

SKRIPSI

ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN DENGAN VARIASI PARAMETER DEBIT DAN JARAK PEMASANGAN BANGUNAN KRIB PERMEABEL PADA SALURAN TERBUKA



SKRIPSI

ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN DENGAN VARIASI PARAMETER DEBIT DAN JARAK PEMASANGAN BANGUNAN KRIB PERMEABEL PADA SALURAN TERBUKA

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



10/09/2021

1 exp
smb. Alumni

R/0043/1P/210
INA
a'



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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



HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN DENGAN VARIASI PARAMETER DEBIT DAN JARAK PEMASANGAN BANGUNAN KRIB PERMEABEL PADA SALURAN TERBUKA.**

Nama : **NURUL INAYAH
SYAMSUL BAHRI**

No. Stambuk : **105 81 2527 15
105 81 2514 15**

Makassar, 15 Juli 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Eng. H Faruk Marican, MT

Amrullah Mansida, ST, MT, IPM

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Andi Mukhlis Syamsuri, ST, MT
NBN : 1153 004



Dipindai dengan

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Nurul Inayah** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2527 15 dan **Syamsul Bahri** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2514 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-Y/22201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 15 Juli 2021.

Panitia Ujian:

Makassar,

5 Dzulhijah 1442 H

15 Juli 2021 M

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

Penguji:

a. Ketua : Dr. Ir. Fenty Daud S, MT

b. Sekretaris : Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Anggota: 1. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

2. Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT

3. Mahmuddin, ST., MT., IPM

Mengetahui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Eng. H. Farouk Maricar, MTAmrullah Mansida, ST., MT., IPM

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795 108

Analisis Karakteristik Aliran Dengan Variasi Parameter Debit Dan Jarak Pemasangan Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Terbuka

Nurul Inayah¹⁾, Syamsul Bahri²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
nurulinayah199619@gmail.com

²⁾Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
svamsulbahri10581@gmail.com

Abstrak

Analisis Karakteristik Aliran Dengan Variasi Parameter Debit Dan Jarak Pemasangan Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Terbuka Dibimbing oleh Amrullah Mansida. Saluran terbuka (*Open Channel*) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas yang dipasang bangunan krib permeabel. Penelitian ini bertujuan untuk mendalami karakteristik aliran dan hubungan antara variabel penyangkut aliran air dalam suatu saluran terbuka, dengan jalan membandingkan antara hasil penurunan logika dan rumus matematis dengan hasil pengukuran langsung variabel aliran air dalam suatu model saluran terbuka yang dialiri air di laboratorium. Dengan pemasangan krib dan dengan variasi Debit maka akan mempengaruhi karakteristik aliran pada saluran terbuka tersebut. Dari hasil penelitian menunjukkan $Q_1 = 0,0113 \text{ m}^3/\text{dt}$ nilai $Fr = 1,09$ (superkritis) dan $Re = 5342$ (Transisi), $Q_2 = 0,01621 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Fr = 1,10$ dan transisi $Re = 5709$ (Transisi), $Q_3 = 0,01905 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Fr = 1,11$ dan transisi $Re = 6206$ (Transisi) dan saluran tanpa krib nilai $Fr = 1,20$ (superkritis), $Re = 5831$ (Transisi), saluran dengan jarak antar krib 90 cm (Lk90) nilai $Fr = 1,11$ (Superkritis), $Re = 5762$ (Transisi) dan saluran dengan jarak antar krib 60 cm (Lk60) nilai $Fr = 1,10$ (Superkritis), $Re = 5709$ (Transisi) hal ini semakin besar nilai debit maka bilangan froude dan angka reynold semakin naik dan semakin dekat jarak antar krib semakin kecil pula bilangan froude dan bilangan reynoldnya.

Kata Kunci: Krib permeabel, Saluran Terbuka, Karakteristik Aliran

Abstract

Analysis of Flow Characteristics with Variation of Discharge Parameters and Installation Distance of Permeable Crib Buildings in Open Channels Supervised by Amrullah Mansida. An open channel is a channel where water flows with a free water table fitted with permeable crib structures. This study aims to explore the characteristics of the flow and the relationship between the variables involved in the flow of water in an open channel, by comparing the results of logical derivation and mathematical formulas with the results of direct measurements of water flow variables in an open channel model flowing with water in the laboratory. With the installation of cribs and with variations in discharge, it will affect the flow characteristics of the open channel. The results of the study show that $Q_1 = 0.0113 \text{ m}^3/\text{s}$, $Fr = 1.09$ (supercritical) and $Re = 5342$ (Transition), $Q_2 = 0.01621 \text{ m}^3/\text{s}$, $Fr = 1.10$ and transition $Re = 5709$ (Transition), $Q_3 = 0.01905 \text{ m}^3/\text{s}$, $Fr = 1.11$ and transition $Re = 6206$ (Transition) and channel without crib values $Fr = 1.20$ (supercritical), $Re = 5831$ (Transition); channel with crib spacing 90 cm (Lk90) the value of $Fr = 1.11$ (Supercritical), $Re = 5762$ (Transition) and the channel with the distance between the ribs is 60 cm (Lk60) the value of $Fr = 1.10$ (Supercritical), $Re = 5709$ (Transition) this The greater the discharge value, the higher the Froude number and Reynolds number and the closer the distance between the cribs, the smaller the Froude number and Reynolds number.

Keywords: *Permeable crib, Open Channel, Flow Characteristics*

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun hasil penelitian sebagai tugas akhir ini. Adapun hasil penelitian ini yang berjudul ***"ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN DENGAN VARIASI PARAMETER DEBIT DAN JARAK PEMASANGAN BANGUNAN KRIB PERMEABEL PADA SALURAN TERBUKA"***.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi penelitian ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbankannya dalam bentuk materi untuk menyelesaikan studi kami.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Numawaty, S.T., M.T.,IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak A. Makbul Syamsul, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Dr. Ir. Eng. H Farouk Maricar, M.T. selaku Pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, S.T., M.T. selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.

5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Terima kasih juga kepada Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
7. Serta ucapan terima kasih kepada saudara-saudara seperjuangan Teknik 2015.

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

"Billahi Fii Sabill Haq Fatabiqul Khaerat"

Makassar, 15 Juli 2021

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR PERSAMAAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian Karakteristik Aliran	5
B. Klasifikasi Aliran	5
C. Distribusi Kecepatan Aliran	11

D. Koefisien Kekasaran Dasar.....	12
E. Pengukuran Debit Aliran dengan Alat Ukur Ambang Tajam.....	13
F. Debit Aliran.....	14
G. Bangunan Krib	15
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	31
C. Alat dan Bahan	32
D. Desain Penelitian	33
E. Metode Pengambilan Data.....	35
F. Metode Analisis Data.....	35
G. Variabel yang Diteliti.....	35
H. Prosedur Penelitian	36
I. Tabel Data.....	37
J. Flowchart	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Kalibrasi Pengukuran.....	39
B. Analisis Karakteristik Aliran.....	41
C. Karakteristik Aliran Akibat Variasi Debit (Q) dan Variasi Jarak (Lk) Krib Permeabel pada Saluran Terbuka	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan	61

B. Saran	62
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	63
----------------------	----

LAMPIRAN	
----------	--



DAFTAR PERSAMAAN

Nomor	Persamaan	Halaman
Persamaan 1.	Persamaan Menghitung Bilangan Froude	9
Persamaan 2.	Persamaan Menghitung Bilangan Reynold	11
Persamaan 3.	Persamaan Koefisien Chezy	12
Persamaan 4.	Persamaan Rumus Manning	13
Persamaan 5.	Debit Aliran	14
Persamaan 6.	Debit Aliran	15
Persamaan 7.	Penentuan jarak	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Klasifikasi Aliran Pada Saluran Terbuka.....	6
Gambar 2. Pola Perambatan Penjalaran Gelombang di Saluran Terbuka	9
Gambar 3. Sudut Celah Ambang Tajam	14
Gambar 4. Perencanaan Bentuk Tampilan Krib	18
Gambar 5. Krib Lurus dengan tampilan kepala dermaga.....	18
Gambar 6. Tampak Samping Krib Permeabel	19
Gambar 7. Tampak Samping Krib Impermeabel	19
Gambar 8. Tampak Samping Krib Semi-Permeabel	20
Gambar 9. Tampak Samping Krib Silang dan Memanjang	20
Gambar 10. Formasi Krib.....	21
Gambar 11. Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir	22
Gambar 12. Denah Model Flume	35
Gambar 13. Potongan Memanjang Model Flume.....	35
Gambar 14. Potongan Melintang Model Flume	36
Gambar 15. Model Pemasangan Krib Permeabel pada Flume.....	36
Gambar 16. Variabel Penelitian.....	38
Gambar 17. Bagan Alur Penelitian	40
Gambar 18. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) pada Saluran Terbuka Tanpa Bangunan Krib	45

Gambar 19. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) pada Saluran Terbuka dengan jarak antar Krib permeabel 60 cm	47
Gambar 20. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) pada Saluran Terbuka dengan jarak antar Krib permeabel 90 cm	48
Gambar 21. Grafik Hubungan Variasi Jarak antar Krib (L_k) dengan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) pada Saluran Terbuka dengan Debit (Q_1).....	50
Gambar 22. Grafik Hubungan Variasi Jarak antar Krib (L_k) dengan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) pada Saluran Terbuka dengan Debit (Q_2).....	51
Gambar 23. Grafik Hubungan Variasi Jarak antar Krib (L_k) dengan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) pada Saluran Terbuka dengan Debit (Q_3).....	52
Gambar 24. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) pada Saluran Terbuka Tanpa bangunan Krib.....	53
Gambar 25. Aliran Transisi.....	53
Gambar 26. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) pada Saluran Terbuka dengan jarak antar Krib permeabel 60 cm	55
Gambar 27. Aliran Transisi.....	55
Gambar 28. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) pada Saluran Terbuka dengan jarak antar Krib permeabel 90cm	57
Gambar 29. Aliran Transisi.....	57
Gambar 30. Grafik Hubungan Variasi Jarak antar Krib (L_k) dengan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) pada Saluran Terbuka menggunakan Debit (Q_1).	58
Gambar 31. Grafik Hubungan Variasi Jarak antar Krib (L_k) dengan Bilangan <i>Reynold</i> (Re) pada Saluran Terbuka menggunakan Debit (Q_2).	59

Gambar 32. Grafik Hubungan Variasi Jarak antar Krib (Lk) dengan Bilangan Reynold (Re) pada Saluran Terbuka menggunakan Debit (Q3). 60



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Klasifikasi Aliran Berdasarkan Bilangan <i>Reynold</i> (Re).....	11
Tabel 2.	Koefisien Manning.....	13
Tabel 3.	Matriks Jurnal	23
Tabel 4.	Tabel Data.....	39
Tabel 5.	Penentuan Koefisien pengaliran debit Cd.....	39
Tabel 6.	Penentuan Koefisien pengaliran debit Cd.....	39
Tabel 7.	Hasil Validasi Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Metode Empiris.....	40
Tabel 7.	Karakteristik Aliran Menggunakan Metode Bilangan <i>Froude</i> (Fr).....	41
Tabel 8.	Karakteristik Aliran Menggunakan Metode Bilangan <i>Reynold</i> (Re).....	42



DAFTAR NOTASI SINGKATAN

Re = Bilangan Reynold

Fr = Bilangan Froude

G = gaya gravitasi ($\approx 9,8$)

V = Kecepatan Aliran

h = Kedalaman Air

A = Luas Penampang

H = Kedalaman air pada bak pengukur debit

C = Koefisien Chezy

b = Lebar Saluran

h = kedalaman air

ρ = kerapatan Air dengan Satuan

n = koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

s = Kemiringan Dasar Saluran

Q = Debit Aliran

α = Parameter Empiris ($\approx 0,6$)

R = Jari-jari Hidrol

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saluran terbuka (*Open Channel*) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik disepanjang saluran, tekanan di permukaan air adalah sama. Pada saluran terbuka misalnya sungai (saluran alam), parameter saluran sangat tidak teratur baik terhadap ruang dan waktu. Parameter tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan dan pembendungan, debit aliran dan sebagainya. (Edy Harseno & Stdin Jonas V.L. 2007).

Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*Fluid Mechanis*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul diantara fluida dan pembatas dinding.

Pemakaian rumus-rumus empiris kadang belum membantu dalam perencanaan suatu bangunan air, maka perlu ada upaya studi model atau riset dilaboratorium agar perilaku aliran dapat diketahui sehingga pemasangan bangunan air krib tipe permeabel tidak salah sasaran pada saat Ketika diaplikasikan pada daerah aliran sungai sehingga tidak terjadi kerusakan akibat perubahan tata guna lahan. Penelitian ini bertujuan untuk

mendalami karakteristik aliran dan hubungan antara variabel penyangkut aliran air dalam suatu saluran terbuka, dengan jalan membandingkan antara hasil penurunan logika dan rumus matematis dengan hasil pengukuran langsung variabel aliran air dalam suatu model saluran terbuka yang dialiri air dilaboratorium. Dengan pemasangan krib maka akan mempengaruhi karakteristik aliran pada saluran terbuka tersebut. Karena kajian ini menitikberatkan pada pembahasan mengenai perubahan karakter aliran akibat bangunan krib, maka dari itu penulis menuangkannya dalam bentuk penulisan skripsi dengan judul *"Analisis Karakteristik Aliran dengan Variasi Parameter Debit dan Jarak Pemasangan Bangunan Krib Permeabel pada Saluran Terbuka"*.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana karakteristik aliran akibat variasi parameter debit pada saluran terbuka?
- 2) Bagaimana karakteristik aliran akibat variasi parameter jarak pemasangan krib permeabel pada saluran terbuka?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini yaitu:

- 1) Menganalisis karakteristik aliran akibat variasi parameter debit pada saluran terbuka

- 2) Menganalisis karakteristik aliran akibat variasi parameter jarak pemasangan krib permeabel pada saluran terbuka

D. Manfaat Penelitian

Dapat memberikan gambaran dan sebagai bahan referensi bagi peneliti yang akan melakukan penelitian yang berhubungan dengan analisis karakteristik aliran dengan variasi parameter debit dan jarak pemasangan bangunan krib permeabel pada saluran terbuka.

