,048	0,40	1,2	0,0084	0,508	0,017	27,4	0,000000852	24006,074	turbulen	

Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* tanpa krib, variasi sudut 45, 90, dan 135 jarak krib 10 cm

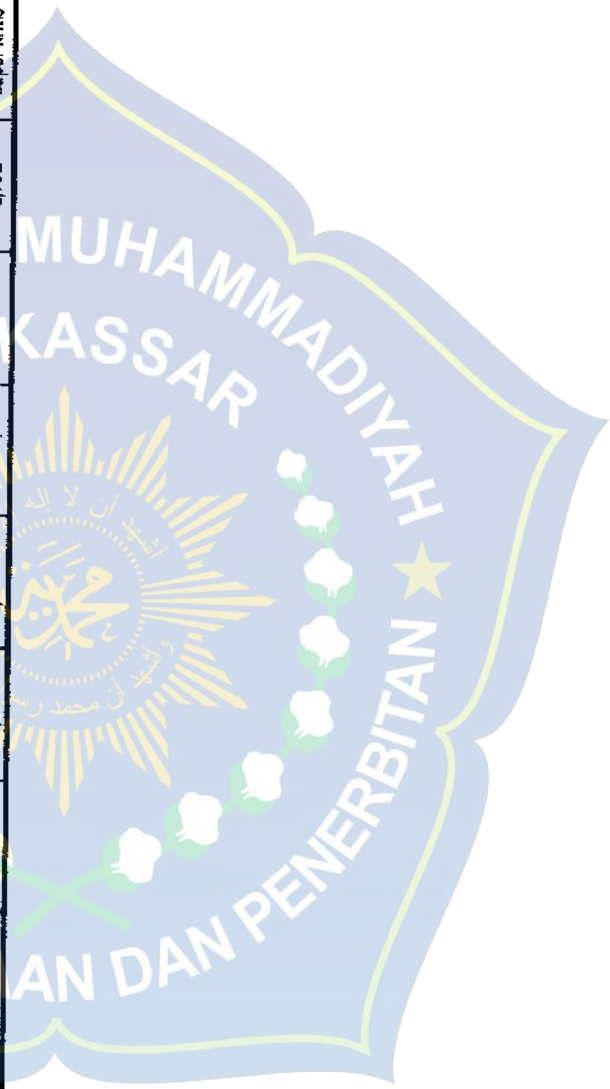
No	Debit pintu Thomsond m ³ /det	waktu (t) (menit)	tanpa pemasangan blok			Sudut pemasangan blok 45 jarak 10 cm			Sudut pemasangan blok 90 jarak 10 cm			Sudut pemasangan blok 135 jarak 10 cm						
			Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket	Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket	Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket				
1	0,00448	2	1,114	super kritis	11264,93	turbulen	1,671	super kritis	9387,44	transisi	1,922	super kritis	10403,51	transisi	2,209	super kritis	10920,70	transisi
2		4	1,230	super kritis	11340,69	turbulen	1,790	super kritis	9476,42	transisi	2,027	super kritis	10459,04	transisi	2,259	super kritis	10681,08	transisi
3		6	1,307	super kritis	11494,56	turbulen	1,785	super kritis	9252,04	transisi	1,955	super kritis	10196,31	transisi	2,056	super kritis	10497,86	transisi
4	0,00707	2	1,043	super kritis	14556,38	turbulen	1,565	super kritis	15317,59	turbulen	1,744	super kritis	15938,19	turbulen	1,847	super kritis	16559,75	turbulen
5		4	1,474	super kritis	15083,78	turbulen	1,735	super kritis	15389,85	turbulen	1,645	super kritis	15969,07	turbulen	1,714	super kritis	16244,14	turbulen
6		6	1,362	super kritis	14867,47	turbulen	1,466	super kritis	15007,80	turbulen	1,715	super kritis	15681,40	turbulen	1,733	super kritis	15901,75	turbulen
7	0,01039	2	1,146	super kritis	20364,80	turbulen	1,504	super kritis	22418,17	turbulen	1,608	super kritis	22584,85	turbulen	1,907	super kritis	23779,21	turbulen
8		4	1,318	super kritis	21069,67	turbulen	1,936	super kritis	23489,19	turbulen	1,671	super kritis	22631,17	turbulen	1,744	super kritis	23267,18	turbulen
9		6	1,307	super kritis	21344,49	turbulen	1,691	super kritis	21626,58	turbulen	1,650	super kritis	22109,94	turbulen	1,692	super kritis	23104,85	turbulen

Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* variasi sudut krib 45, 90, dan 135 jarak krib 15 cm

No	Debit pintu Thomsond m ³ /det	waktu (t) (menit)	Sudut pemasangan blok 45-jarak 15 cm			Sudut pemasangan blok 90-jarak 15 cm			Sudut pemasangan blok 135 jarak 15 cm					
			Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket	Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket	Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket
1	0,00448	2	1,922	super kritis	10403,51	transisi	1,952	super kritis	10056,39	transisi	1,952	super kritis	10276,07	transisi
2		4	2,027	super kritis	10459,04	transisi	1,589	super kritis	9514,01	transisi	1,789	super kritis	10032,33	transisi
3		6	1,955	super kritis	10196,31	transisi	1,489	super kritis	9472,54	transisi	1,758	super kritis	9893,81	transisi
4	0,00707	2	1,744	super kritis	15938,19	turbulen	1,439	super kritis	15281,72	turbulen	0,715	super kritis	8702,25	transisi
5		4	1,645	super kritis	15969,07	turbulen	1,405	super kritis	14937,67	turbulen	1,565	super kritis	15685,81	turbulen
6		6	1,715	super kritis	15681,40	turbulen	1,384	super kritis	14552,57	turbulen	1,507	super kritis	15368,56	turbulen
7	0,01039	2	1,608	super kritis	22584,85	turbulen	1,608	super kritis	22213,74	turbulen	1,537	super kritis	22671,20	turbulen
8		4	1,671	super kritis	22631,17	turbulen	1,486	super kritis	21938,42	turbulen	1,449	super kritis	22176,52	turbulen
9		6	1,650	super kritis	22109,94	turbulen	1,612	super kritis	21626,58	turbulen	1,449	super kritis	22071,66	turbulen

Tabel 15. Rekapitulasi Perhitungan bilangan *Froude* dan bilangan *Reynold* variasi sudut krib 45, 90, dan 135 jarak blok 20 cm

No	Debit pintu Thomson m ³ /det	waktu (t) (menit)	Sudut pemasangan blok 45 jarak 20 cm			Sudut pemasangan blok 90 jarak 20 cm			Sudut pemasangan blok 135 jarak 20 cm					
			Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket	Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket	Bilangan <i>Froude</i>	ket.	Bilangan <i>Reynold</i>	Ket
1		2	2,034	super kritis	10920,70	transisi	2,046	super kritis	10584,36	transisi	2,275	super kritis	11795,22	transisi
2	0,00448	4	1,807	super kritis	10681,08	transisi	1,744	super kritis	10375,80	transisi	2,034	super kritis	10791,00	transisi
3		6	1,905	super kritis	10497,86	transisi	1,660	super kritis	10152,40	transisi	1,774	super kritis	10627,51	transisi
4		2	1,762	super kritis	16559,75	turbulen	1,697	super kritis	16078,27	turbulen	2,023	super kritis	17316,30	turbulen
5	0,00707	4	1,614	super kritis	16244,14	turbulen	1,655	super kritis	15677,51	turbulen	1,713	super kritis	16795,23	turbulen
6		6	1,499	super kritis	15901,75	turbulen	1,705	super kritis	15810,55	turbulen	1,603	super kritis	16527,35	turbulen
7		2	1,507	super kritis	23779,21	turbulen	1,680	super kritis	23321,80	turbulen	1,676	super kritis	24587,48	turbulen
8	0,01039	4	1,455	super kritis	23267,18	turbulen	1,367	super kritis	23048,20	turbulen	1,528	super kritis	24470,68	turbulen
9		6	1,521	super kritis	23104,85	turbulen	1,556	super kritis	22770,12	turbulen	1,792	super kritis	24006,07	turbulen