E. Batasan Masalah

Agar lebih terfokus pada penelitian dan agar dapat mencapai tujuan diberikan batasan penelitian sebagai berikut:

- 1) Penelitian dilakukan dengan membuat simulasi permodelan dilaboratorium dengan menggunakan variasi parameter jarak pemasangan krib permeabel/Krib Tiang.
- 2) Krib yang digunakan adalah krib permeabel/Krib Tiang.
- 3) Penelitian ini dilakukan pada saluran lurus.
- 4) Fluida yang dipakai dalam penelitian adalah air tawar.
- 5) Kekasaran dinding saluran tidak diperhitungkan.
- 6) Penelitian menggunakan kayu/tiang yang dibuat menyerupai krib permeabel.

- 7) Peneliti ini hanya meneliti karakteristik aliran akibat variasi parameter bangunan krib permeabel pada saluran terbuka.

F. Sistematika Penulisan

Secara umum penulisan tugas akhir ini terbagi dalam lima bab.

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab II Tinjauan Pustaka terdiri dari teori umum, landasan teoridan penelitian relavan.
- Bab III Metodologi penelitian pada bab ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, jenis penelitian dan sumber data, alat dan bahan, desain penelitian, metode pengambilan data, metode analisis data, variabel yang diteliti, prosedur penelitian dan flowchart.
- Bab IV Hasil dan pembahasan terdiri dari data hasil penelitian, analisis data dan pembahasan.
- Bab V Penutup Terdiri dari kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Karakteristik Aliran

Karakteristik aliran merupakan Perilaku suatu Fluida yang mengalir pada suatu penampang saluran. Aliran air dalam suatu saluran berdasarkan tekanan muka air dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun aliran pipa (*pipe flow*). Kedua jenis aliran tersebut sama dalam banyak hal, namun berbeda dalam satu hal yang penting. Aliran saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas (*free surface*) yang dipengaruhi oleh tekanan udara atau disebut juga tekanan atmosfer kecuali oleh tekanan hidrolis, sedangkan aliran pipa tidak demikian, karena air harus mengisi seluruh saluran (Chow, 1985).

B. Klasifikasi Aliran

Aliran air yang melewati Sungai adalah termasuk aliran saluran terbuka (*open channel flow*). Menurut Suripin (2018) aliran air dapat dibedakan menjadi beberapa jenis aliran menurut beberapa tinjauan sebagai berikut :



Gambar 1. Klasifikasi Aliran Pada Saluran Terbuka (Suripin, 2018)

1. Karakteristik Aliran Ditinjau dari Perubahan Aliran Terhadap Waktu

a. Aliran Permanen (*steady flow*)

Aliran tunak (*steady flow*) terjadi jika debit (Q) dan kedalaman (h) aliran tidak berubah atau dalam keadaan konstan pada selang waktu tertentu. untuk menentukan debit aliran (Q) pada suatu penampang saluran dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = V \cdot A$$

Dengan V adalah kecepatan rata-rata dan A adalah luas penampang melintang tegak lurus terhadap arah aliran.

b. Aliran Tak permanen (*Unsteady Flow*)

Aliran Tak Permanen (*Unsteady Flow*) terjadi jika parameter aliran yaitu debit (Q), kedalaman air (h), kecepatan rata-rata air (v) dan luas penampang lintasan (A) yang berubah terhadap waktu. Maka persamaan menjadi :

$$Q = V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2$$

2. Karakteristik aliran ditinjau dari perubahan parameter aliran terhadap ruang

a. Aliran Seragam (*Uniform Flow*)

Aliran seragam merupakan aliran dengan kecepatan rata-rata sepanjang alur aliran adalah sama sepanjang waktu. Aliran dikatakan seragam, jika kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Didalam aliran seragam dianggap bahwa aliran adalah mantap dan satu dimensi yang berarti kecepatan aliran disetiap titik pada tampang lintang tidak berubah.

b. Aliran Tidak Seragam (*Non-Uniform Flow*)

Aliran tak seragam adalah kedalaman dan kecepatan aliran disepanjang saluran tidak konstan, garis tenaga tidak sejajar dengan garis muka air dan dasar saluran. Analisis aliran tak seragam biasanya bertujuan untuk mengetahui profil aliran disepanjang saluran atau sungai. Analisis ini banyak dilakukan dalam perencanaan perbaikan sungai atau penanggulangan banjir, elevasi jembatan dan sebagainya. Dalam hal ini analisis aliran menjadi lebih mudah dan hasil hitungan akan lebih aman, karena debit yang diperhitungkan adalah debit puncak yang sebenarnya terjadi sesaat, tetapi dalam analisis ini dianggap terjadi dalam waktu yang lama. Aliran tak seragam dapat dibedakan dalam dua kelompok berikut ini :

- 1) Aliran Berubah beraturan (*gradually varied flow*), terjadi jika parameter hidraulis (kecepatan, tampang basah) berubah secara progresif dari satu tampang ketampang yang lain.
- 2) Aliran Berubah Cepat (*rapidly varied flow*), terjadi jika parameter hidraulis berubah secara mendadak (saluran transisi), loncat air, terjunan, aliran melalui pelimpah dan pintu air.

2. Karakteristik Aliran Ditinjau dari Nilai Bilangan Froude (*Fr*)

a. Aliran Subkritik

Dengan ciri fisik yaitu kecepatan aliran lambat, kurang dari kecepatan perambatan gelombang $V < \sqrt{g \cdot D}$ dan perambatan penjalaran gelombang ke hilir dan ke hulu.

b. Aliran Kritis

Apabila gaya gravitasi dan gaya kelembaman berada dalam keadaan seimbang $V = \sqrt{g \cdot D}$ (Anggrahini, 1997:4). Penjalaran gelombang pada aliran ini hanya ke hilir.

c. Aliran Superkritik

Dengan ciri fisik yaitu kecepatan aliran deras, lebih besar daripada kecepatan perambatan gelombang $V > \sqrt{g \cdot D}$ dan perambatan penjalaran gelombang ke arah hilir.

Persamaan untuk Menghitung Bilangan Froude, yaitu :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Fr : Bilangan Froude

V : Kecepatan Aliran (m/dt)

g : Percepatan Gravitasi (m/dt²)

h : Kedalaman Aliran (m)



Gambar 2. Pola Perambatan Penjalaran Gelombang di Saluran Terbuka (Sumber: Triadimojo, 2013).

Pada gambar 1a menunjukkan aliran sub kritis dimana gelombang masih bisa menjalar ke arah hulu, pada kondisi ini bilangan Froude $Fr < 1$, gambar 2b adalah aliran kritis di mana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang Dalam keadaan ini $Fr = 1$, sedangkan gambar 2c adalah aliran superkritis di mana gelombang tidak bisa merambat ke hulu karena kecepatan aliran lebih besar dari kecepatan rambat gelombang atau $Fr > 1$.

3. Karakteristik Aliran Ditinjau dari Nilai Bilangan *Reynold* (*Re*)

Aliran memiliki keadaan yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh kekentalan dan gravitasi sehubungan dengan gaya-gaya inersia aliran. Tegangan permukaan air dalam keadaan tertentu dapat pula mempengaruhi perilaku aliran, tetapi pengaruh ini tidak terlalu besar dalam masalah saluran terbuka pada umumnya yang ditemui dalam dunia teknik. Aliran dapat bersifat laminar turbulen atau transisi tergantung pada pengaruh kekentalan sehubungan dengan kelembaman (*Inersia*).

1. Aliran Laminar

Aliran dikatakan laminar apabila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh terhadap perilaku aliran.

2. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah apabila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya kelembamannya.

3. Aliran Transisi

Merupakan kondisi aliran diantara aliran laminar dan aliran turbulen. Pengaruh kekentalan relative terhadap kelembaman dapat dinyatakan dengan Bilangan *Reynold* (*Re*) yang didefinisikan sebagai :

$$Re = \frac{VL}{\mu} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

Re : Angka Reynold

V : Kecepatan Aliran (m/dt)

L : Panjang karakteristik Aliran (m), pada muka air bebas $L=R$

μ : Kekentalan relative (m^2/dt)

Tabel 1. Klasifikasi Aliran Berdasarkan Bilangan Reynold.

Jenis Aliran	Bil. Reynold	Sketsa
Laminer	<500	
Turbulen	>12500	
Transisi	$500 < Re < 12500$	

Sumber : Buku Hidrolika Terapan Edisi Revisi (Robert J. Kodoatie, 2002).

C. Distribusi Kecepatan Aliran

Disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan Fluida antara udara dan air dan juga akibat gaya gesekan pada dinding Saluran (dasar maupun tebing saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Addison, 1944; Chow, 1959). Ketidak seragaman ini juga disebabkan oleh bentuk tampang melintang saluran, kekasaran saluran dan lokasi saluran (Saluran lurus, atau pada belokan).

Sungai yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maksimum terjadi pada permukaan air (Addison, 1944). Makin sempit saluran kecepatan maksimumnya semakin dalam.

D. Koefisien Kekasaran Dasar

Menurut Triadmodjo (2008) zat cair yang melalui saluran terbuka akan menimbulkan tegangan geser (tahanan) pada dinding saluran. Tahanan ini akan diimbangi oleh komponen gaya berat yang bekerja pada zat cair dalam arah aliran.

Dalam aliran seragam, komponen gaya berat dalam arah aliran adalah seimbang dengan tahanan geser. Tahanan geser ini tergantung pada kecepatan aliran. Beberapa ahli telah mengusulkan beberapa bentuk koefisien *Chezy* (*C*) dari rumus umum:

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (3)$$

Dengan:

- V : Kecepatan Aliran (m/dt)
- R : Jari-jari Hidrolis Saluran (m)
- I : Kemiringan Dasar Saluran
- C : Koefisien *Chezy*

Rumus-rumus empiris dengan rumus *Chezy* yang banyak digunakan:

a. Rumus Manning

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (4)$$

Koefisien n merupakan fungsi dari bahan dinding saluran, rumus Manning ini banyak digunakan karena mudah pemakaiannya.

Tabel 2. Koefisien Manning.

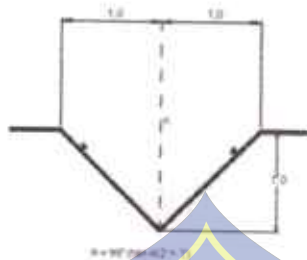
Bahan	N
Besi tulang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapisi mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran Tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : Triatmodjo, 2008

E. Pengukuran Debit Aliran Dengan Alat Ukur Ambang Tajam

1. Menurut SNI 8137:2015 pengukuran debit merupakan proses mengukur dan menghitung untuk mengetahui besar debit di saluran terbuka.
2. Menurut SNI 8137:2015 bentuk penampang ambang tajam yaitu pelimpah berbentuk segitiga. Ambang tajam segitiga merupakan bangunan ukur sederhana yang dapat digunakan untuk mengukur debit aliran di saluran terbuka dengan mudah dan cukup teliti.

Dengan menerapkan desain bentuk bagian limpasan yang tepat, berdasarkan hasil percobaan dapat ditentukan rentang besar debit pengukuran, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. Sudut celah ambang tajam segitiga (SNI 8137:2015).

- Bentuk ambang dengan sudut celah $\theta = 90^\circ$ atau $\tan \theta / 2 = 1$, Mempunyai rentang debit pengukuran dari 0,802 l/s sampai dengan 122,940 l/s.

F. Debit Aliran

Menurut Triatmodjo (1993) dalam Hayyi (2015) untuk debit aliran yang keluar dari peluap segitiga dapat dihitung menggunakan rumus peluap segitiga dengan memenuhi persyaratan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$Q = \left(\frac{8}{15}\right) \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C_d \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot H^{\frac{5}{2}} \quad (5)$$

Apabila sudut $\alpha = 90^\circ$, $C_d = 0,6$ dan percepatan gravitasi = 9,81 m²/dt maka debitnya:

$$Q = 1,86 H^{\frac{5}{2}} \quad (6)$$

Dengan:

Q : Debit (m^3/dt)

g : Percepatan gravitasi (m/dt^2)

H : Tinggi muka air diatas ambang (m)

C_d : Koefisien debit

α : Sudut peluap

G. Bangunan Krib

1. Definisi Krib

Krib adalah bangunan yang dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai. Menurut SNI 2400-1:2016 krib adalah bangunan menyilang atau sejajar arah aliran yang ditujukan guna mengubah pola aliran, sifat aliran untuk suatu tujuan tertentu.

Menurut Hayyi (2015) dalam merencanakan suatu struktur pengaman tebing sungai, yang pertama harus diketahui adalah kondisi tebing sungai terutama pada tikungan luar yang sering tergerus akibat turbulensi air terlebih pada saat terjadi debit banjir yang besar. Dengan demikian, data debit banjir yang terjadi juga mempengaruhi besarnya energi yang ditahan oleh struktur nantinya. Hal lain yang penting untuk diperhatikan dalam perencanaan struktur pengamanan tebing sungai adalah mengetahui karakteristik tanah di lokasi. Perletakan struktur pengaman juga harus diperhatikan yaitu searah aliran air di sepanjang tebing yang akan

dilindungi. Struktur pengaman juga harus berada diatas muka air banjir, di samping juga harus stabil saat dalam kondisi air kering.

Fungsi krib menurut SK-SNI T- 01-1990-F adalah sebagai berikut:

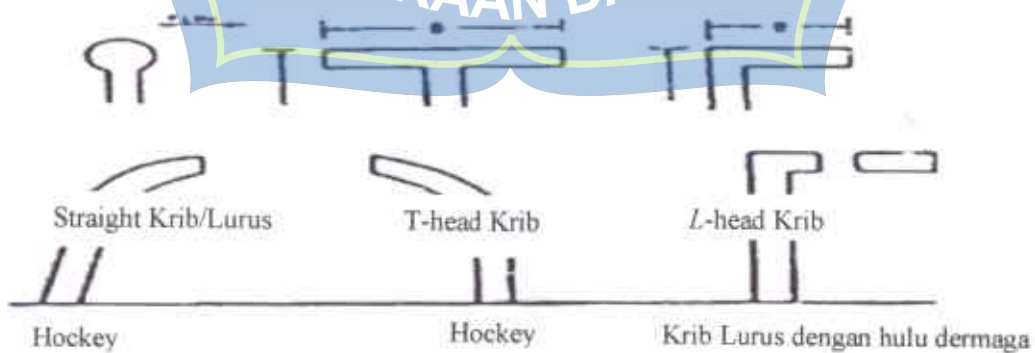
- a. Krib sebagai perlindungan tebing sungai secara tidak langsung dari gerusan lokal atau bahaya gejala meander.
- b. Krib sebagai pengatur/pengarah arus sungai sesuai dengan tujuannya misalnya pada bagian atas bangunan pengambilan terjadi perubahan arah arus.
- c. Krib sebagai perbaikan tebing sungai untuk keperluan tertentu. Krib dipasang pada kiri dan kanan tebing sungai untuk mempertahankan lebar dan kedalaman sungai yang dipakai untuk navigasi.

2. Klasifikasi Krib

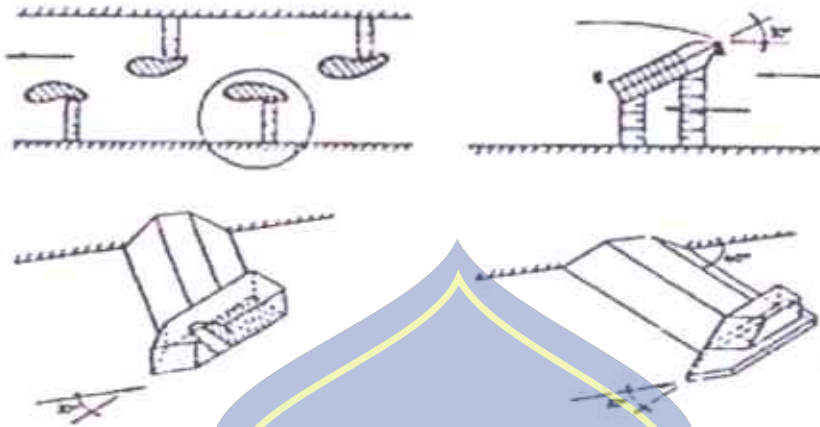
Pemilihan tipe krib yang sesuai pada suatu lokasi ditentukan berdasarkan resin sungai pada lokasi tersebut dengan memperhatikan tujuan pembuatannya, tingkat kesulitan dan jangka waktu pelaksanaannya. Jadi hal-hal yang perlu diperhatikan dan dipelajari adalah bentuk denah, kemiringan memanjang dan bentuk penampang lintang krib, elevasi muka air, debit, kecepatan arus angkutan dasar dan arah pergeseran pada sungai. Tipe krib harus mempertimbangkan berdasarkan fungsi hidrolika dari krib, pengalaman-pengalaman yang pernah ada dan contoh-contoh bangunan krib-krib yang dibuat di waktu-waktu yang lalu.

Krib dapat diklasifikasikan lebih lanjut sesuai dengan penampilannya untuk perencanaan :

- Straight Krib diatur pada beberapa sudut α dari tepi dan memiliki hulu untuk memberikan volume tambahan dan area untuk perlindungan gerusan di ujung luar.
- T-head Krib memiliki betis lurus dengan baling-baling panduan persegi panjang di ujung luar. Sudut α di tampungan biasanya 90^0
- L-head Krib atau wing atau trail krib memiliki endapan sedimen yang lebih besar di antara krib, kurang gerusan di hulu, memberikan perlindungan yang lebih besar ke tebing dan lebih efektif dalam penyaluran untuk navigasi ketika panjangnya menutup 45 hingga 65 % dari celah di antara krib.
- Krib bentuk hocky memiliki lubang gerusan yang lebih luas di area dari pada krib bentuk-T dan tampaknya tidak memiliki keunggulan dibandingkan bentuk lainnya.
- Krib lurus dengan hulu dermaga dirancang dan dieksekusi untuk menggali dan menstabilkan kolam buatan untuk ikan salmon dan tur migrasi dan memancing.



Gambar 4. Perencanaan bentuk tampilan Krib



Gambar 5. Krib Lurus dengan kepala dermaga

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

a. Krib *Permeable*

Pada tipe *permeable* air dapat mengalir melalui krib (*permeable spur*). Krib permeabel tersebut melindungi tebing terhadap gerusan arus

sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran tersebut.



Gambar 6. Tampak Samping Krib Permeabel

b. Krib *Impermeable*

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

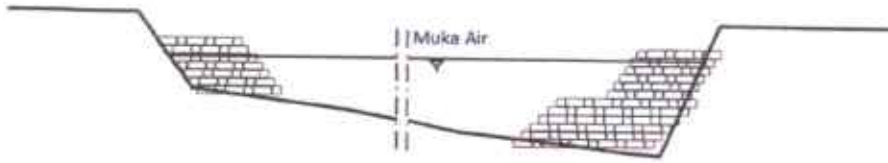


Gambar 7. Tampak Samping Krib Impermeabel

c. Krib *semi-permeable*

Krib ini berfungsi ganda yaitu sebagai krib *permeable* dan krib padat. Biasanya bagian yang padat terletak disebelah bawah dan berfungsi

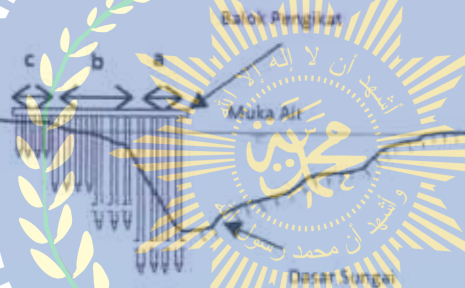
pula sebagai pondasi, sedang bagian atasnya merupakan konstruksi yang permeabel disesuaikan dengan fungsi dan kondisi setempat.



Gambar 8. Tampak Samping Krib semi-permeabel

d. Krib-krib Silang dan memanjang

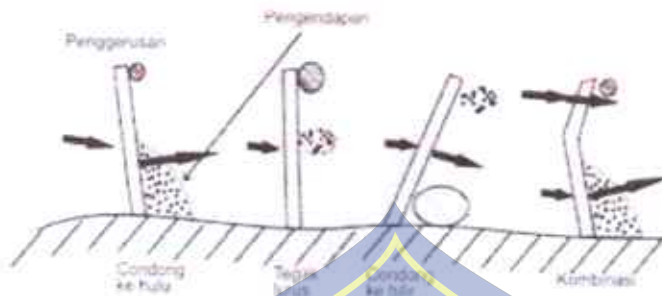
Krib yang formasinya tegak lurus atau hampir tegak lurus arah arus sungai dapat merintang arus tersebut dan dinamakan krib melintang (*transversal dyke*), sedang krib yang formasinya hampir sejajar arah arus sungai disebut krib memanjang (*longitudinal dyke*).



Gambar 9. Tampak Samping Krib Silang dan Memanjang

3. Formasi Krib

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

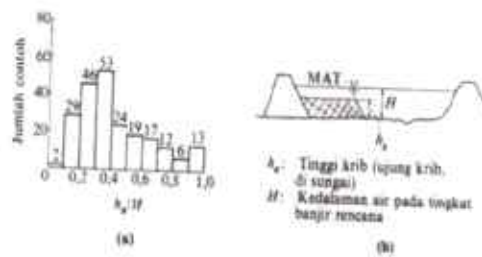


Gambar 10. Formasi Krib (Jeni Paresa, 2015)

4. Dimensi Krib

a. Tinggi Krib

Dalam buku suyono sosrodarsono (2008), umumnya akan lebih menguntungkan apabila elevasi mercu krib dapat dibuat serendah mungkin ditinjau dari stabilitasi bangunan terhadap gaya yang mempengaruhinya sebaiknya elevasi mercu dibuat 0,50- 1,00 meter diatas elevasi rata-rata permukaan air rendah. Dari hasil pengamatan tinggi berbagai jenis krib yang telah dibangun dan berfungsi dengan baik, diperoleh angka perbandingan antara tinggi krib dan kedalaman air banjir (h_g/h) sebesar 0,20 -0,30.



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

b. Panjang Krib (Lb)

Ditetapkan secara empiris dimana panjang bangunan krib dibuat dari tebing sungai kearah tengah sungai. Berdasarkan hasil survei dan pengamatan antara panjang krib dan lebar sungai umumnya lebih kecil dari 30% (Suyono Sosrodarsono, 2008).

c. Jarak antar Krib (Lk)

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

$$Lk < \alpha \frac{c^2 h}{2g} \quad (7)$$

Dimana :

Lk : Jarak antar krib (cm)

α : Parameter empiris ($\approx 0,6$)

h : Kedalaman air rerata (m)

g : Percepatan gravitasi, m/dt^2 ($\approx 9,8$)

H. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

No	Judul	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1	Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran	Andi Abd. Rahim Farouk Maricar Silman Pongmanda, 2017	Rangkaian simulasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini diklasifikasikan kedalam dua kelompok parameter yaitu parameter simulasi dan parameter amatan. Parameter simulasi terdiri dari variasi kecepatan (W), dan jarak pemasangan antar krib (cm) yang merupakan variabel tetapan.	Hasil dari hubungan Fr dan x pada pemampang 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 pemampang C yaitu subkritis terjadi penurunan nilai Fr . Tipe aliran yang terjadi baik sebelum pemasangan model krib maupun krib M-1, M-2, maupun M-3 adalah turbulen ($Re > 4000$)	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa dalam pengaturan variasi jarak antar krib yakni pada model tanpa krib maupun menggunakan krib dengan model M-1 (jarak krib 20 cm), model M-2 (jarak krib 40 cm) dan model M-3 (jarak krib 80 cm) berdasarkan angka Reynold karakteristik aliran terjadi yaitu aliran subkritis sementara berdasarkan angka Reynold karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulen pada titik-titik penjunan yang telah ditentukan baik pada model tanpa krib maupun model krib M-1, M-2 dan M-3.
2	Model Laboratorium Pola Aliran Pada Krib	Bangun Sugito Riski Hasibuan Mudjiatko Rinaldi, 2017	Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, tahapan persiapan hingga kegiatan laboratorium.	Hasil pemasangan krib tipe impermeabel dengan debit yang sama dapat mengubah kecepatan aliran. Perubahan	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Impermeabel Terhadap Variasi Debit Dan Posisi Krib Disungai Berbelok		Tahapan laboratorium kegiatan pengujian model sungai dengan : 1. Variasi debit yang digunakan adalah 0.00134 m ³ /detik, 0.00298 m ³ /detik, dan 0.0056 m ³ /detik 2. Posisi awal krib 0°-15°, dan 30° terhadap sudut belokan saluran 3. Jarak antar krib 30 cm dengan sudut 135° terhadap sisi luar dinding saluran	kecepatan yang diimbuhkan cenderung penurunan. Penurunan akibat reduksi kecepatan aliran maksimum (Vmaks) debit 0.00134 m ³ /detik sebesar 0.2357 m/detik pada pias awal sisi dalam model Tk dan kecepatan aliran minimum (Vmin) sebesar 0.0632 m/detik pada pias tengah sisi luar model S3. Pola aliran yang dihasilkan berdasarkan gambar vektor-vektor kecepatan aliran dan video hasil pengamatan menunjukkan bagaimana pola aliran permukaan Tk membentuk aliran yang mengikuti bentuk saluran. Pola pada model Tk dimunculkan sebagai pembandingan atau acuan bagaimana perubahan pola yang terjadi akibat variasi pemasangan krib. Pada	1. Kecepatan maksimum (V maks) sebesar 0.3828 m/detik dengan debit 0.0056 m ³ /detik pada sisi dalam belokan sungai pias awal dan kecepatan minimum (Vmin) sebesar 0.0513 m/detik dengan debit sebesar 0.0056 m ³ /detik pada sisi luar belokan sungai pias tengah. 2. Pola aliran permukaan debit 0.00134 m ³ /detik pada setiap posisi krib terjadi pusaran aliran yang bervariasi, antara lain : a. Pada daerah krib awal, pusaran aliran sangat kecil. b. Pada daerah spasi antar krib, radius pusaran relatif panjang. c. Pada daerah ujung krib, radius pusaran relatif pendek. 3. Pola aliran permukaan debit 0.00298 m ³ /detik pada setiap posisi krib terjadi pusaran aliran yang bervariasi, antara lain :
--	--	--	---	--

				model S1,S2 dan S3 pola aliran mengalami perubahan jika dibandingkan dengan model Tk. Perubahan yang terjadi berupa timbulnya pusaran air pada daerah tertentu, yakni pada daerah sebelum krib awal, spasi krib dan setelah krib. Radius pusaran air bervariasi panjangnya. Pada daerah krib awal, pusaran aliran sangat kecil. Pada daerah spasi antar krib, radius pusaran relatif panjang. Sedangkan pada daerah ujung krib, radius pusaran relatif pendek.	a. Pada daerah krib awal, radius pusaran aliran relatif panjang. b. Pada daerah spasi antar krib, radius pusaran relatif pendek. c. Pada daerah ujung krib, radius pusaran relatif pendek.
3	Pengaruh	Ahmad syarif	Skala model yang dipakai	Hasil penelitian terhadap	Berdasarkan hasil