B. Analisis Hasil Pengujian

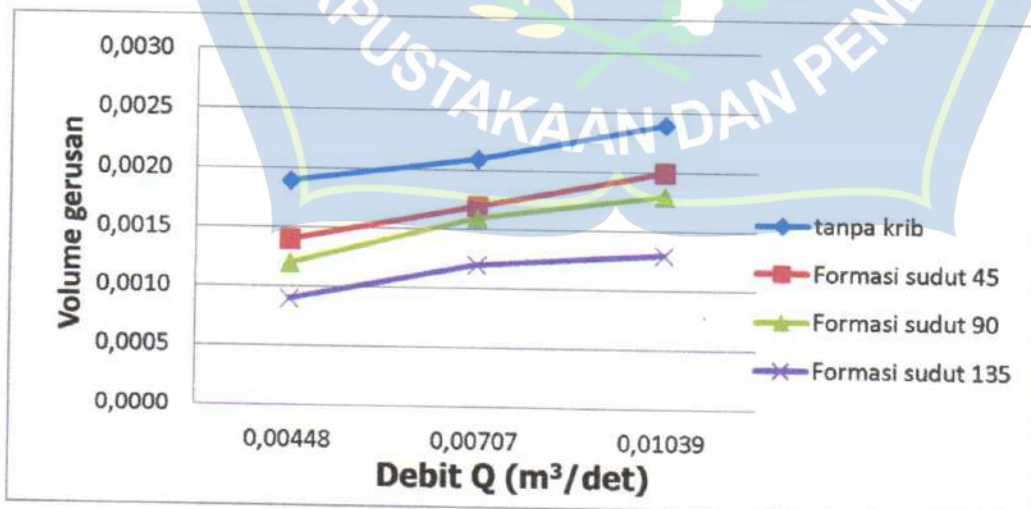
1. Formasi Jarak Antara Krib Beton Terhadap Gerusan Tebing

a. Volume Gerusan Pada Jarak Krib 10 cm, Dengan 3 Variasi Sudut Krib

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan sudut pemasangan krib dengan volume gerusan yang diperlihatkan pada tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Volume gerusan pada jarak krib 10 cm.

No	Debit Q (m ³ /det)	Volume gerusan (m ³) tiap kemiringan krib			
		Tanpa krib	45	90	135
1	Q1 = 0,00448	0,0019	0,0014	0,0012	0,0009
2	Q2 = 0,00707	0,0021	0,0017	0,0016	0,0012
3	Q3 = 0,01039	0,0024	0,0020	0,0018	0,0013



Gambar 14. Grafik hubungan debit aliran VS volume gerusan (m³) jarak krib 10 cm.

Pada gambar 14. Pengaruh hubungan debit aliran terhadap volume gerusan jarak krib 10 cm formasi krib di variasikan , pengambilan data awal tanpa menggunakan krib debit Q_1 volume gerusan $0,0019 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan $0,0021 \text{ m}^3$, debit Q_3 nilai gerusan $0,0024 \text{ m}^3$. Pada pemasangan krib untuk formasi sudut krib 45° debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0014 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0017 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0020 \text{ m}^3$. Formasi sudut pemasangan krib 90° , debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0016 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0018 \text{ m}^3$. Formasi sudut pemasangan krib 135° , debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0009 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0013 \text{ m}^3$.

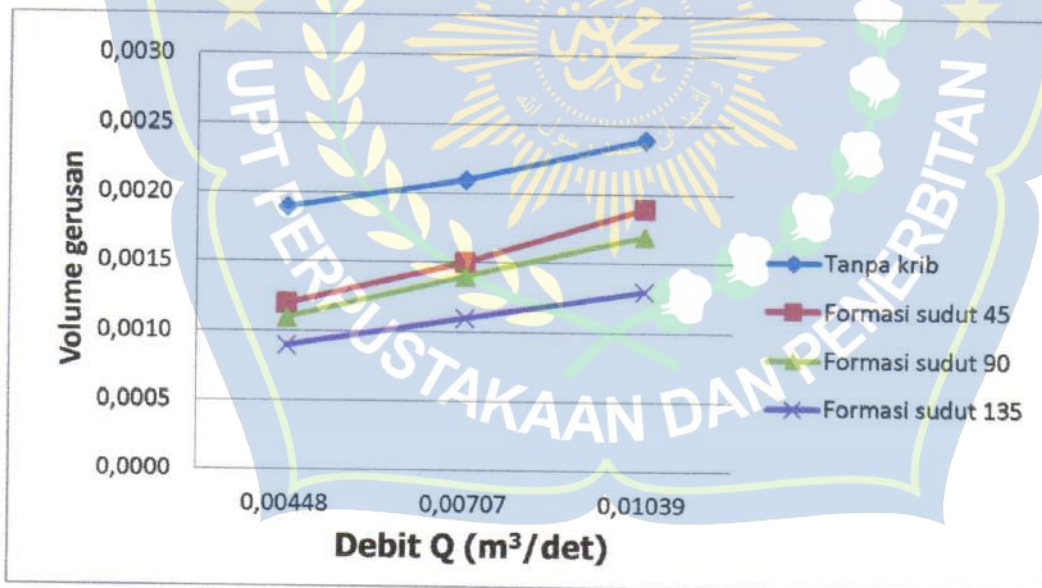
Pada gambar 14. diatas menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran; keruntuhan paling kecil terjadi pada sudut pemasangan krib kearah hilir saluran yaitu 135° .

b. Volume Gerusan Pada Jarak Krib 15 cm, Dengan 3 Variasi Sudut Krib

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan sudut pemasangan krib dengan volume gerusan yang diperlihatkan pada tabel 17 berikut ini.

Tabel 17. Volume gerusan pada jarak krib 15 cm

No	Debit Q (m ³ /det)	Volume gerusan (m ³) tiap kemiringan krib			
		Tanpa krib	45	90	135
1	Q1 = 0,00448	0,0019	0,0012	0,0011	0,0009
2	Q2 = 0,00707	0,0021	0,0015	0,0014	0,0011
3	Q3 = 0,01039	0,0024	0,0019	0,0017	0,0013



Gambar 15. Grafik hubungan debit aliran VS volume gerusan (m³) jarak krib 15 cm.

Pada gambar 15. Pengaruh hubungan debit aliran terhadap volume gerusan jarak krib 15 cm dan formasi krib di variasikan, pengambilan data awal tanpa menggunakan krib debit Q₁ volume gerusan 0,0019 m³, debit Q₂

volume gerusan $0,0021 \text{ m}^3$, debit Q_3 nilai gerusan $0,0024 \text{ m}^3$. Pada pemasangan krib untuk formasi sudut krib 45° debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0015 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0019 \text{ m}^3$. Formasi sudut pemasangan krib 90° , debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0014 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0017 \text{ m}^3$. Formasi sudut pemasangan krib 135° , debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0009 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0013 \text{ m}^3$.

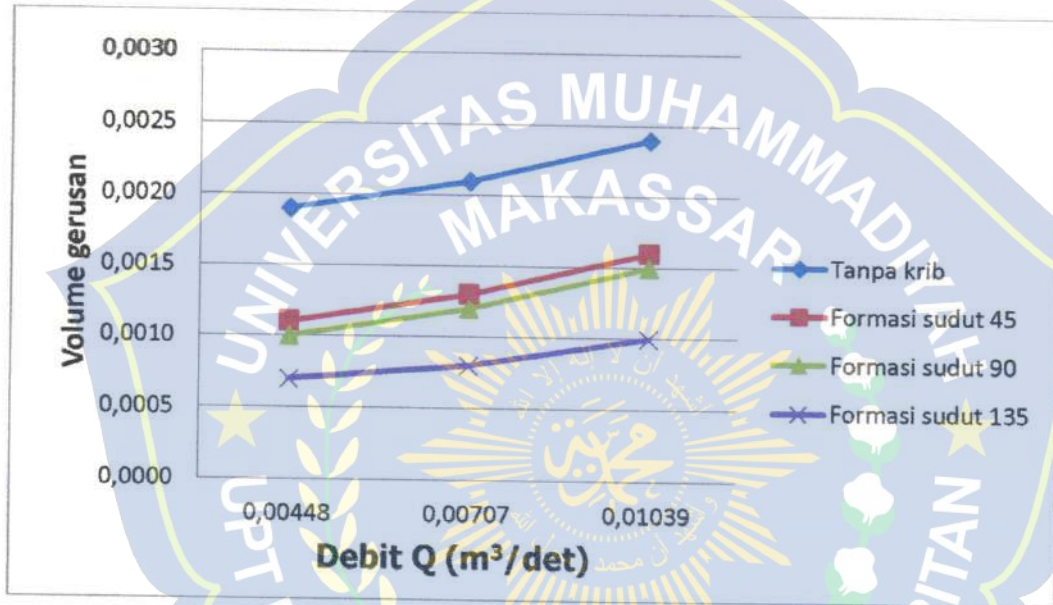
Pada gambar 15 diatas menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran, keruntuhan paling kecil terjadi pada sudut pemasangan krib kearah hilir saluran yaitu 135° .

c. Volume Gerusan Pada Jarak Krib 20 cm, Dengan 3 Variasi Sudut Krib

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hubungan sudut pemasangan krib dengan volume gerusan yang diperlihatkan pada tabel 18 berikut ini.

Tabel 18. Volume gerusan pada jarak krib 20 cm

No	Debit Q (m ³ /det)	Volume gerusan (m ³) tiap kemiringan krib			
		Tanpa krib	45	90	135
1	Q1 = 0,00448	0,0019	0,0011	0,0010	0,0007
2	Q2 = 0,00707	0,0021	0,0013	0,0012	0,0008
3	Q3 = 0,01039	0,0024	0,0016	0,0015	0,0010

Gambar 16. Grafik hubungan debit aliran VS volume gerusan (m³) jarak Krib 20 cm.

Pada gambar 16. Pengaruh hubungan debit aliran terhadap volume gerusan jarak krib 20 cm dan formasi krib di variasikan, pengambilan data awal tanpa menggunakan krib debit Q₁ volume gerusan 0,0019 m³, debit Q₂ volume gerusan 0,0021 m³, debit Q₃ nilai gerusan 0,0024 m³. Pada pemasangan krib untuk formasi sudut blok 45° debit Q₁ volume gerusan tebing 0,0011 m³, debit Q₂ volume gerusan tebing 0,0013 m³, debit Q₃ volume gerusan tebing 0,0016 m³. Formasi sudut pemasangan krib 90° , debit Q₁ volume gerusan tebing 0,0010 m³, debit Q₂ volume gerusan tebing

0,0012 m³, debit Q₃ volume gerusan tebing 0,0015 m³. Formasi sudut pemasangan krib 135°, debit Q₁ volume gerusan tebing 0,0007 m³, debit Q₂ volume gerusan tebing 0,0008m³, debit Q₃ volume gerusan tebing 0,0010 m³.

Pada gambar 16 diatas menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib, maka semakin kecil terjadinya gerusan pada tebing saluran, keruntuhan paling kecil terjadi pada sudut pemasangan krib kearah hilir saluran yaitu 135°.

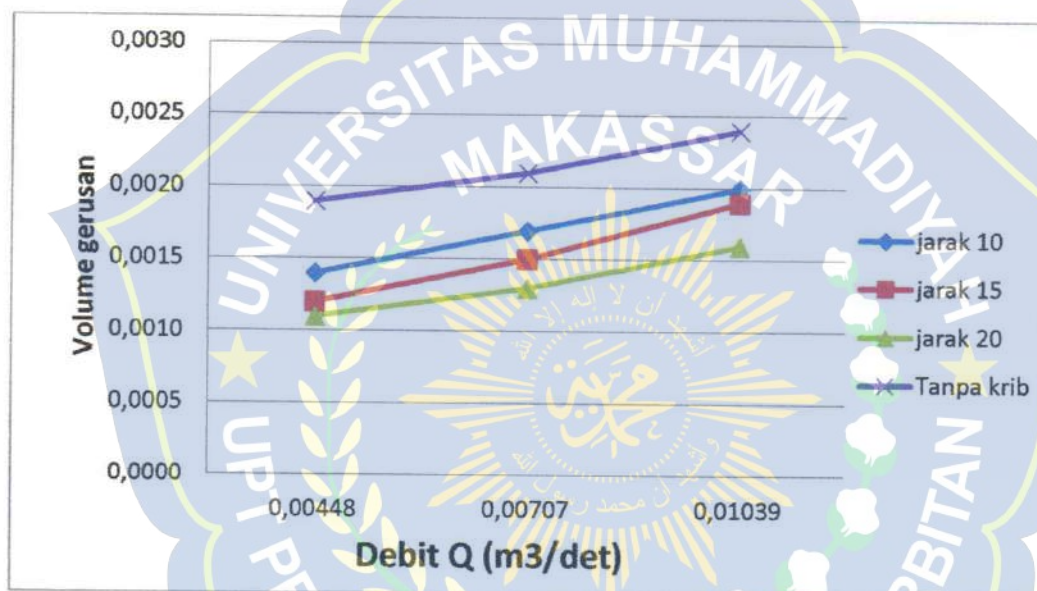
2. Formasi Sudut Krib

a. Volume Gerusan Pada Formasi Sudut Krib 45°, Dengan 3 Variasi Jarak Krib.

Berdasarkan dari data hasil peneliatian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan debit aliran dan formasi jarak krib terhadap volume gerusan tebing, pada bagian ini formasi sudut pemasangan krib 45° disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 19. Rekapitulasi hubungan debit aliran dan volume gerusan sudut 45°

No	Debit Q (m ³ /det)	jarak krib (cm)			
		Tanpa krib	10	15	20
1	Q1 = 0,00448	0,0019	0,0014	0,0012	0,0011
2	Q2 = 0,00707	0,0021	0,0017	0,0015	0,0013
3	Q3 = 0,01039	0,0024	0,0020	0,0019	0,0016



Gambar 17. Grafik hubungan formasi jarak dan debit aliran VS volume gerusan tebing pada formasi sudut pemasangan krib 45°

Pada gambar 17. Memperlihatkan hubungan antara debit aliran dengan volume gerusan. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh terhadap volume gerusan adalah variabel debit dan formasi jarak.

Pada peningkatan debit aliran sangat berpengaruh terhadap gerusan, pengambilan data awal tanpa menggunakan krib debit Q₁ volume gerusan 0,0019 m³, debit Q₂ volume gerusan 0,0021 m³, debit Q₃ nilai gerusan

0,0024 m³, untuk formasi sudut krib 45° jarak antara krib bervariasi, dimana pada jarak krib 10 cm, debit Q₁ volume gerusan tebing 0,0014 m³, debit Q₂ volume gerusan tebing 0,0017 m³, debit Q₃ volume gerusan tebing 0,0020 m³. Jarak krib 15 cm, debit Q₁ volume gerusan tebing 0,0012 m³, debit Q₂ volume gerusan tebing 0,0015 m³, debit Q₃ volume gerusan tebing 0,0019 m³. Jarak krib 20 cm, debit Q₁ volume gerusan tebing 0,0011 m³, debit Q₂ volume gerusan tebing 0,0013 m³, debit Q₃ volume gerusan tebing 0,0016 m³.

Pada gambar 17, menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib maka volume gerusan pada tebing saluran semakin kecil. Pengaruh variasi jarak pemasangan krib dan debit aliran terhadap volume keruntuhan tebing saluran, dimana dengan bervariasi jarak krib dan debit aliran di dapatkan volume gerusan yang bervariasi. Volume keruntuhan cenderung mengecil untuk sudut 45° pada jarak krib 20 cm yaitu nilai gerusan 0,0011 m³.

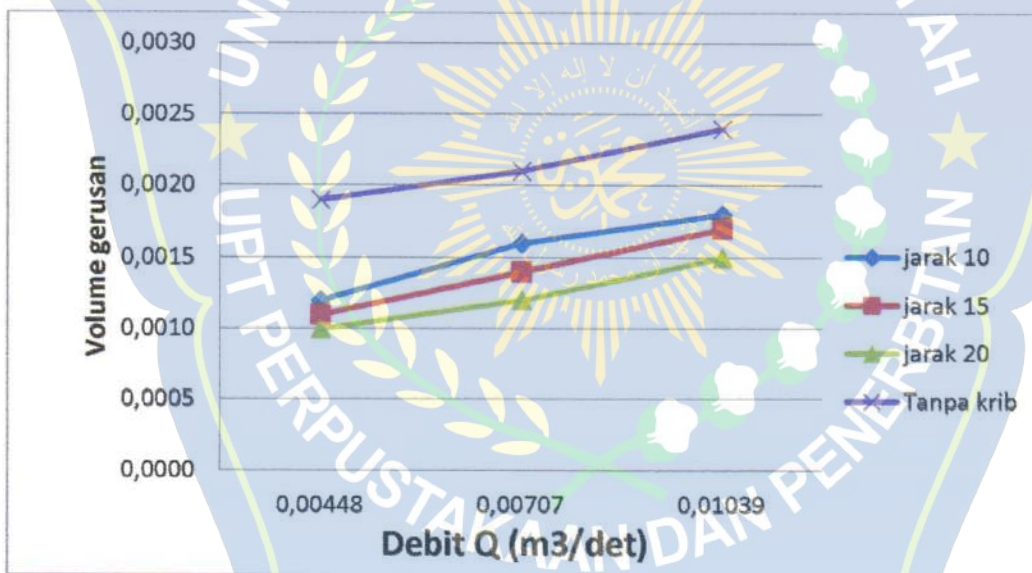
b. Volume Gerusan Pada Formasi Sudut Krib 90°, Dengan 3 Variasi Jarak Krib.