5. Fenomena pola aliran yang paling mendekati pola aliran ideal dari setiap variasi yang dilakukan terjadi pada debit 0.00298 m³/detik variasi posisi S2

Bentuk Krib Tipe Tiang Terhadap Pola Aliran	sukri Riswal k.2018	pada penelitian ini adalah skala model distorsi yaitu, skala horisontal dan vertikal berbeda dan keadaan dimensi prototype besar Skala horisontal dan vertikal dikonotasikan kedalam nL dan skala vertikal dikonotasikan kedalam nH diperoleh, dalam penelitian ini digunakan skala model $nL = 50$ dan $nH = 25$ pengaliran pada segmen I dengan debit yang bervariasi, terlihat bahwa aliran sebelum penempatan krib yang aliran terbesar berada pada sisi dalam segmen dan setelah penempatan akan aliran terbesar berada pada sisi tengah segmen, yang diakibatkan kecepatan aliran berangsur-angsur menurun baik pada Q1, Q2, Q3, dan Q4, perubahan kecepatan aliran dipengaruhi oleh perubahan luas penampang basah dan perubahan arah aliran akibat adanya penempatan krib tiang begitupun sebaliknya pada pengaliran segmen II hasil perhitungan terlihat bahwa bilangan Proude adalah lebih kecil dari satu ($Fr < 1$) yang berarti kedalaman aliran menghasilkan suatu aliran subkritis dan hasil analisa diperoleh bilangan Reynolds lebih besar ($>$) dari 12.500, jadi aliran yang digunakan	pembahasan pada penelitian ini, maka dikemukakan beberapa kesimpulan : a. Pengaruh terhadap pola aliran yang terjadi sebelum adanya krib, pola aliran mengubah bagian luar segmen yang dapat mengakibatkan terjadinya gerusan dinding pada segmen I dan segmen II. Pada saat penempatan krib tiang terjadi perubahan pola aliran yang beralih kerah tengah segmen yang diakibatkan oleh jenis krib tiang yang berfungsi untuk mengarahkan aliran ketengah saluran sehingga tebing pada luar sisi segmen I dan II aman terhadap gerusan baik pada debit Q1, Q2, dan Q3. b. Kecepatan aliran yang terjadi pada saat penempatan krib tiang terjadi perubahan kecepatan aliran pada sisi luar, sisi pertengahan dan sisi dalam segmen, sehingga terjadi
--	------------------------	---	--

			dalam penelitian ini adalah aliran turbulen $Re > 12.500$.	perubahan luas penampang basah pada masing-masing sisi. Pada sisi luar segmen terjadi penurunan kecepatan akibat penempatan krib tiang baik pada saat Q1, Q2, Q3, dan Q4 sehingga luas penampang basah bertambah dan kecepatan aliran berkurang.
4	Krib Impermeabel Sebagai Pelindung Pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas Di Depan Lab. Sipil UMM)	Ernawan Setyono, 2007	Hasil pengukuran penampang dilapangan didapat lebar dasar sungai yang bervariasi untuk tiap-tiap segmen atau titik pengukuran. Lebar sungai berkisar antara 15-22 m. berdasarkan lebar sungai tersebut, panjang krib ditetapkan 10 % dari lebar sungai dan didapatkan panjang krib berkisar antara 2,1 m sampai 1,5 m.	Dari analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan: 1. Dari analisa data debit didapat debit dominant sebesar 2,5 m ³ /dt. 2. Berdasarkan data geometri penampang memanjang dan melintang dari belokan sungai maka krib impermeabel didapat : - Panjang krib berkisar 1,3 -2,3 m. - Jarak antara krib berkisar 2,4-4 m. - Lebar krib sebesar 0,6349 meter - Tinggi krib antara 0,6 – 1,8 m. 3. Kedalaman gerusan akibat

5	Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan Pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis	Edy Harseno Setdin Jonas V.L, 2007	Tahapan penelitian meliputi studi literatur, tahapan persiapan kegiatan laboratorium yang meliputi: 1. Bahan saluran (papan dan balok kayu bingkir mikha acrylic, plat aluminium baut, seng, pipa, besi dan dongkrak. 2. Pembuatan Saluran 3. Pengukuran Debit aliran saluran terbuka 4. Pengukuran kemiringan dasar saluran 5. Pengukuran koefisien kekasaran manning. 6. Pengukuran profil permukaan aliran (garis pembendungan).	Hasil analisis data berdasarkan pengukuran debit aliran pada saluran terbuka dengan melakukan pembendungan dengan hasil hitungan Teoritis. 1. Perhitungan debit aliran dilakukan sesuai dengan kemiringan saluran yaitu pada kemiringan 0,001, 0,003 dan 0,005 diperoleh debit teoritik 0,1584 l/dt, 0,2420 l/dt dan 0,2720 l/dt 2. Hasil hitungan kedalaman air normal y_n dan kedalaman air kritis y_c menggunakan persamaan manning untuk kemiringan dasar saluran 0,001, 0,003, dan 0,005 diperoleh $y_n = 1,8$ cm dan $y_c = 0,490$ cm, $y_n = 5,1$ cm dan $y_c = 2,119$ cm, $y_n = 3,9$ cm dan $y_c = 2,142$ cm.	pemasangan krib cukup dalam, sehingga perlu pertimbangan untuk penanganan dasar sungai. Dari analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan: 1. Debit aliran pada saluran terbuka menunjukkan kedalaman air normal sehingga perbedaan elevasi kemiringan pada saluran dapat terlihat dengan jelas. 2. Peragaan pembendungan setinggi 5 cm dan 10 cm menunjukkan bahwa pada kemiringan saluran yang berbeda, tinggi muka air disetiap interval terjadi secara beraturan, sehingga grafik kurva permukaan aliran air dan air balik (<i>backwater surface curve</i>) terjadi dengan baik. 3. Profil muka air yang terjadi dari hasil peragaan akibat adanya pembendungan termasuk dalam tipe kurva M (<i>mild</i>)
---	--	--	---	--	---

			3. Hasil perhitungan profil muka air pada pembendungan 5 cm pada kemiringan saluran 0,001 dan 0,005 dan Hasil perhitungan profil muka air pada pembendungan 10 cm pada kemiringan saluran 0,001, 0,003 dan 0,005 disajikan berturut-turut pada tabel 4.8 dan 4.9	Profil M1, karena $y > y_n > y_c$. 4. Analisis Metode Integrasi numerik dapat digunakan terlihat dari beberapa perbedaan tinggi muka air yang cukup kecil dibandingkan dengan hasil peragaan pada saluran.
6	Analisis Perubahan Dasar Saluran Terbuka akibat Variasi Debit Aliran Kritis dan SuperKritis	Rasmawati Rauf Sufiah Nur M, 2019	Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, tahapan persiapan hingga kegiatan laboratorium. 1. Meratakan pasir non kohesif (granular) diatas saluran dengan tebal 10 cm. 2. Kalibrasi peralatan semu (Kritis) $Q2 = 0,0086 \text{ m}^3/\text{dt}$ $t = 480 \text{ dt}, Fr = 0,848$ (Kritis). $t = 840 \text{ dt}, Fr = 0,881$ (Kritis). $t = 1200 \text{ dt}, Fr = 0,933$ (Kritis) $Q3 = 0,0104 \text{ m}^3/\text{dt}$ $t = 480 \text{ dt}, Fr = 1,112$ (Superkritis).	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan Pengaruh kecepatan aliran terhadap perubahan dasar yaitu besarnya kecepatan berbanding lurus dengan angka froude, semakin tinggi kecepatan semakin besar froudenya. Untuk $Q1 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dt}$, untuk $Q2 = 0,0086 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan untuk $Q3 = 0,0104 \text{ m}^3/\text{dt}$. 2. Bentuk dasar saluran (bedforms) saluran terbuka pada aliran kritis dengan variasi debit yang berbeda

		tinggi muka air (h) pada waktu $t_1 = 8$ menit, $t_2 = 14$ menit, $t_3 = 20$ menit. 6. Mematikan pompa sesuai waktu yang digunakan untuk pengambilan data perubahan dasar saluran.	$t = 840$ dt, $F = 1,163$ (Supakritis), $t = 1200$ dt, $F = 1,229$ (Supakritis)	yaitu bentuk dasar rata-rata berubah kebentuk transition. Kemudian untuk aliran superkritis berubah kebentuk antedunes karena kecepatan aliran semakin tinggi.
7	Kajian Nilai Koefisien Hambat pada Saluran Terbuka	Cahya Sujadniko, 2008 Tahapan Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium hidrolika dan hidrologi dengan pengambilan data dilakukan dengan mengamati kedalaman aliran pada sebelum dan sesudah model dipasang pada standar <i>Tiling Nume</i>.	1. Koefisien Chezy pada aliran terhambat batang vertikal dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu kerapatan batang kedalaman, dan diameter batang. 2. chezy batang vertikal didapatkan hasil antara $3,82 - 10,579 \text{ m}^2/\text{dt}$ dengan kerapatan antara $0,498 - 0,883$. 3. Koefisien hambatan untuk kelompok batang vertikal didapatkan 0,95.	1. Bila nilai parameter ($\xi \cdot h/D$) meningkat maka koefisien chezy akan menurun, hal ini membuktikan bahwa semakin besar hambatan pada aliran. 2. Hasil ini memperlihatkan Semakin besar kerapatan maka nilai koefisien chezy akan semakin kecil. 3. Kekasaran dasar saluran pengaruhnya kecil sehingga dapat diabaikan. 4. Nilai ini lebih kecil dari koefisien hambatan untuk batang tunggal yaitu 1,2. 5. Persamaan 20 dapat digunakan untuk menghitung koefisien chezy pada aliran dengan hambatan batang vertikal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di laboratorium Universitas Hasanuddin Makassar dengan waktu penelitian selama 3 (tiga) bulan.

Dimana pada bulan pertama yaitu pengurusan administrasi, bulan kedua persiapan dan kajian literatur, kemudian pada bulan berikutnya dilanjutkan perencanaan model simulasi, pengambilan data, pengolahan data dan analisis data.

B. Jenis Penelitian dan sumber data

1. Jenis penelitian

Jenis penelitian adalah eksperimen laboratorium, yaitu observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk perbandingan.

2. Sumber data

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

- a. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium
- b. Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari literatur, hasil penelitian yang telah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun di tempat lain berkaitan dengan penelitian karakteristik aliran.

C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Flume
- b. Alat tulis
- c. Kamera digital untuk dokumentasi proses pengambilan data penelitian baik dalam bentuk foto maupun video.
- d. Gergaji
- e. Pitot Portable
- f. Meteran untuk mengukur tinggi muka air
- g. Alat stopwatch
- h. Stop kran untuk mengatur debit aliran

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

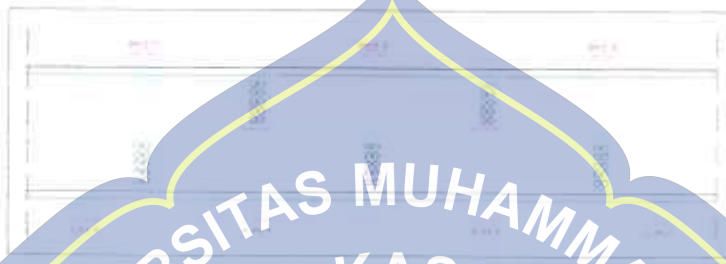
- a. Akrilik
- b. Kayu
- c. Silicon
- d. Air tawar
- e. Pipa PVC sebagai pipa sirkulasi air

- f. Tabel pencatatan kebutuhan data yang diperlukan

D. Desain Penelitian

Penelitian didesain dengan model laboratorium. Adapun pelaksanaannya sebagai berikut:

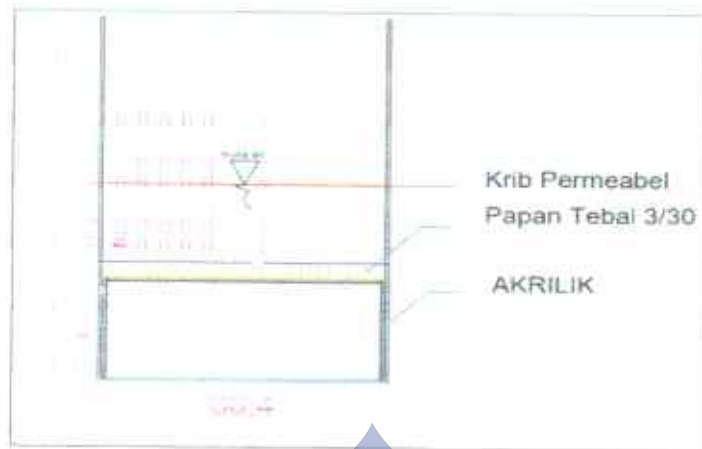
1. Rancangan Model Penelitian dibuat seperti gambar berikut :



Gambar 12. Denah Model Flume



Gambar 13. Potongan Memanjang Model Flume



Gambar 14. Potongan Melintang Model Flume



Gambar 15. Model Pemasangan krib Permeabel pada flume

2. Penyiapan tempat penelitian dengan menggunakan pengurasan dan pembersihan saluran dari sedimen/lumpur yang masih ada
3. Memperbaiki kebocoran yang ada baik pada bak penampung maupun pada saluran dengan plastisin dan lem kaca.
4. Pemasangan pompa dan jaringan pipa.
5. Mengecek mesin pompa yang akan dipakai.

E. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada dua kondisi. Kondisi pertama adalah pada saat running dan kondisi kedua pada saat setelah running. Pada saat running dilakukan pengukuran debit (Q) yang telah ditentukan sedangkan kondisi setelah running dilakukan pengukuran tekanan pada setiap section pengamatan.