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan debit aliran dan formasi jarak krib terhadap

volume gerusan tebing, pada bagian ini formasi sudut pemasangan krib 90° disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 20. Rekapitulasi hubungan debit aliran dan volume gerusan sudut 90°

No	Debit Q (m ³ /det)	jarak krib (cm)			
		Tanpa krib	10	15	20
1	Q1 = 0,00448	0,0019	0,0012	0,0011	0,0010
2	Q2 = 0,00707	0,0021	0,0016	0,0014	0,0012
3	Q3 = 0,01039	0,0024	0,0018	0,0017	0,0015



Gambar 18. Hubungan formasi jarak dan debit aliran VS volume gerusan tebing pada formasi sudut pemasangan krib 90°

Pada gambar 18. Memperlihatkan hubungan antara debit aliran dengan volume gerusan. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh terhadap volume gerusan adalah variabel debit dan formasi jarak.

Pada peningkatan debit aliran sangat berpengaruh terhadap gerusan, pengambilan data awal tanpa menggunakan krib debit Q_1 volume gerusan $0,0019 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan $0,0021 \text{ m}^3$, debit Q_3 nilai gerusan $0,0024 \text{ m}^3$, untuk formasi sudut krib 90° jarak antara krib bervariasi, dimana pada jarak krib 10 cm, debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0016 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0018 \text{ m}^3$. Jarak krib 15 cm, debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0014 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0017 \text{ m}^3$. Jarak krib 20 cm, debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0010 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0015 \text{ m}^3$.

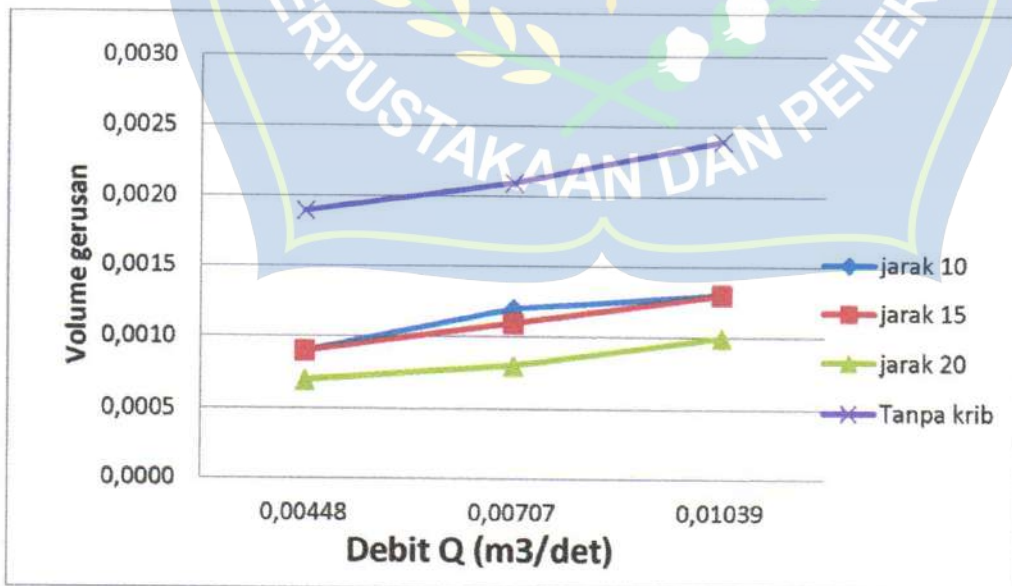
Pada gambar 18, menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib maka volume gerusan pada tebing saluran semakin kecil. Pengaruh variasi jarak pemasangan krib dan debit aliran terhadap volume keruntuhan tebing saluran, dimana dengan bervariasi jarak krib dan debit aliran di dapatkan volume gerusan yang bervariasi. Volume keruntuhan cenderung mengecil untuk sudut 90° pada jarak krib 20 cm yaitu nilai gerusan $0,0010 \text{ m}^3$.

c. Volume Gerusan Pada Formasi Sudut Krib 135°, Dengan 3 Variasi Jarak Krib.

Berdasarkan dari data hasil peneliatian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan debit aliran dan formasi jarak krib terhadap volume gerusan tebing, pada bagian ini formasi sudut pemasangan krib 135° disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 21. Rekapitulasi hubungan debit aliran dan volume gerusan sudut 135°

No	Debit Q (m ³ /det)	jarak krib (cm)			
		Tanpa krib	10	15	20
1	Q1 = 0,00448	0,0019	0,0009	0,0009	0,0007
2	Q2 = 0,00707	0,0021	0,0012	0,0011	0,0008
3	Q3 = 0,01039	0,0024	0,0013	0,0013	0,0010



Gambar 19. Hubungan formasi jarak dan debit aliran VS volume gerusan tebing Pada formasi sudut pemasangan krib 135°

Pada gambar 19. Memperlihatkan hubungan antara debit aliran dengan volume gerusan. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh terhadap volume gerusan adalah variabel debit dan formasi jarak.

Pada peningkatan debit aliran sangat berpengaruh terhadap gerusan, pengambilan data awal tanpa menggunakan krib debit Q_1 volume gerusan $0,0019 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan $0,0021 \text{ m}^3$, debit Q_3 nilai gerusan $0,0024 \text{ m}^3$, untuk formasi sudut krib 135° jarak antara krib bervariasi, dimana pada jarak krib 10 cm, debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0009 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0013 \text{ m}^3$. Jarak krib 15 cm, debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0009 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0013 \text{ m}^3$. Jarak krib 20 cm, debit Q_1 volume gerusan tebing $0,0007 \text{ m}^3$, debit Q_2 volume gerusan tebing $0,0008 \text{ m}^3$, debit Q_3 volume gerusan tebing $0,0010 \text{ m}^3$.

Pada gambar 19, menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib maka volume gerusan pada tebing saluran semakin kecil. Pengaruh variasi jarak pemasangan krib dan debit aliran terhadap volume keruntuhan tebing saluran, dimana dengan bervariasi jarak krib dan debit aliran di dapatkan volume gerusan yang bervariasi. Volume keruntuhan cenderung mengecil untuk sudut 135° pada jarak krib 20 cm yaitu nilai gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.

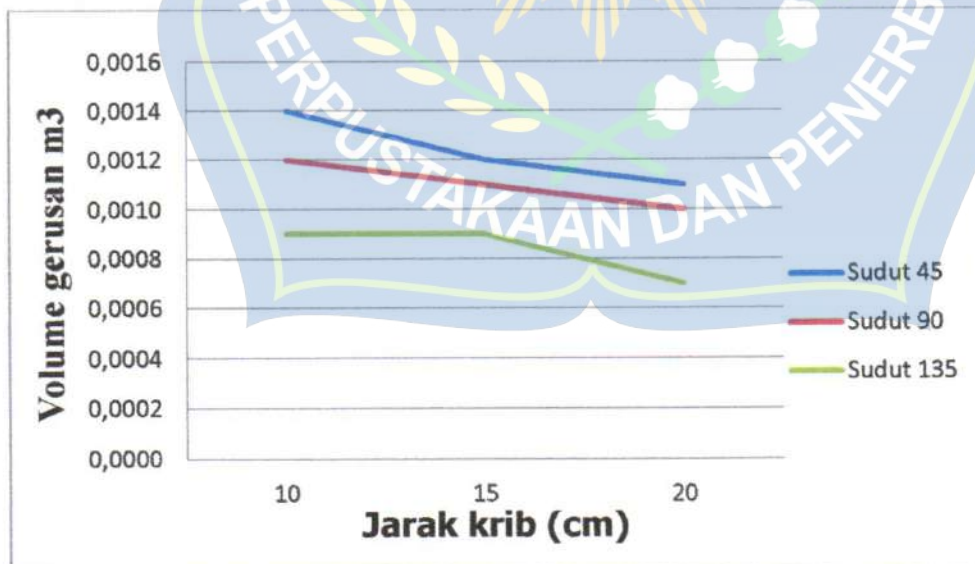
3. Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib Dengan 3 Variasi Debit

a. Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib, Dengan Debit Q1

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan formasi jarak terhadap volume gerusan tebing pada formasi sudut pemasangan krib 45°, 90°, 135° disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 22. Volume gerusan pada tiap jarak krib dengan debit Q1.

No	Jarak krib (cm)	Volume Gerusan (m ³) tiap kemiringan		
		45	90	135
1	10	0,0014	0,0012	0,0009
2	15	0,0012	0,0011	0,0009
3	20	0,0011	0,0010	0,0007



Gambar 20. Grafik hubungan formasi jarak krib VS volume gerusan (m³) debit Q1.

Pada gambar 20. Pengaruh hubungan formasi jarak krib terhadap volume gerusan pada sudut 45, 90, 135. Untuk debit $Q_1 = 0,00448 \text{ m}^3/\text{det}$. Pada pemasangan krib sudut 45° untuk jarak 10 cm, volume gerusan tebing $0,0014 \text{ m}^3$, sudut 45° untuk jarak 15 cm volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, sudut 45° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, sudut 90° untuk jarak 10, cm volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, sudut 90° untuk jarak 15 cm, volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, sudut 90° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0010 \text{ m}^3$, sudut 135° untuk jarak 10 cm, volume gerusan tebing $0,0009 \text{ m}^3$, sudut 135° untuk jarak 15 cm, volume gerusan tebing $0,0009 \text{ m}^3$, sudut 135° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0007 \text{ m}^3$.

Pada gambar 20. Diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib bentuk segitiga terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu jarak krib 20 cm dengan nilai gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.

b. Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib, Dengan Debit Q_2

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan formasi jarak terhadap volume gerusan tebing pada formasi sudut pemasangan krib 45° , 90° , 135° disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 23. Volume gerusan pada tiap jarak krib dengan debit Q_2 .

No	Jarak krib (cm)	Volume Gerusan (m^3) tiap kemiringan		
		45	90	135
1	10	0,0017	0,0016	0,0012
2	15	0,0015	0,0014	0,0011
3	20	0,0013	0,0012	0,0008

Gambar 21. Grafik hubungan formasi jarak krib VS volume gerusan (m^3) debit Q_2 .

Pada gambar 21. Pengaruh hubungan formasi jarak krib terhadap volume gerusan pada sudut 45, 90, 135. Untuk debit $Q_2 = 0,00707 m^3/det$. Pada pemasangan krib sudut 45° untuk jarak 10 cm, volume gerusan tebing $0,0017 m^3$, sudut 45° untuk jarak 15 cm volume gerusan tebing $0,0015 m^3$, sudut 45° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0013 m^3$, sudut 90° untuk jarak 10, cm volume gerusan tebing $0,0016 m^3$, sudut 90° untuk jarak 15 cm, volume gerusan tebing $0,0014 m^3$, sudut 90° untuk jarak 20 cm,

volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, sudut 135° untuk jarak 10 cm, volume gerusan tebing $0,0012 \text{ m}^3$, sudut 135° untuk jarak 15 cm, volume gerusan tebing $0,0011 \text{ m}^3$, sudut 135° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0008 \text{ m}^3$.

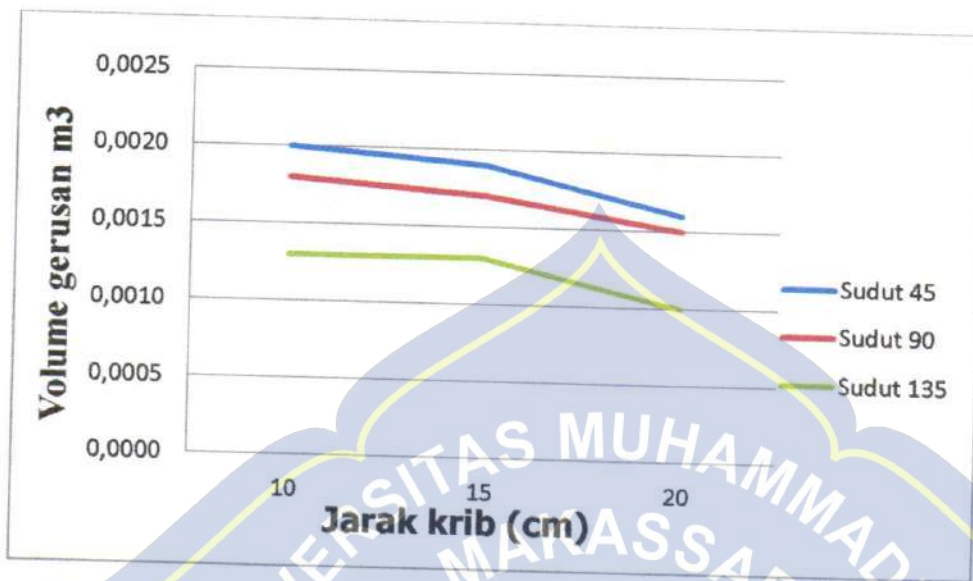
Pada gambar 21. Diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib bentuk segitiga terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu jarak krib 20 cm dengan nilai gerusan $0,0008 \text{ m}^3$.

c. Volume Gerusan Pada Tiap Jarak Krib, Dengan Debit Q_3

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan formasi jarak terhadap volume gerusan tebing pada formasi sudut pemasangan krib 45° , 90° , 135° disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 24. Volume gerusan pada tiap jarak krib dengan debit Q_3 .

No	Jarak krib (cm)	Volume Gerusan (m^3) tiap kemiringan		
		45	90	135
1	10	0,0020	0,0018	0,0013
2	15	0,0019	0,0017	0,0013
3	20	0,0016	0,0015	0,0010



Gambar 22. Grafik hubungan formasi jarak krib VS volume gerusan (m^3) debit Q_3 .

Pada gambar 22. Pengaruh hubungan formasi jarak krib terhadap volume gerusan pada sudut 45° , 90° , dan 135° . Untuk debit $Q_3 = 0,01039 m^3/det$. Pada pemasangan krib sudut 45° untuk jarak 10 cm, volume gerusan tebing $0,0020 m^3$, sudut 45° untuk jarak 15 cm volume gerusan tebing $0,0019 m^3$, sudut 45° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0016 m^3$, sudut 90° untuk jarak 10, cm volume gerusan tebing $0,0018 m^3$, sudut 90° untuk jarak 15 cm, volume gerusan tebing $0,0017 m^3$, sudut 90° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0015 m^3$, sudut 135° untuk jarak 10 cm, volume gerusan tebing $0,0013 m^3$, sudut 135° untuk jarak 15 cm, volume gerusan tebing $0,0013 m^3$, sudut 135° untuk jarak 20 cm, volume gerusan tebing $0,0010 m^3$.

Pada gambar 22. Diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga jarak pemasangan krib bentuk segitiga terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu jarak krib 20 cm dengan nilai gerusan $0,0010 \text{ m}^3$.

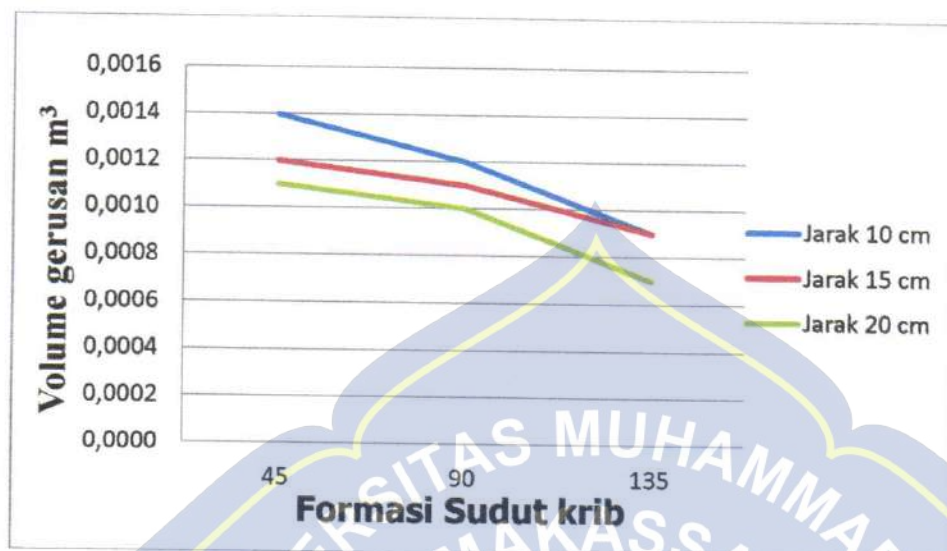
4. Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan 3 Variasi Debit

a. Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan Debit Q_1

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan formasi sudut krib terhadap volume gerusan tebing pada formasi jarak pemasangan krib 10, 15, 20 cm, disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 25. Volume gerusan pada tiap sudut krib dengan debit Q_1 .