F. Metode Analisis Data

Data dari hasil Penelitian kemudian diolah sesuai tujuan dan sasaran penelitian. Data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam hasil penelitian, antara lain :

1. Perhitungan debit aliran (Q)

Untuk menghitung debit aliran digunakan persamaan (6)

2. Perhitungan kecepatan aliran (V)

Untuk menghitung kecepatan aliran digunakan persamaan (7)

3. Perhitungan angka Froude (Fr)

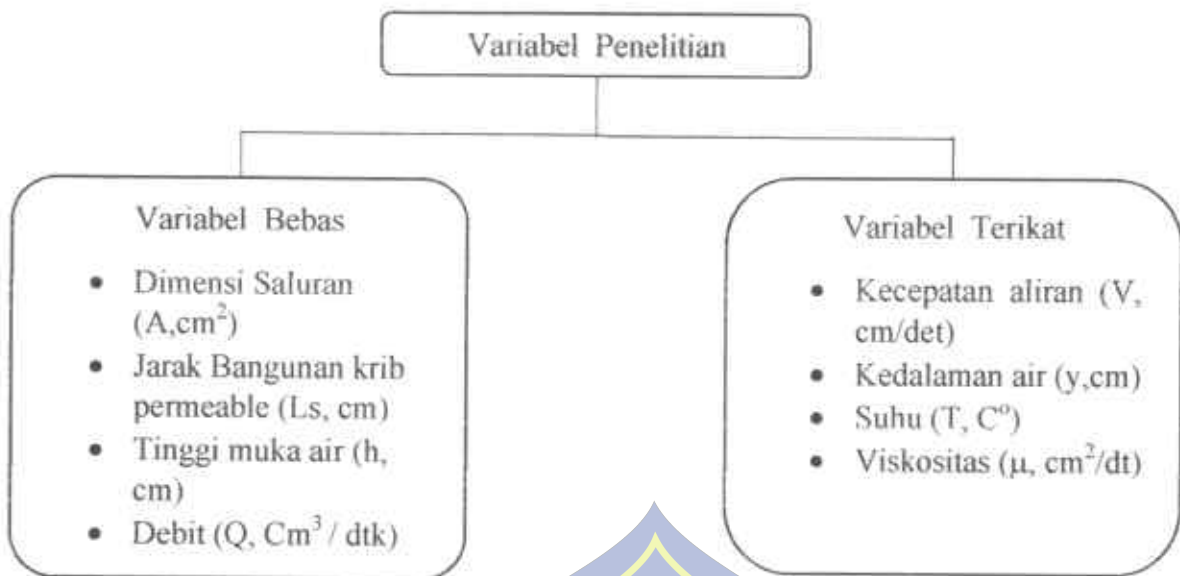
Untuk menghitung angka Froude digunakan persamaan (8)

4. Perhitungan bilangan Reynold (Re)

Untuk menghitung angka Reynold (Re) digunakan persamaan (2)

G. Variabel Yang Diteliti

Sesuai tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui Pengaruh karakter aliran akibat bangunan krib permeabel pada dasar aluran terbuka yang mengacu pada rancangan yang telah dietujui.



Gambar 16. Variabel Penelitian

H. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut

1. Pemasangan krib dengan memvariasikan jarak antar krib permeabel
2. Alirkan air dengan menghidupkan pompa dari sumber dengan debit tertentu namun pada penelitian ini juga menggunakan variasi debit. Setelah aliran sampai pada kondisi aliran seragam atau kondisi stabil sudah dicapai, maka dapat dimulai proses pengamatan selanjutnya.
3. Amati kedalaman di setiap segmen yang terdiri dari hulu, tengah 1, tengah 2 dan hilir pada saluran dan catat.
4. Kemudian ukur tekanan air dengan menggunakan alat ukur pitot portable di setiap segmen yang ditentukan.
5. Catat hasil pengamatan.

6. Ulangi prosedur no 2 sampai no 5 ketika mengganti variasi jarak antar krib.

I. Tabel Data

Tabel 4. Tabel Data

Data Yang Diperlukan di LAB	Satuan
Variasi Jarak Antar Krib (Lk)	cm
Debit Pintu Thomson Q1,Q2,Q3	cm ³ /dtk
Koefisien Debit (Cd)	
Tinggi Muka Air diatas Ambang thomson (Hi)	m
Sudut Peluap thomson (α)	°
Percepatan gravitasi (g)	m ² /dt
waktu (t)	menit
Kedalaman Rata-rata (y)	m
Lebar Dasar Saluran (B)	m
Panjang Saluran (L)	m
Tinggi Saluran (h)	m
Kecepatan Aliran (v)	m/dt
Suhu (T)	°C
Viskositas (μ)	m ² /dt

J. Flowchart



Gambar 17. Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalibrasi Pengukuran

1. Kalibrasi Debit

a. Kalibrasi Debit thomson dan Pengukuran Langsung

Adapun hasil kalibrasi debit menggunakan metode *V-Notch Thomson* (Pelimpah Segitiga) dan metode Pengukuran langsung dari pengamatan di laboratorium adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Penentuan koefisien pengaliran debit C_d

No	Tinggi Air (h)	Waktu	Debit (Q)
1	0,079	1,52	0,013132
2	0,079	1,64	0,013415
3	0,079	1,52	0,013118
4	0,079	1,58	0,012620
		Q rata-rata	0,013071

$$Q = \left(\frac{8}{15}\right) \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C_d \cdot \tan\left(\frac{8}{2}\right) \cdot H^{\frac{5}{2}}$$

$$C_d = \frac{0,013071 \pm 15}{8 \times \tan 90^\circ \sqrt{2g} \cdot 0,079^{\frac{5}{2}}}$$

$$C_d = 3,15$$

Tabel 6. Perhitungan debit aliran tinggi muka air pada pintu thompson

No	Tinggi Bukaian Pintu (H) (m)	Koefisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m ³ /dt
1	0.090	1.79	0.010327
2	0.073	3.54	0.012059
3	0.079	3.15	0.013071

2. Kalibrasi Kecepatan

Hasil Kalibrasi kecepatan aliran divalidasi menggunakan metode pengukuran langsung dengan persamaan Manning, Chezy Manning, Chezy Bazin, Cganguillet-Kutter pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Validasi Pengukuran kecepatan aliran dengan metode empiris.

Debit m ³ /dt	Jarak Krib m	n Rata- rata m	Ukur Langsung m/dt	Manning m/dt	Chezy Manning m/dt	Chezy Bazin m/dt	Cganguillet- Kutter m/dt
Q1	0	0,0888	0,4579	0,3519	0,3519	0,1661	0,3422
Q2	0	0,0960	0,4786	0,3634	0,4838	0,2267	0,4754
Q3	0	0,1020	0,5071	0,3724	0,3725	0,1831	0,7595
Q1	0	0,0873	0,4641	0,3503	0,3503	0,1647	0,3404
Q2	0	0,0930	0,4812	0,3598	0,4825	0,3358	0,4740
Q3	0	0,0980	0,5070	0,3677	0,3677	0,1792	0,3598

Sumber : Hasil Pengamatan Laboratorium

Adapun kalibrasi kecepatan digunakan rumus hambatan dengan metode empiris yang terbagi atas Manning yang mana nilai n pada percobaan ini dipakai kekasaran manning (n) yang terdapat pada tabel yang disediakan sesuai dengan bentuk salurannya yaitu 0,010. Chezy Manning ditinjau dengan kedalaman, luas tampang basah, kecepatan dan debit pada

setiap penampang pada bagian saluran luas adalah tetap serta kemiringan dasar saluran yang sejajar. Chezy Bazin ditinjau dari jari jari (R) dan kemiringan saluran (S) . Ganguillet Kutter, nilai C berhubungan dengan kemiringan (S), jari-jari (R) dan koefisien kekasaran n

B. Analisis Karakteristik Aliran

Adapun Karakteristik aliran digunakan pendekatan Bilangan *Froude* (Fr) dan Bilangan Reynold (Re).

Untuk karakteristik aliran metode dengan Bilangan *Froude* (Fr) diuraikan Pada Tabel 8, sebagai berikut

Tabel 8. Karakteristik Aliran Menggunakan metode Bilangan *Froude* (Fr)

Jarak Antar Krib (cm)	Debit (Q) m ³ /dt	Titik Pengamatan	Kec Aliran (V) m/dt	Kedalaman (H) M	Lebar Saluran (b) m	Luas (A) m	Bilangan Froude (Fr)	Ket.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tanpa Krib	Q1	3.0	0,490	0,147	0,304	0,023	1,25	Superkritis
		4.25	0,495	0,031	0,304	0,023	1,24	Superkritis
		5.0	0,488	0,031	0,304	0,023	1,34	Superkritis
		5.5	0,492	0,031	0,304	0,023	1,25	Superkritis
	Q2	3.0	0,499	0,033	0,304	0,025	1,21	Superkritis
		4.25	0,498	0,034	0,304	0,025	1,20	Superkritis
		5.0	0,498	0,034	0,304	0,025	1,20	Superkritis
		5.5	0,499	0,033	0,304	0,025	1,21	Superkritis
	Q3	3.0	0,509	0,037	0,304	0,028	1,16	Superkritis
		4.25	0,510	0,038	0,304	0,028	1,15	Superkritis
		5.0	0,508	0,038	0,304	0,028	1,15	Superkritis
		5.5	0,512	0,037	0,304	0,028	1,17	Superkritis
Lk. 60	Q1	3.0	0,450	0,039	0,304	0,029	1,02	Superkritis
		4.25	0,454	0,038	0,304	0,028	1,07	Superkritis

	Q2	5.0	0,453	0,036	0,304	0,027	1,09	Superkritis
		5.5	0,458	0,032	0,304	0,024	1,17	Superkritis
		3.0	0,476	0,043	0,304	0,032	1,04	Superkritis
		4.25	0,475	0,041	0,304	0,031	1,06	Superkritis
		5.0	0,473	0,038	0,304	0,029	1,10	Superkritis
		5.5	0,478	0,034	0,304	0,026	1,17	Superkritis
	Q3	3.0	0,496	0,045	0,304	0,034	1,03	Superkritis
		4.25	0,501	0,044	0,304	0,033	1,05	Superkritis
		5.0	0,501	0,041	0,304	0,030	1,11	Superkritis
		5.5	0,504	0,036	0,304	0,027	1,17	Superkritis
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lk. 90	Q1	3.0	0,458	0,038	0,304	0,028	1,07	Superkritis
		4.25	0,459	0,037	0,304	0,027	1,10	Superkritis
		5.25	0,459	0,037	0,304	0,027	1,09	Superkritis
		6.0	0,464	0,032	0,304	0,024	1,17	Superkritis
	Q2	3.0	0,477	0,040	0,304	0,030	1,07	Superkritis
		4.25	0,476	0,039	0,304	0,029	1,10	Superkritis
		5.25	0,478	0,038	0,304	0,028	1,11	Superkritis
		6.0	0,482	0,035	0,304	0,026	1,16	Superkritis
	Q3	3.0	0,500	0,042	0,304	0,032	1,08	Superkritis
		4.25	0,501	0,041	0,304	0,031	1,10	Superkritis
		5.25	0,502	0,040	0,304	0,030	1,11	Superkritis
		6.0	0,506	0,037	0,304	0,027	1,17	Superkritis

Sumber : Hasil Perhitungan Bilangan Froude

Untuk karakteristik aliran metode dengan Bilangan Reynold (Re) diuraikan Pada Tabel 9, sebagai berikut

Jarak Antar Krib (cm)	Titik Pengamatan	Kec. Aliran (m/dt)	TMA (h) m	Lebar Saluran (b) m	Luas Penampang Basah (A) m2	Keliling Basah (P) M	Jari-jari Hidrolis (R) m	Bilangan Reynold (Re)	Ket.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tanpa Krib	3.0	0,490	0,147	0,304	0,023	0,456	0,051	5980	Transisi
	4.25	0,490	0,031	0,304	0,023	0,458	0,051	5607	Transisi
	5.0	0,488	0,031	0,304	0,023	0,458	0,051	5581	Transisi
	5.5	0,492	0,031	0,304	0,023	0,456	0,051	5595	Transisi
	3.0	0,499	0,034	0,304	0,025	0,468	0,053	5818	Transisi
	4.25	0,498	0,034	0,304	0,025	0,470	0,054	5859	Transisi
	5.0	0,498	0,034	0,304	0,025	0,470	0,054	5831	Transisi
	5.5	0,499	0,033	0,304	0,025	0,468	0,053	5840	Transisi
	3.0	0,509	0,037	0,304	0,028	0,488	0,057	5830	Transisi
	4.25	0,510	0,038	0,304	0,028	0,490	0,058	6246	Transisi
	5.0	0,508	0,038	0,304	0,028	0,490	0,058	6212	Transisi
	5.5	0,512	0,037	0,304	0,028	0,486	0,057	6218	Transisi
Lk. 60	3.0	0,450	0,039	0,304	0,029	0,496	0,059	5475	Transisi
	4.25	0,454	0,038	0,304	0,028	0,490	0,058	5446	Transisi

	5.0	0,453	0,036	0,304	0,027	0,480	0,056	5342	Transisi
	5.5	0,458	0,032	0,304	0,024	0,460	0,052	5192	Transisi
	3.0	0,476	0,043	0,304	0,032	0,514	0,062	5946	Transisi
	4.25	0,475	0,041	0,304	0,031	0,506	0,061	5857	Transisi
	5.0	0,473	0,038	0,304	0,029	0,492	0,058	5709	Transisi
	5.5	0,478	0,034	0,304	0,026	0,472	0,054	5588	Transisi
	3.0	0,496	0,045	0,304	0,034	0,526	0,064	6386	Transisi
	4.25	0,501	0,044	0,304	0,033	0,520	0,063	6391	Transisi
	5.0	0,501	0,041	0,304	0,030	0,504	0,060	6206	Transisi
	5.5	0,504	0,036	0,304	0,027	0,482	0,056	6079	Transisi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lk 90	3.0	0,458	0,038	0,304	0,028	0,490	0,058	5471	Transisi
	4.25	0,459	0,037	0,304	0,027	0,484	0,057	5448	Transisi
	5.25	0,459	0,037	0,304	0,027	0,484	0,057	5319	Transisi
	6.0	0,464	0,032	0,304	0,024	0,464	0,052	5851	Transisi
	3.0	0,477	0,040	0,304	0,030	0,502	0,060	5804	Transisi
	4.25	0,476	0,039	0,304	0,029	0,496	0,059	5762	Transisi
	5.25	0,478	0,038	0,304	0,028	0,490	0,058	5670	Transisi
	6.0	0,482	0,035	0,304	0,026	0,474	0,055	6305	Transisi
	3.0	0,500	0,042	0,304	0,032	0,512	0,062	6293	Transisi
	4.25	0,504	0,041	0,304	0,031	0,506	0,061	6226	Transisi
	5.25	0,502	0,040	0,304	0,030	0,500	0,060	6226	Transisi
	6.0	0,506	0,037	0,304	0,028	0,484	0,057	6105	Transisi