No	Sudut	Volume Gerusan (m^3) tiap jarak krib		
		10	15	20
1	45	0,0014	0,0012	0,0011
2	90	0,0012	0,0011	0,0010
3	135	0,0009	0,0009	0,0007



Gambar 23. Grafik hubungan formasi sudut krib VS volume gerusan (m^3) debit Q_1 .

Pada gambar 23. Pengaruh hubungan formasi sudut krib terhadap volume gerusan pada jarak 10, 15, dan 20 cm. Untuk debit $Q_1 = 0,00448 m^3/det$. Pada pemasangan krib jarak 10 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0014 m^3$, jarak 10 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0012 m^3$, jarak 10 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0009 m^3$. Pada pemasangan krib jarak 15 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0012 m^3$, jarak 15 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0011 m^3$, jarak 15 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0009 m^3$. Pada pemasangan krib jarak 20 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0011 m^3$, jarak 20 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0010 m^3$, jarak 20 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0007 m^3$,

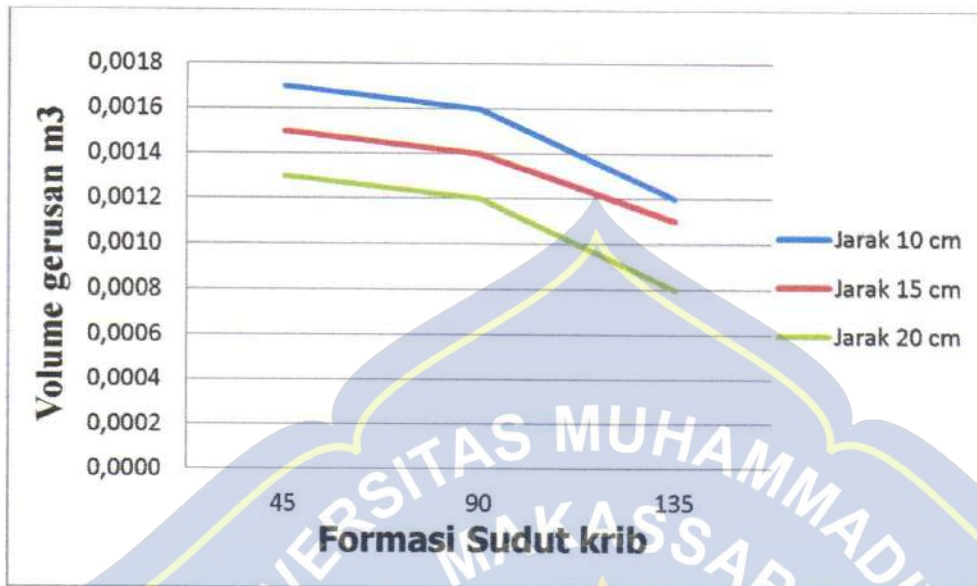
Pada gambar 23. Diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib bentuk segitiga terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu jarak krib 20 cm dengan nilai gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.

b. Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan Debit Q_2

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan formasi sudut krib terhadap volume gerusan tebing pada formasi jarak pemasangan krib 10, 15, 20 cm, disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 26. Volume gerusan pada tiap sudut krib dengan debit Q_2 .

No	Sudut	Volume Gerusan (m^3) tiap jarak krib		
		10	15	20
1	45	0,0017	0,0015	0,0013
2	90	0,0016	0,0014	0,0012
3	135	0,0012	0,0011	0,0008



Gambar 24. Grafik hubungan formasi sudut krib VS volume gerusan (m^3) debit Q_2 .

Pada gambar 24. Pengaruh hubungan formasi sudut krib terhadap volume gerusan pada jarak 10, 15, dan 20 cm. Untuk debit $Q_2 = 0,00707 m^3/det$. Pada pemasangan krib jarak 10 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0017 m^3$, jarak 10 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0016 m^3$, jarak 10 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0012 m^3$. Pada pemasangan krib jarak 15 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0015 m^3$, jarak 15 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0014 m^3$, jarak 15 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0011 m^3$. Pada pemasangan krib jarak 20 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0013 m^3$, jarak 20 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0012 m^3$, jarak 20 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0008 m^3$,

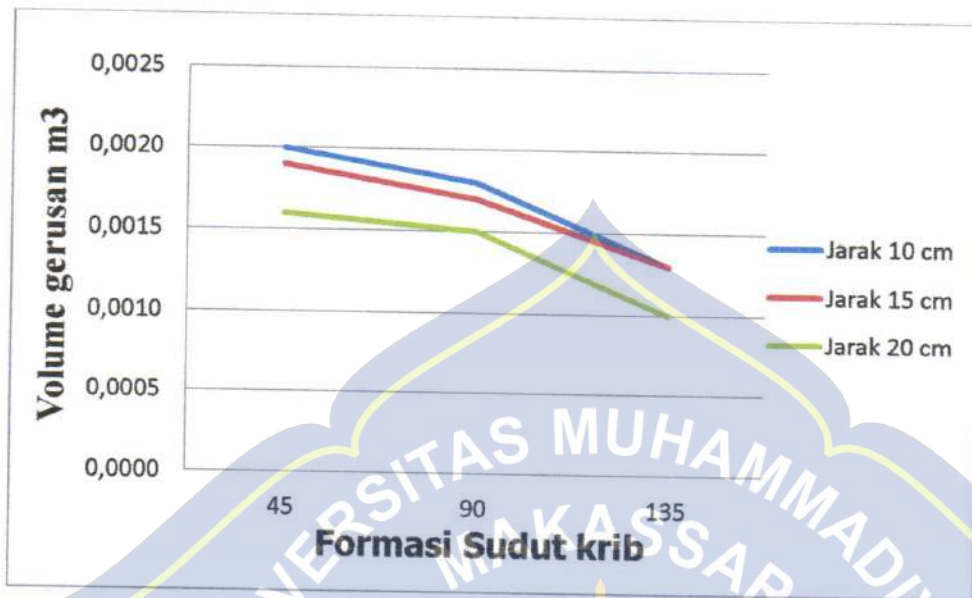
Pada gambar 24. Diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib bentuk segitiga terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu jarak krib 20 cm dengan nilai gerusan $0,0008 \text{ m}^3$.

c. Volume Gerusan Pada Tiap Sudut Krib, Dengan Debit Q_3

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang di dapatkan maka dibuatkan tabel hubungan formasi sudut krib terhadap volume gerusan tebing pada formasi jarak pemasangan krib 10, 15, 20 cm, disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 27. Volume gerusan pada tiap sudut krib dengan debit Q_3 .

No	Sudut	Volume Gerusan (m^3) tiap jarak krib		
		10	15	20
1	45	0,0020	0,0019	0,0016
2	90	0,0018	0,0017	0,0015
3	135	0,0013	0,0013	0,0010



Gambar 25. Grafik hubungan formasi sudut krib VS volume gerusan (m^3) debit Q_3 .

Pada gambar 25. Pengaruh hubungan formasi sudut krib terhadap volume gerusan pada jarak 10, 15, dan 20 cm. Untuk debit $Q_3 = 0,01039 m^3/det$. Pada pemasangan krib jarak 10 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0020 m^3$, jarak 10 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0018 m^3$, jarak 10 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0013 m^3$. Pada pemasangan krib jarak 15 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0019 m^3$, jarak 15 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing $0,0017 m^3$, jarak 15 cm untuk sudut 135° , volume gerusan tebing $0,0013 m^3$. Pada pemasangan krib jarak 20 cm untuk sudut 45° , volume gerusan tebing $0,0016 m^3$, jarak 20 cm untuk sudut 90° cm volume gerusan tebing

0,0015 m³, jarak 20 cm untuk sudut 135°, volume gerusan tebing 0,0010 m³,

Pada gambar 25. Diatas menunjukkan bahwa diantara ketiga sudut pemasangan krib bentuk segitiga terjadi gerusan paling kecil pada sudut pemasangan krib dengan arah condong ke hilir saluran yaitu jarak krib 20 cm dengan nilai gerusan 0,0010 m³.



5. Analisis Perhitungan Persentase Volume Gerusan

Tabel 28. Rekapitulasi perhitungan persentase volume gerusan dengan variasi sudut 45°, 90° dan 135° jarak krib 10 cm.