Sumber : Hasil Perhitungan Bilangan Reynold

C. Karakteristik Aliran Akibat Variasi Debit (Q) dan Variasi Jarak

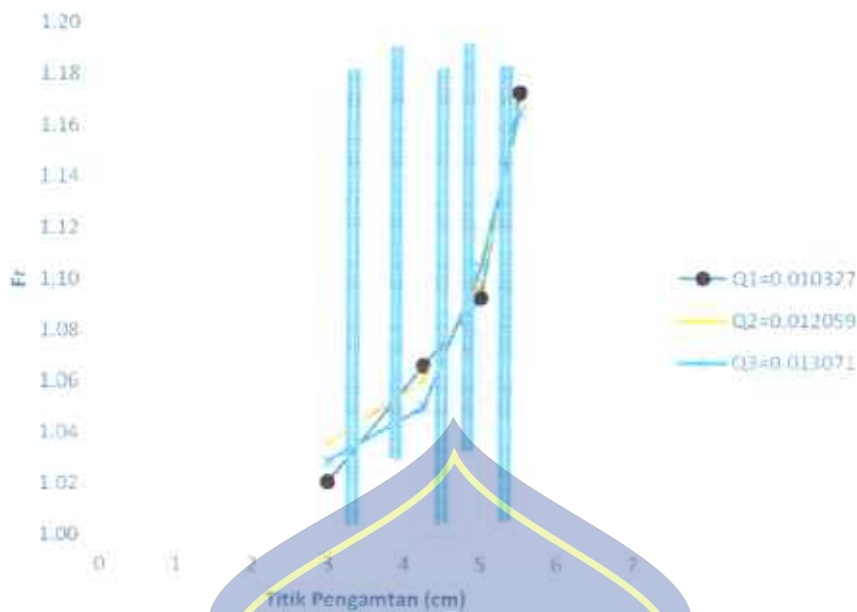
(Lk) Krib Permeabel pada Saluran Terbuka.

1. Bilangan Froude

- a. Variasi Debit (Q) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran tanpa krib

aliran semakin besar sedangkan V_{min} ialah 0,488 m/dt yang terdapat pula pada debit Q_1 pada bagian tengah saluran terbuka hal ini juga dipengaruhi oleh kedalaman yang besar sehingga tekanan pada daerah itu sangat besar dan berdampak pada kecepatan alirannya. Terjadinya peningkatan angka froude pada daerah tengah kedua saluran karena kecepatan pada daerah tersebut dipengaruhi oleh kekasaran dasar dan dinding saluran dimana koefisien manning terukur (n) yang dipakai ialah sebesar 0,007 ini juga yang mengakibatkan kecepatan aliran semakin menurun ditambah penggunaan debit yang kecil sehingga angka froude yang tertinggi berada pada daerah tersebut.

- b. Variasi Debit (Q) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran jarak antar krib 60 cm



Gambar 19. Grafik hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran terbuka.

Gambar 19. Menunjukkan bahwa perilaku aliran terjadi akibat penggunaan variasi debit (Q) pada saluran terbuka dengan jarak antar krib 60 cm (L_k 60) $Fr > 1$ dan yang tertinggi berada pada debit (Q_1) yaitu 1.17, pada daerah hilir dan terendah berada pada debit (Q_1) yaitu 1.02 pada daerah hilir. Selain dipengaruhi oleh koefisien hambatan yang ada pada saluran penambahan hambatan berupa bangunan air seperti krib permeabel dengan jarak yang dekat antar kribnya mengakibatkan kedalaman aliran bertambah besar dan tekanannya semakin besar pada bagian hulu seiring berjalannya waktu kedalaman dan tekanan akan menurun saat melewati di setiap bangunan krib sampai pada bagian hilir.

Hal ini mempengaruhi kecepatan aliran semakin lambat. Pada penelitian ini V_{maks} terdapat pada debit (Q_3) yaitu 0,504 m/dt daerah hilir dan V_{min} terdapat pada debit (Q_1) daerah hulu yaitu 0,450 m/dt serta kategori perilaku aliran yang didapatkan ialah aliran superkritis ($Fr > 1$).

- c. Variasi Debit (Q) dengan Bilangan Froude (Fr) pada jarak antar krib 90

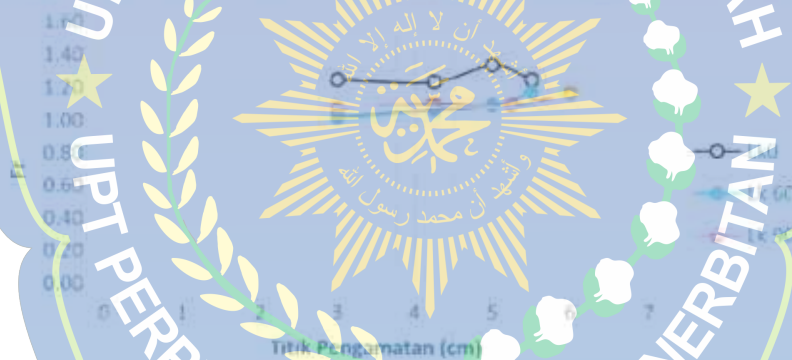


Gambar 20. Grafik hubungan Variasi Debit (Q) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran terbuka

Gambar 20 . Menunjukkan bahwa perilaku aliran terjadi akibat penggunaan variasi debit (Q) pada saluran terbuka dengan jarak antar krib 90 cm (L_k 90). $Fr > 1$ dan yang tertinggi berada pada debit (Q_3) yaitu 1,170 dan terendah berada pada debit (Q_1) yaitu 1,07. Penggunaan hambatan seperti bangunan krib permeabel akan mempengaruhi kedalaman aliran pada saluran

terbuka. Selain koefisien hambatan yang mempengaruhi kecepatan pada saluran, Kedalaman aliran setelah melewati bangunan krib kedalamannya akan semakin menurun yang menyebabkan tekanan aliran juga semakin kecil sehingga mempengaruhi kecepatannya yang mana didapat V_{maks} ialah sebesar 0,506 m/dt dengan penggunaan debit (Q_3) pada daerah hilir dan V_{min} ialah sebesar 0,458 m/dt dengan debit (Q_1) yaitu sebesar 0,458 m/dt pada daerah hulu. Dalam hal ini perilaku aliran dengan penggunaan jarak antar krib 90 cm (L_k) ialah Superkritis ($Fr > 1$).

d. Variasi Krib (L_k) dan Bilangan Froude (Fr) pada Q_3



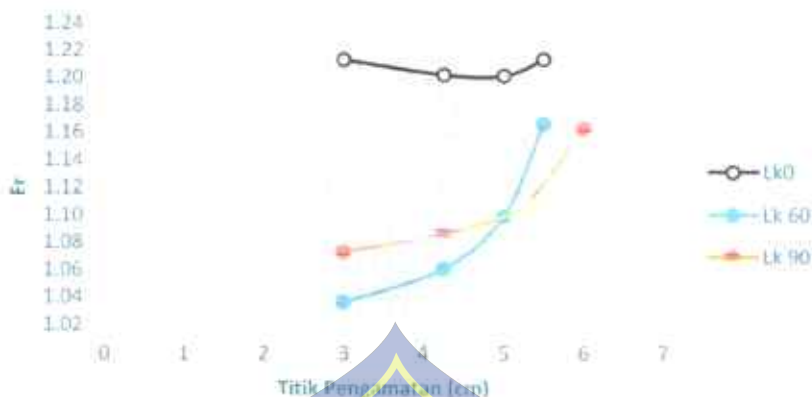
Gambar 21. Grafik hubungan Variasi Jarak antar Krib (L_k) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran terbuka.

Gambar 21. Menunjukkan bahwasanya penggunaan variasi

jarak antar krib (L_k) pada debit Q_1 sebagai berikut bahwa penggunaan krib dengan jarak antar krib 60 cm (L_{k60}), 90 cm

(Lk90) bahkan tanpa menggunakan bangunan krib sangat mempengaruhi kecepatan aliran. Saluran tanpa bangunan krib, kedalamannya akan sama disepanjang saluran begitupun dengan tekanannya dengan demikian kecepatan aliran semakin lambat dan bilangan froude menjadi tinggi dibandingkan dengan penggunaan krib permeabel, bilangan froude tertinggi pada saluran tanpa krib dengan penggunaan debit Q_1 ialah 1,34 pada daerah tengah kedua hal ini disebabkan karena pada bagian itu dipengaruhi oleh koefisien kekasaran dinding saluran yang menyebabkan kecepatan menjadi sangat lambat. Berbeda dengan penggunaan krib dengan jarak antar krib 90 cm (Lk90) kedalamannya dan tekanan aliran yang dalam dan besar dominan berada pada daerah hulu saluran namun akan menurun seiring melewati bangunan krib sehingga kecepatan aliran menjadi sangat lambat terlepas dari itu penggunaan jarak antar krib 90 cm (Lk90) jauh lebih besar bilangan froudenya dibandingkan jarak krib 60 cm (Lk60) hal ini disebabkan semakin dekat jarak krib yang dipasang pada saluran terbuka akan mengurangi kecepatan alirannya sehingga pada ketiga pengamatan ini aliran tetap dalam perilaku superkritis.

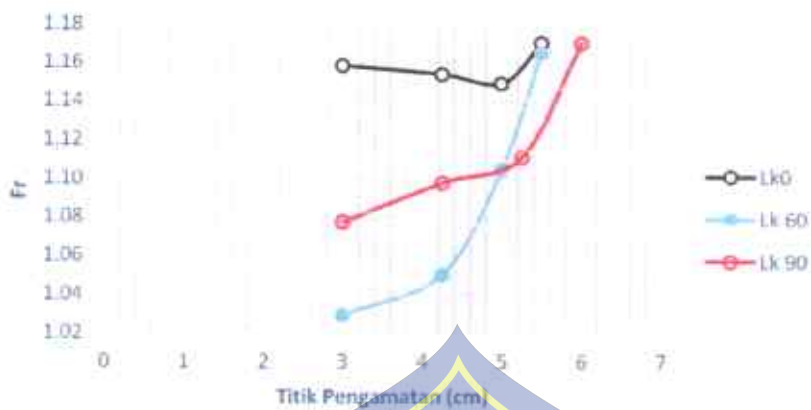
e. Variasi Krib (Lk) dan Bilangan Froude (Fr) pada Q2



Gambar 22. Grafik hubungan Variasi Jarak antar Krib (Lk) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran terbuka.

Gambar 22. Menunjukkan bahwasanya penggunaan variasi jarak antar krib (Lk) pada debit Q_2 sebagai berikut bahwa penggunaan krib dengan jarak antar krib 60 cm (Lk60), 90 cm (Lk90) bahkan tanpa menggunakan bangunan krib sangat mempengaruhi kecepatan aliran. Penggunaan jarak antar krib 60 cm (Lk 60), jarak antar krib 90 cm (Lk 60) dan tanpa krib pada saluran dengan debit $Q_2 > Q_1$ hasil yang didapati bahwa $Fr_{Q_2} > Fr_{Q_1}$ hal ini disebabkan oleh perbedaan jarak antar krib yang digunakan, semakin besar debit yang dipakai dan jarak antar krib yang jauh bilangan froude yang dihasilkan semakin besar pula. Pada pengamatan ini rata-rata perilaku aliran yang didapati ialah aliran superkritis ($Fr > 1$).

f. Variasi Krib (Lk) dan Bilangan Froude (Fr) pada Q3

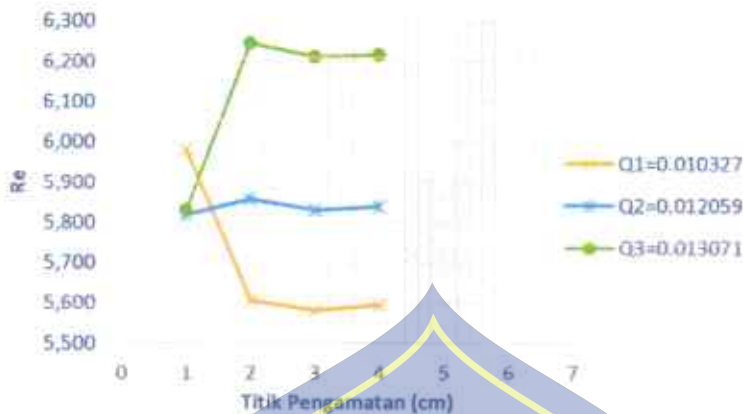


Gambar 23. Grafik hubungan Variasi Jarak antar Krib (Lk) dengan Bilangan Froude (Fr) pada saluran terbuka.

Gambar 23. Menunjukkan bahwasanya penggunaan variasi jarak antar krib (Lk) pada debit Q3 sebagai berikut bahwa penggunaan krib dengan jarak antar krib 60 cm (Lk60), 90 cm (Lk90) bahkan tanpa menggunakan bangunan krib sangat mempengaruhi kecepatan aliran. Penggunaan jarak antar krib 60 cm (Lk 60), jarak antar krib 90 cm (Lk 60) dan tanpa krib pada saluran dengan debit $Q3 > Q2 > Q1$ hasil yang didapati bahwa $Fr_{Q3} < Fr_{Q2} < Fr_{Q1}$ hal ini disebabkan oleh perbedaan jarak antar krib yang digunakan, semakin besar debit yang dipakai dan jarak antar krib yang jauh bilangan froude yang dihasilkan semakin besar pula. Pada pengamatan ini rata-rata perilaku aliran yang didapati ialah aliran super kritis ($Fr > 1$)

2. Bilangan Reynold (Re)

a. Debit (Q) dan Bilangan Reynold (Re) pada saluran tanpa Krib



Gambar 24. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) vs Bilangan Reynold (Re) pada saluran terbuka.

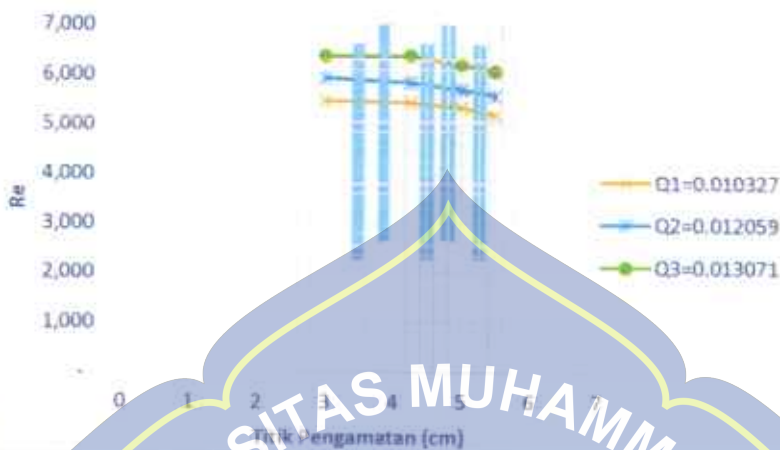


Gambar 25. Aliran Transisi

Gambar 24. Grafik diatas dengan menggunakan variasi debit (Q) pada saluran terbuka tanpa menggunakan bangunan krib. Bilangan reynold tertinggi berada pada debit (Q_3) yaitu sebesar 6246 dengan kecepatannya ialah 0,510 m/dt pada daerah tengah pertama saluran karena dipengaruhi oleh perubahan temperatur dari suhu ruangan 30°C menjadi $29,3^{\circ}\text{C}$ sehingga besarnya kerapatan air ialah $0,988 \text{ m}^3/\text{dt}$ hal ini menyebabkan berat jenis dari air tersebut berkurang, kedalaman yang besar akan mempengaruhi tekanan dan

jari-jari hidrolis semakin besar yang akan membuat kecepatan aliran menjadi lambat sehingga nilai viskositas juga akan besar. Pengaruh viskositas yang besar dapat meredam gangguan yang dapat menyebabkan aliran menjadi turbulen. Sesuai dengan pengamatan sebelumnya dinyatakan bahwa semakin besar kecepatan dan kecil nilai viskositasnya maka semakin tinggi pula bilangan reynold (Re) nya namun pada kondisi ini berbeda dengan pernyataan tersebut ini disebabkan karena adanya perbedaan kedalaman, jari-jari hidrolis dan kecepatannya. V_{maks} yang diperoleh ialah 0,512 m/dt bahkan tidak terjadi pada daerah tersebut melainkan pada daerah hilir (Q3) sedangkan bilangan reynold yang terendah berada pada debit (Q1) bagian tengah pertama saluran yaitu sebesar 5581 dengan V_{min} yang diperoleh ialah 0,488 m/dt dengan pola seperti pada gambar 25 yaitu pola aliran transisi disepanjang pengaliran saluran terbuka sesuai karena syarat bilangan reynoldnya ($500 < Re < 12500$).

- b. Debit (Q) dan Bilangan Reynold (Re) pada saluran dengan jarak antar krib 60 cm



Gambar 26. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) vs Bilangan Reynold (Re) pada saluran terbuka



Gambar 27. Aliran Transisi

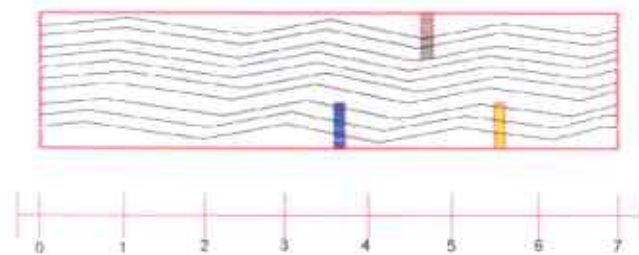
Gambar 26. Grafik diatas dengan menggunakan variasi debit (Q) pada saluran terbuka dengan jarak antar krib 60 cm (Lk 60). Bilangan reynold tertinggi berada pada debit (Q_3) yaitu sebesar 6386 dengan kecepatannya ialah 0,496 m/dt pada daerah hulu sebelum melewati bangunan krib permeabel mengakibatkan kedalaman semakin dalam sehingga tekanan menjadi besar yang berdampak

pada kecepatan aliran menjadi kecil terlepas dari itu selain kecepatan, kekentalan fluida juga mempengaruhi bilangan reynold dari perubahan temperatur dari suhu ruangan $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sehingga besarnya kerapatan air ialah $0,988\text{ kg/m}^3$, hal ini menyebabkan berat jenis air berkurang. Setelah melewati bangunan krib kecepatan akan semakin bertambah yang dimana V_{maks} berada pada bagian hilir debit (Q_3) ialah $0,504\text{ m/dt}$. Bilangan reynold terendah berada pada debit (Q_1) daerah hilir yaitu sebesar 5192 namun V_{min} terdapat pada daerah hulu debit (Q_1) ialah $0,450\text{ m/dt}$ ini disebabkan karena belum melewati bangunan krib jadi pada pengamatan ini pola aliran yang didapatkan seperti pada gambar 27 ialah aliran transisi ($500 < Re < 12500$).

c. Debit (Q) dan Bilangan Reynold (Re) pada saluran Jarak antar Krib 90



Gambar 28. Grafik Hubungan Variasi Debit (Q) vs Bilangan Reynold (Re) pada saluran terbuka.

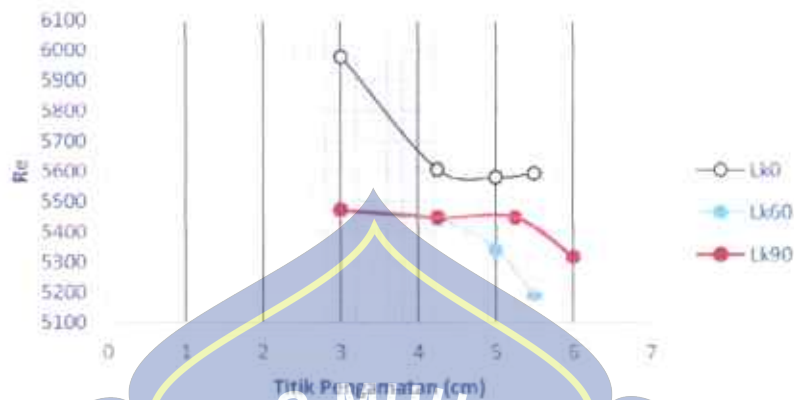


Gambar 29. Aliran Transisi

Gambar 28 . Grafik diatas dengan menggunakan variasi debit (Q) pada saluran terbuka dengan jarak antar krib 90 cm (L_k 90). Bilangan reynold tertinggi berada pada debit (Q_3) yaitu sebesar 6305 dengan kecepatannya ialah 0,500 m/dt pada daerah hulu sebelum melewati bangunan krib permeabel mengakibatkan kedalaman semakin dalam sehingga tekanan menjadi besar yang berdampak pada kecepatan aliran menjadi kecil terlepas dari itu selain kecepatan, kekentalan fluida juga mempengaruhi bilangan reynold dari perubahan temperatur dari suhu ruangan 30°C menjadi $29,5^\circ\text{C}$ sehingga besarnya kerapatan air ialah $0,988 \text{ kg/m}^3$ hal ini menyebabkan berat jenis air berkurang. Setelah melewati bangunan krib kecepatan akan semakin bertambah yang dimana V_{Maks} berada pada bagian hilir debit (Q_3) ialah 0,506 m²/dt. Bilangan reynold terendah berada pada debit (Q_1) daerah hilir yaitu sebesar 5192 namun V_{min} terdapat pada daerah hulu debit (Q_1) ialah 0,450 m²/dt ini disebabkan karena belum melewati bangunan krib jadi

pada pengamatan ini pola aliran yang didapatkan seperti gambar 29 ialah aliran transisi ($500 < Re < 12500$).

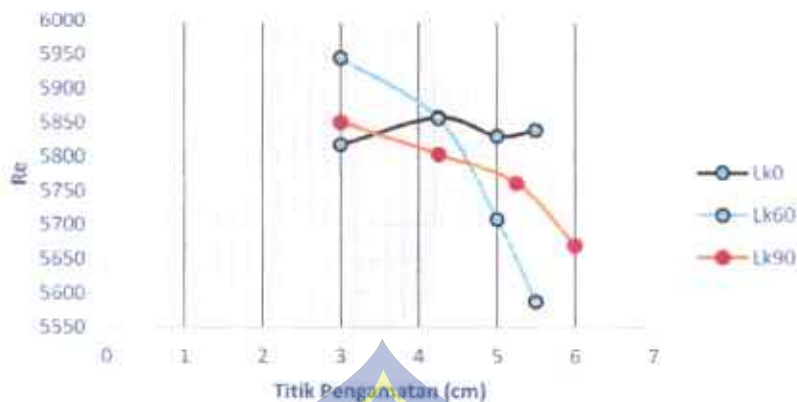
d. Variasi Jarak Krib (Lk) dan Bilangan Reynold (Re) pada Q1



Gambar 30. Grafik hubungan Variasi Jarak antar Krib (Lk) vs Bilangan Reynold (Re) pada saluran terbuka.

Gambar 30. Menunjukkan dimana penggunaan variasi antar jarak krib (Lk) pada debit Q1 nilai bilangan reynold (Re) yang dihasilkan pada ketiga percobaan ini. Semakin dekat jarak antar krib (Lk) semakin kecil pula angka Reynold (Re) yang dihasilkan berbeda dengan saluran tanpa bangunan air yang hanya fluidanya dipengaruhi oleh hambatan yang ada disaluran itu sendiri. Dari nilai bilangan reynold (Re) pada grafik diatas ketiga percobaan pola aliran yang dihasilkan termasuk dalam kategori aliran Transisi karena ketentuannya ialah bilangan reynold (Re) nya ($500 < Re < 12.500$).

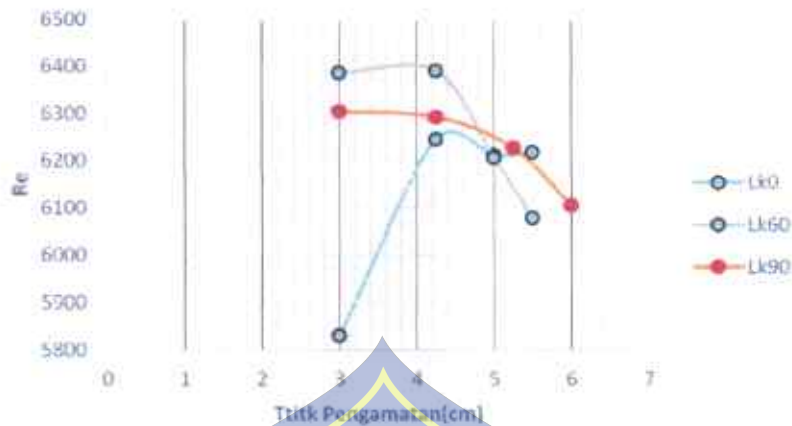
e. Variasi Jarak Krib (Lk) dan Bilangan Reynold (Re) Pada Q2



Gambar 31. Grafik hubungan Variasi Jarak antar Krib (Lk) vs Bilangan Reynold (Re) pada saluran terbuka.

Gambar 31. Menunjukkan dimana penggunaan variasi antar jarak krib (Lk) pada debit Q2 nilai bilangan reynold (Re) yang dihasilkan pada ketiga percobaan ini. Semakin dekat jarak antar krib (Lk) kedalam dan tekanan akan semakin dalam dan besar sehingga kecepatan aliran menjadi lambat yang menyebabkan kecil pula bilangan Reynold (Re) selain itu $Q_1 < Q_2$ memperoleh $Re_{Q_1} < Re_{Q_2}$ berbeda dengan saluran tanpa bangunan air yang hanya fluidanya dipengaruhi oleh hambatan yang ada disaluran itu sendiri. Dari nilai bilangan reynold (Re) pada grafik diatas ketiga percobaan pola aliran yang dihasilkan termasuk dalam kategori aliran Transisi karena ketentuannya ialah bilangan reynold (Re) ($500 < Re < 12.500$).

f. Variasi Jarak Krib (Lk) dan Bilangan Reynold (Re) pada Q3



Gambar 32. Grafik hubungan Variasi Jarak antar Krib (Lk) vs Bilangan Reynold (Re) pada saluran terbuka.

Gambar 32. Menunjukkan dimana penggunaan variasi antar jarak krib (Lk) pada debit Q2 nilai bilangan reynold (Re) yang dihasilkan pada ketiga percobaan ini. Semakin dekat jarak antar krib (Lk) kedalaman dan tekanan akan semakin dalam dan besar sehingga kecepatan aliran menjadi lambat yang menyebabkan kecil pula bilangan Reynold (Re) selain itu $Q_1 < Q_2 < Q_3$ memperoleh $Re_{Q1} < Re_{Q2} < Re_{Q3}$ berbeda dengan saluran tanpa bangunan air yang hanya fluidanya dipengaruhi oleh hambatan yang ada disaluran itu sendiri. Dari nilai bilangan reynold (Re) pada grafik diatas ketiga percobaan pola aliran yang dihasilkan termasuk dalam kategori aliran Transisi karena ketentuannya ialah bilangan reynold (Re) ($500 < Re < 12.500$).