No	Debit Q (m ³ /det)	Waktu t	Volume gerusan VG (m ³)				Selisi volume gerusan dengan pengaliran tanpa krib (m ³)			Persentase penanggulangan gerusan yang terjadi (%)		
			Tanpa Krib	Sudut 45° jarak 10 cm	Sudut 90° jarak 10 cm	Sudut 135° jarak 10 cm	Sudut 45° jarak 10 cm	Sudut 90° jarak 10 cm	Sudut 135° jarak 10 cm	Sudut 45° jarak 10 cm	Sudut 90° jarak 10 cm	Sudut 135° jarak 10 cm
1	Q1 = 0,0048	2	0,001561	0,001243	0,001118	0,000800	0,000318	0,000443	0,000761	20,37	28,38	48,75
2		0,001760	0,001436	0,001222	0,000912	0,000324	0,000538	0,000848	18,41	30,57	48,18	
3		0,002520	0,001524	0,001300	0,001135	0,000995	0,001220	0,001385	39,52	48,41	54,96	
4	Q2 = 0,00707	2	0,001644	0,001393	0,001300	0,000940	0,000251	0,000344	0,000704	15,27	20,92	42,82
5		0,001973	0,001640	0,001562	0,001212	0,000333	0,000411	0,000761	16,88	20,83	38,57	
6		0,002749	0,002036	0,001792	0,001324	0,000713	0,000957	0,001425	25,94	34,81	51,84	
7	Q3 = 0,01039	2	0,001954	0,001677	0,001568	0,001025	0,000277	0,000386	0,000929	14,18	19,75	47,54
8		0,002160	0,001878	0,001734	0,001388	0,000282	0,000426	0,000772	13,06	19,72	35,74	
9		0,003159	0,002332	0,002025	0,001524	0,000827	0,001134	0,001635	26,18	35,90	51,76	
Rata-rata(%)										21,09	28,81	46,68

Tabel 29. Rekapitulasi perhitungan persentase volume gerusan dengan variasi sudut 45°, 90° dan 135° jarak krib 15 cm.

No	Debit Q (m ³ /det)	Waktu t	Volume gerusan VG (m ³)				Selisi volume gerusan dengan pengaliran tanpa krib (m ³)				Persentase penanggulangan gerusan yang terjadi (%)			
			Tanpa Krib	Sudut 45° jarak 15 cm	Sudut 90° jarak 15 cm	Sudut 135° jarak 15 cm	Sudut 45° jarak 15 cm	Sudut 90° jarak 15 cm	Sudut 135° jarak 10 cm	Sudut 45° jarak 15 cm	Sudut 90° jarak 15 cm	Sudut 135° jarak 15 cm		
1	Q1 = 0,0048	2	0,001561	0,001075	0,001040	0,000740	0,000486	0,000521	0,000821	31,13	33,38	52,59		
4		0,001760	0,001223	0,001140	0,000883	0,000537	0,000620	0,000877	30,51	35,23	49,83			
6		0,002520	0,001421	0,001260	0,001050	0,001099	0,001260	0,001470	43,61	50,00	58,33			
4	Q2 = 0,00707	2	0,001644	0,001202	0,001156	0,000886	0,000442	0,000488	0,000758	26,89	29,68	46,11		
4		0,001973	0,001482	0,001368	0,001085	0,000491	0,000605	0,000888	24,89	30,66	45,01			
6		0,002749	0,001587	0,001530	0,001352	0,001062	0,001219	0,001397	38,63	44,34	50,82			
7	Q3 = 0,01039	2	0,001954	0,001575	0,001370	0,000951	0,000379	0,000584	0,001003	19,40	29,89	51,33		
4		0,002160	0,001716	0,001673	0,001278	0,000444	0,000488	0,000882	20,56	22,57	40,83			
6		0,003159	0,002274	0,001966	0,001540	0,000885	0,001193	0,001619	28,02	37,77	51,25			
Rata-rata(%)											29,29	34,84	49,57	

Tabel 30. Rekapitulasi perhitungan persentase volume gerusan dengan variasi sudut 45°, 90° dan 135° jarak krib 20 cm.

No	Debit Q (m ³ /det)	Waktu t	Volume gerusan VG (m ³)				Selisi volume gerusan dengan pengaliran tanpa krib (m ³)				Persentase penanggulangan gerusan yang terjadi (%)			
			Tanpa Krib	Sudut 45° jarak 20 cm	Sudut 90° jarak 20 cm	Sudut 135° jarak 20 cm	Sudut 45° jarak 20 cm	Sudut 90° jarak 20 cm	Sudut 135° jarak 20 cm	Sudut 45° jarak 20 cm	Sudut 90° jarak 20 cm	Sudut 135° jarak 20 cm		
1	Q1 = 0,0048	2	0,001561	0,000925	0,000843	0,000528	0,000636	0,000718	0,001033	40,74	46,00	66,18		
4		0,001760	0,001067	0,000931	0,000705	0,000693	0,000829	0,001055	39,38	47,10	59,94			
6		0,002520	0,001264	0,001135	0,000875	0,000617	0,000657	0,001026	49,84	54,96	65,28			
4	Q2 = 0,00707	2	0,001644	0,001027	0,000987	0,000618	0,000617	0,000788	0,001082	35,38	39,96	62,41		
4		0,001973	0,001275	0,001185	0,000891	0,000698	0,000788	0,001082	35,38	39,95	54,86			
6		0,002749	0,001475	0,001358	0,001025	0,001274	0,001391	0,001724	46,34	50,60	62,71			
7	Q3 = 0,01039	2	0,001954	0,001390	0,001275	0,000756	0,000564	0,000679	0,001198	28,86	34,75	61,31		
4		0,002160	0,001583	0,001438	0,001053	0,000577	0,000722	0,001107	26,71	33,44	51,25			
6		0,003159	0,001712	0,001680	0,001312	0,001447	0,001479	0,001847	45,81	46,82	58,47			
Rata-rata(%)											38,95	43,73	60,27	

Berdasarkan tabel 23, tabel 24 dan, tabel 25 diatas didapatkan, bahwa persentase diantara variasi sudut pemasangan krib dan variasi jarak yang berbeda diperoleh hasil penanggulangan gerusan paling besar dan paling baik dengan arah condong ke hilir saluran yaitu 135° jarak 20 cm dengan nilai persentase volume gerusan 60,27%.

Pada tabel 23, tabel 24 dan, tabel 25 diatas, memperlihatkan bahwa semakin besar sudut pemasangan krib, maka semakin besar persentase penanggulangan volume gerusan yang terjadi pada tebing saluran.

C. Pembahasan

1. Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Formasi Sudut Krib Segitiga Terhadap Gerusan Pada Tebing Saluran.

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa pembahasan tentang pengaruh variasi debit dan formasi sudut pemasangan krib segitiga terhadap gerusan pada tebing saluran, menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Dari empat perlakuan yang diberikan, masing-masing dilakukan uji kinerja dengan tiga variasi debit aliran. Perlakuan pertama adalah dilakukan uji kinerja tanpa ada pemasangan krib segitiga, uji kinerja yang kedua adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi sudut 45° , uji kinerja yang ketiga adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi sudut 90° dan, uji kinerja yang keempat adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi sudut 135°

Dari empat perlakuan tersebut memperlihatkan hasil bahwa gerusan maximum terjadi pada kinerja tanpa ada krib segitiga. Uji kinerja dengan variasi formasi sudut pemasangan krib segitiga menunjukkan bahwa dari tiga variasi sudut pemasangan krib yaitu 45° , 90° dan, 135° . Setelah dianalisis memperlihatkan hasil bahwa variasi sudut pemasangan yang paling berpengaruh menanggulangi gerusan yaitu formasi sudut 135° . Pada variasi sudut 135° volume gerusan yang paling terkecil yaitu $0,0007 \text{ m}^3$.

2. Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Formasi Jarak Antara Krib Segitiga Terhadap Gerusan Tebing Saluran.

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa pembahasan tentang pengaruh variasi debit dan formasi jarak pemasangan krib segitiga terhadap gerusan pada tebing saluran, menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Dari empat perlakuan yang diberikan, masing-masing dilakukan uji kinerja dengan tiga variasi debit aliran. Perlakuan pertama adalah dilakukan uji kinerja tanpa ada pemasangan krib segitiga, uji kinerja yang kedua adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi jarak 10 cm, uji kinerja yang ketiga adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi jarak 15 cm dan, uji kinerja yang keempat adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi jarak 20 cm.