3. Trial and Error

Tabel 9. Trial Error

Tanpa Krib	Titik Pengamatan	Debit	Ketinggian	Bilangan Froude	keterangan
No percobaan	x	Q1	h	Fr	
1	4.25	0.0103	0.002	2.6	Super Kritis
2	4.25	0.0103	0.015	1.2	Super Kritis
3	4.25	0.0103	0.031	0.9	Sub Kritis
4	4.25	0.0103	0.046	0.8	Sub Kritis
5	4.25	0.0103	0.062	0.7	Sub Kritis
6	4.25	0.0103	0.031	1.24	Super Kritis
		Q2			
1	4.25	0.0121	0.002	2.5	Super Kritis
2	4.25	0.0121	0.017	1.1	Super Kritis
3	4.25	0.0121	0.033	0.9	Sub Kritis
4	4.25	0.0121	0.050	0.8	Sub Kritis
5	4.25	0.0121	0.066	0.7	Sub Kritis
6	4.25	0.0121	0.034	1.20	Super Kritis
		Q3			
1	4.25	0.0131	0.003	2.4	Super Kritis
2	4.25	0.0131	0.019	1.1	Super Kritis
3	4.25	0.0131	0.037	0.9	Sub Kritis
4	4.25	0.0131	0.056	0.8	Sub Kritis
5	4.25	0.0131	0.074	0.7	Sub Kritis
6	4.25	0.0131	0.038	1.15	Super Kritis

LK90	Titik Pengamatan	Debit	Ketinggian	Bilangan Froude	keterangan
No percobaan	x	Q1	h	Fr	
1	4.25	0.0103	0.003	2.4	Super Kritis
2	4.25	0.0103	0.018	1.1	Super Kritis
3	4.25	0.0103	0.036	0.8	Sub Kritis
4	4.25	0.0103	0.054	0.7	Sub Kritis
5	4.25	0.0103	0.072	0.6	Sub Kritis
6	4.25	0.0103	0.037	1.10	Super Kritis
		Q2			
1	4.25	0.0121	0.003	2.3	Super Kritis
2	4.25	0.0121	0.019	1.0	Super Kritis
3	4.25	0.0121	0.038	0.8	Sub Kritis
4	4.25	0.0121	0.058	0.7	Sub Kritis
5	4.25	0.0121	0.077	0.6	Sub Kritis
6	4.25	0.0121	0.039	1.09	Super Kritis
		Q3			
1	4.25	0.0131	0.003	2.2	Super Kritis
2	4.25	0.0131	0.020	1.0	Super Kritis
3	4.25	0.0131	0.040	0.8	Sub Kritis
4	4.25	0.0131	0.061	0.7	Sub Kritis
5	4.25	0.0131	0.081	0.7	Sub Kritis
6	4.25	0.0131	0.041	1.10	Super Kritis

LK60	Titik Pengamatan	Debit	Ketinggian	Bilangan Froude	keterangan
No percobaan	x	Q1	h	Fr	
1	4.25	0.0103	0.003	2.3	Super Kritis
2	4.25	0.0103	0.019	1.0	Super Kritis
3	4.25	0.0103	0.037	0.8	Sub Kritis
4	4.25	0.0103	0.056	0.7	Sub Kritis
5	4.25	0.0103	0.074	0.6	Sub Kritis
6	4.25	0.0103	0.038	1.07	Super Kritis
		Q2			
1	4.25	0.0121	0.003	2.2	Super Kritis
2	4.25	0.0121	0.020	1.0	Super Kritis
3	4.25	0.0121	0.040	0.8	Sub Kritis
4	4.25	0.0121	0.061	0.7	Sub Kritis
5	4.25	0.0121	0.081	0.6	Sub Kritis
6	4.25	0.0121	0.041	1.06	Super Kritis
		Q3			
1	4.25	0.0131	0.003	2.1	Super Kritis
2	4.25	0.0131	0.022	1.0	Super Kritis
3	4.25	0.0131	0.043	0.8	Sub Kritis
4	4.25	0.0131	0.065	0.7	Sub Kritis
5	4.25	0.0131	0.086	0.6	Sub Kritis
6	4.25	0.0131	0.044	1.05	Super Kritis

Tanpa Krib	Titik Pengamatan	Debit	Ketinggian	Bilangan Reynold	keterangan
No percobaan	x	Q1	h	Re	
1	4.25	0.0103	0.002	917	Transisi
2	4.25	0.0103	0.015	4226	Transisi
3	4.25	0.0103	0.031	6278	Transisi
4	4.25	0.0103	0.046	7711	Transisi
5	4.25	0.0103	0.062	8902	Transisi
6	4.25	0.0103	0.031	5607	Transisi
Q2					
1	4.25	0.0121	0.002	984	Transisi
2	4.25	0.0121	0.017	4371	Transisi
3	4.25	0.0121	0.033	6631	Transisi
4	4.25	0.0121	0.050	7935	Transisi
5	4.25	0.0121	0.066	9372	Transisi
6	4.25	0.0121	0.034	5859	Transisi
Q3					
1	4.25	0.0131	0.003	1086	Transisi
2	4.25	0.0131	0.019	4718	Transisi
3	4.25	0.0131	0.037	6974	Transisi
4	4.25	0.0131	0.056	8497	Transisi
5	4.25	0.0131	0.074	9953	Transisi
6	4.25	0.0131	0.038	6246	Transisi

LK90	Titik Pengamatan	Debit	Ketinggian	Bilangan Reynold	keterangan
No percobaan	x	Q1	h	Re	
1	4.25	0.0103	0.003	1051	Transisi
2	4.25	0.0103	0.018	4399	Transisi
3	4.25	0.0103	0.036	6152	Transisi
4	4.25	0.0103	0.054	7286	Transisi
5	4.25	0.0103	0.072	8352	Transisi
6	4.25	0.0103	0.037	5448	Transisi
Q2					
1	4.25	0.0121	0.003	1111	Transisi
2	4.25	0.0121	0.019	4604	Transisi
3	4.25	0.0121	0.038	6589	Transisi
4	4.25	0.0121	0.058	7666	Transisi
5	4.25	0.0121	0.077	8947	Transisi
6	4.25	0.0121	0.039	5804	Transisi
Q3					
1	4.25	0.0131	0.003	1160	Transisi
2	4.25	0.0131	0.020	4866	Transisi
3	4.25	0.0131	0.040	7142	Transisi
4	4.25	0.0131	0.061	8569	Transisi
5	4.25	0.0131	0.081	9727	Transisi
6	4.25	0.0131	0.041	6293	Transisi

LK60	Titik Pengamatan	Debit	Ketinggian	Bilangan Reynold	keterangan
No percobaan	x	Q1	h	Re	
1	4.25	0.0103	0.003	1066	Transisi
2	4.25	0.0103	0.019	4392	Transisi
3	4.25	0.0103	0.037	6261	Transisi
4	4.25	0.0103	0.056	7285	Transisi
5	4.25	0.0103	0.074	8335	Transisi
6	4.25	0.0103	0.038	5446	Transisi
Q2					
1	4.25	0.0121	0.003	1165	Transisi
2	4.25	0.0121	0.020	4744	Transisi
3	4.25	0.0121	0.040	6851	Transisi
4	4.25	0.0121	0.061	7665	Transisi
5	4.25	0.0121	0.081	8860	Transisi
6	4.25	0.0121	0.041	5857	Transisi
Q3					
1	4.25	0.0131	0.003	1204	Transisi
2	4.25	0.0131	0.022	4899	Transisi
3	4.25	0.0131	0.043	7376	Transisi
4	4.25	0.0131	0.065	8761	Transisi
5	4.25	0.0131	0.086	9716	Transisi
6	4.25	0.0131	0.044	6391	Transisi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik aliran pada debit $Q_1 = 0,0113 \text{ m}^3/\text{dt}$ nilai $Fr = 1,09$ (superkritis) dan $Re = 5342$ (Transisi), $Q_2 = 0,01621 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Fr = 1,10$ dan transisi $Re = 5709$ (Transisi), $Q_3 = 0,01905 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Fr = 1,11$ dan transisi $Re = 6206$ (Transisi). Bilangan froude berbanding lurus dengan kecepatan dan angka reynold berbanding lurus dengan kecepatan maka semakin besar nilai debit maka bilangan froude dan angka reynold semakin naik.
2. Karakteristik aliran akibat variasi jarak dipengaruhi oleh semakin dekat jarak antar krib semakin kecil pula bilangan froude dan bilangan reynoldnya. Pada percobaan saluran tanpa krib nilai $Fr = 1,20$ (superkritis), $Re = 5831$ (Transisi), saluran dengan jarak antar krib 90 cm (Lk90) nilai $Fr = 1,11$ (Superkritis), $Re = 5762$ (Transisi) dan saluran dengan jarak antar krib 60 cm (Lk60) nilai $Fr = 1,10$ (Superkritis), $Re = 5709$ (Transisi).

B. Saran

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

1. Pada penelitian ini sebaiknya menggunakan alat ukur current meter untuk kecepatan aliran sehingga dapat mempermudah menentukan karakteristik aliran.
2. Untuk penelitian selanjutnya ada baiknya menambahkan sedimen pada saluran sehingga pola gerusan dapat diketahui.



DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. *Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran (skripsi)*, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Chow, V.T. 1985. *Hidraulika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)* Terjemahan. Erlangga : Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, *Tata Cara perencanaan umum krib di sungai, SK SNI T-01-1990 F. Standar*, yayasan badan penerbit PU, Jakarta.
- Harseno E & Stdin Jonas V.L (2007). *Studi Experimental Aliran Berubah Beraturan Pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatik*, UKRIM Yogyakarta.
- Hasibuan, B. S. R. 2017. *Model Laboratorium Pola Aliran pada Krib Impermeable terhadap Variasi Debit dan Posisi Krib di Sungai Berbelok* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Klasifikasi Aliran. <http://en.ums.ac.id/64185/5/BAB%20III.pdf> (diunduh pada tanggal 27 November 2019, 16.45 WITA)
- Kodatie Robert J, 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Edisi Revisi, Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Paresa Jeni, 2015. *Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel Pada Gerusan Dibelokan Sungai (Studi Kasus panjang Krib 1/10, 1/5 Dan 1/3 Lebar Sungai (Jurnal)*. Universitas Musamus. Marauke.
- Rauf, R. (2019). Analisis Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit pada Tingkat Aliran Kritis dan Super Kritis. *TEKNIK HIDRO*, 12(1), 25-33.
- Sekat Ukur Thompson. <http://lifeofnadya.blogspot.com/2017/11/pengukuran-debit-air-v-notch-thompson.html?m=1> .png(diunduh pada tanggal 27 November 2019, 16.30 WITA)
- Setyono, E. (2007). Krib Impermeabel sebagai pelindung pada belokan sungai. *Universitas Muhammadiyah Malang. Malang*.

- Sosrodarsono S., 2008, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai PT Tradnya Paramita*, Jakarta.
- Sujatmiko Cahya.2008. *Kajian Nilai Koefisien Hambat Pada Saluran Terbuka*, Universitas Saburai.
- Sukri, A. S. 2018. PENGARUH BENTUK KRIB TIPE TIANG TERHADAP POLA ALIRAN. *STABILITA| Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6(3), 1-8.
- Suripin. (2018). *Mekanika Fluida dan Hidraulika Saluran Terbuka untuk Teknik Sipil*. Yogyakarta
- Triatmojo Bambang,CES,DEA. Revisi 2008. *Hidraulika II*. Beta Offset : Yogyakarta.





A. LAMPIRAN

Kalibrasi Debit

Ketinggian aliran diatas ambang (H)	Debit Thomson m ³ /dt
9,0	0.010327
7,3	0.012059
7,9	0.013071

Debit Thomson m ³ /dt	Pengukuran langsung debit Input dengan Timbangan			Pengukuran langsung debit output dengan Timbangan		
	Volume (m ³)	Waktu (t)	Debit (m ³ /dt)	Volume (m ³)	Waktu (t)	Debit (m ³ /dt)
	Hulu			Hilir		
0,01133	0,148	13,310		0,020	1,940	
	0,152	13,980		0,019	1,860	
	0,152	14,150		0,017	1,640	
	0,152	14,130		0,018	1,730	
	0,151	13,892	0,01034	0,018	1,793	0,01033
0,01621	0,156	12,250		0,021	1,650	
	0,156	12,140		0,020	1,670	
	0,160	12,060		0,019	1,680	
	0,157	12,770		0,019	1,480	
	0,157	12,805	0,01226	0,020	1,620	0,01206
0,01905	0,161	12,920		0,020	1,520	
	0,161	12,250		0,022	1,640	
	0,162	11,930		0,020	1,520	
	0,165	12,570		0,020	1,580	
	0,162	12,418	0,01308	0,020	1,565	0,01287

Kalibrasi Kecepatan

Debit m ³ /dt	Jarak Krib	h Rata- rata	Ukur Langsung	Manning	Chezi Manning	Chezi Bazin	Canguillet- Kutter
	cm	m	m ³ /dt	m ² /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ² /dt
Q1	60	0,0888	0,4579	0,3519	0,3519	0,1661	0,3422
Q2		0,0960	0,4786	0,3634	0,4838	0,2267	0,4754
Q3		0,1020	0,5071	0,3724	0,3725	0,1831	0,7595
Q1	90	0,0873	0,4641	0,3503	0,3503	0,1647	0,3404
Q2		0,0930	0,4812	0,3598	0,4825	0,3358	0,4740
Q3		0,0980	0,5070	0,3677	0,3677	0,1792	0,3598

B. LAMPIRAN