Dari empat perlakuan tersebut memperlihatkan hasil bahwa gerusan maximum terjadi pada kinerja tanpa ada krib segitiga. Uji kinerja dengan variasi formasi jarak pemasangan krib segitiga menunjukkan bahwa dari

tiga variasi jarak pemasangan krib yaitu jarak 10, jarak 15 dan, jarak 20 cm. Setelah dianalisis memperlihatkan hasil bahwa variasi jarak pemasangan yang paling berpengaruh menanggulangi gerusan yaitu formasi jarak krib 20 cm. Pada variasi jarak 20 cm, volume gerusan yang paling terkecil yaitu $0,0007 \text{ m}^3$.

3. Pengaruh Variasi Formasi Jarak Krib Beton Bentuk Segitiga Dan Variasi Debit Aliran Terhadap Volume Gerusan Pada Tebing Saluran.

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa pembahasan tentang pengaruh variasi formasi jarak pemasangan krib segitiga dan variasi debit terhadap gerusan pada tebing saluran menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Dari tiga perlakuan yang diberikan, masing-masing dilakukan uji kinerja dengan tiga variasi debit, uji kinerja yang pertama adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi jarak 10, 15, dan 20 cm debit $Q1 = 0,00448$, uji kinerja yang kedua adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi jarak 10, 15, dan 20 cm debit $Q2 = 0,00707$ dan, uji kinerja yang tiga adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi jarak 10,15, dan 20 cm debit $Q3 = 0,01039$.

Dari tiga perlakuan tersebut memperlihatkan hasil bahwa uji kinerja dengan variasi debit aliran dengan variasi jarak menunjukkan bahwa dari tiga variasi jarak pemasangan krib yaitu 10, 15,dan 20 cm. Setelah

dianalisis memperlihatkan hasil bahwa dengan bervariasi debit aliran pemasangan yang paling berpengaruh menanggulangi gerusan yaitu Debit Q_1 jarak krib 20 cm. Pada variasi jarak 20 cm volume gerusan yang paling terkecil yaitu $0,0007 \text{ m}^3$.

4. Pengaruh Variasi Formasi Sudut Krib Beton Bentuk Segitiga Dan Variasi Debit Aliran Terhadap Volume Gerusan Pada Tebing Saluran.

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa pembahasan tentang pengaruh variasi formasi sudut pemasangan krib segitiga dan variasi debit terhadap gerusan pada tebing saluran menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Dari tiga perlakuan yang diberikan, masing-masing dilakukan uji kinerja dengan tiga variasi debit, uji kinerja yang pertama adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi sudut 45° , 90° , dan 135° debit $Q_1 = 0,00448$, uji kinerja yang kedua adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi sudut 45° , 90° , dan 135° debit $Q_2 = 0,00707$ dan, uji kinerja yang tiga adalah pemasangan krib segitiga dengan formasi sudut 45° , 90° , dan 135° debit $Q_3 = 0,01039$.

Dari tiga perlakuan tersebut memperlihatkan hasil bahwa uji kinerja dengan variasi debit aliran dengan variasi sudut krib menunjukkan bahwa dari tiga variasi sudut pemasangan krib yaitu 45° , 90° , dan 135° . Setelah dianalisis memperlihatkan hasil bahwa dengan bervariasi debit aliran

pemasangan yang paling berpengaruh menanggulangi gerusan yaitu Debit Q1 sudut krib 135° . Pada variasi sudut 135° volume gerusan yang paling terkecil yaitu $0,0007 \text{ m}^3$.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi debit aliran yang terjadi maka, volume gerusan semakin meningkat. Akan tetapi pada sudut formasi pemasangan krib segitiga menunjukkan bahwa volume gerusan maximum terjadi pada formasi sudut krib 45° nilai gerusan $0,0011 \text{ m}^3$, dan gerusan minimum terjadi pada formasi sudut krib 135° nilai gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.
2. Pada variasi formasi jarak pemasangan krib segitiga menunjukkan bahwa volume gerusan yang terkecil terjadi pada jarak krib 20 cm nilai gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.
3. Pada variasi debit aliran dan formasi jarak krib beton segitiga volume gerusan yang paling maksimum terjadi pada debit Q3 jarak krib 10 cm yaitu nilai gerusan $0,0010 \text{ m}^3$, kemudian volume gerusan yang paling terkecil pada formasi sudut krib dan variasi debit adalah debit Q1 jarak krib 20 cm, nilai volume gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.

4. Pada variasi debit aliran dan vormasi sudut krib beton bentuk segitiga volume gerusan yang paling minimum terjadi pada debit Q_1 sudut pemasangan krib 135° , nilai volume gerusan $0,0007 \text{ m}^3$.

B. Saran

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

1. Diperlukan modifikasi alat agar dalam mempermudah pembuatan bentuk saluran
2. Pada penelitian selanjutnya dilakukan pada bentuk penampang dan sudut belokan saluran yang berbeda.
3. Dari hasil penelitian perlu di kaji lagi mengenai penggunaan variasi sudut yang condong ke hilir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto A., 2010, *Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*, Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, UPP, Riau.
- Asdak Cahya, 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, UGM, Yogyakarta.
- Asdak, Chay, 2002, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Anwar, Y, 2004, *pengaruh kecepatan Aliran Terhadap Kedalaman Gerusan Lokal di Hilir Bed Protection*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1996, *Arus Aliran Saluran Terbuka*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Breuser, H.N.C. and Raudkivi, A.J 1991. *Scouring, IAHR Hydraulic Structure Design Manual*. Rotterdam : AA Balkema.
- Buchanan, T.J dan Somers, W.P.,1969, *Pengukuran debit di gaging stations: A. Teknik Survei Geologi Investigasi Sumber Daya Air*, Buku 3, Bab A8, 1p.
- Chow, Ven Te, 1959, *Open Channel Hydraulics*, Mc. Graw-Hill Civil Engineering Series, New York, USA.
- Chow, Ven Te, 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta Penerbit Erlangga.
- French, W.L., dkk. (1985). *Understanding Human Behavior in Organizations*. New York: *Harper & Row Publishers*.
- Fouz, Infaz (2001), *Mekanika Fluida*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Oxford, Hlm.96
- Garde, R.J. dan Ranga Raju, K. G., 1977. *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Problems*. Wiley Ed, New Delhi.
- Gambar Penampang Saluran Terbuka. <http://pt.slideshare.net/01-hidrolika>. (diakses tanggal 24 Juni 2018).
- Gambar klasifikasi aliran pada saluran terbuka. <https://www.google.com/> (diakses pada tanggal 30 mei 2019).

- Gambar Aliran turbulen dan laminar. <http://khammal.blogspot.com/2014/01/> (Diakses pada tanggal 30 mei 2019).
- Kim, Y. dan Kim, W.J. *Peran Hyacinth air dan akarnya untuk mengurangi konsentrasi alga dalam limbah/water Research*, Vol. 34, no 13, hlm. 3285-3294.
- Mardijikoen, P., 1987. *Angkutan Sedimen. Diktat*, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Miller Jr, W. 2003, *Model For The Time Rate Of Local Sediment Scour At A Cylindrical Structure*. Disertasi. Florida.PPS Universitas Florida.
- Muttamara, S and puetpaiboon, U 1997 / *Roles Of Baffles in Waste Stabilisations ponds/*, *Water Technology*, vol. No 35, no 8, pp.275-284.
- Mardijikoen, 1971, *Pengangkutan Sedimen*, KMTS UGM. Yogyakarta.
- Pearson et.al, 1985/Pedahzul et.al, 1993/vega et.al, 2001/ *Xianghua dan desain bangunan penangkap sedimen dengan Teknologi Baffle (sekat)*.
- Raju, Ranga K.J. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Rott, N (1990),/ *Note on The history of the Reynolde number/*, *Annual Review of Fluid Mechanics*, 22, hlm. Hlm.1-11.
- Sosrodarsono, Suyono, 2008. *Hidrologi untuk Pengairan*, Association for International Technical Promotion, Jakarta.
- SK, Sidharta., 1997, *Irigasi dan Bangunan Air*, Badan Penerbit Gunadarma.
- Sucipto, C.D. 2011. *Gerusan Pada Tebing Sungai*. Goysen Publishing. Yogyakarta.
- Simons, D. B., and Senturk, F., 1992. *Sediment Transport Technology-Water and Sediment Dynamics*. Water Resources Publications, Littleton, CO.
- Sidharta., SK 1997, *Irigasi dan Bangunan Air*, Badan Penerbit Gunadarma. Jakarta.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air.*: Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wati A.P, Indratmo S, dan M, Cahyono 2004. *Tegangan Geser Kritis Erosi* Prosiding Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATH).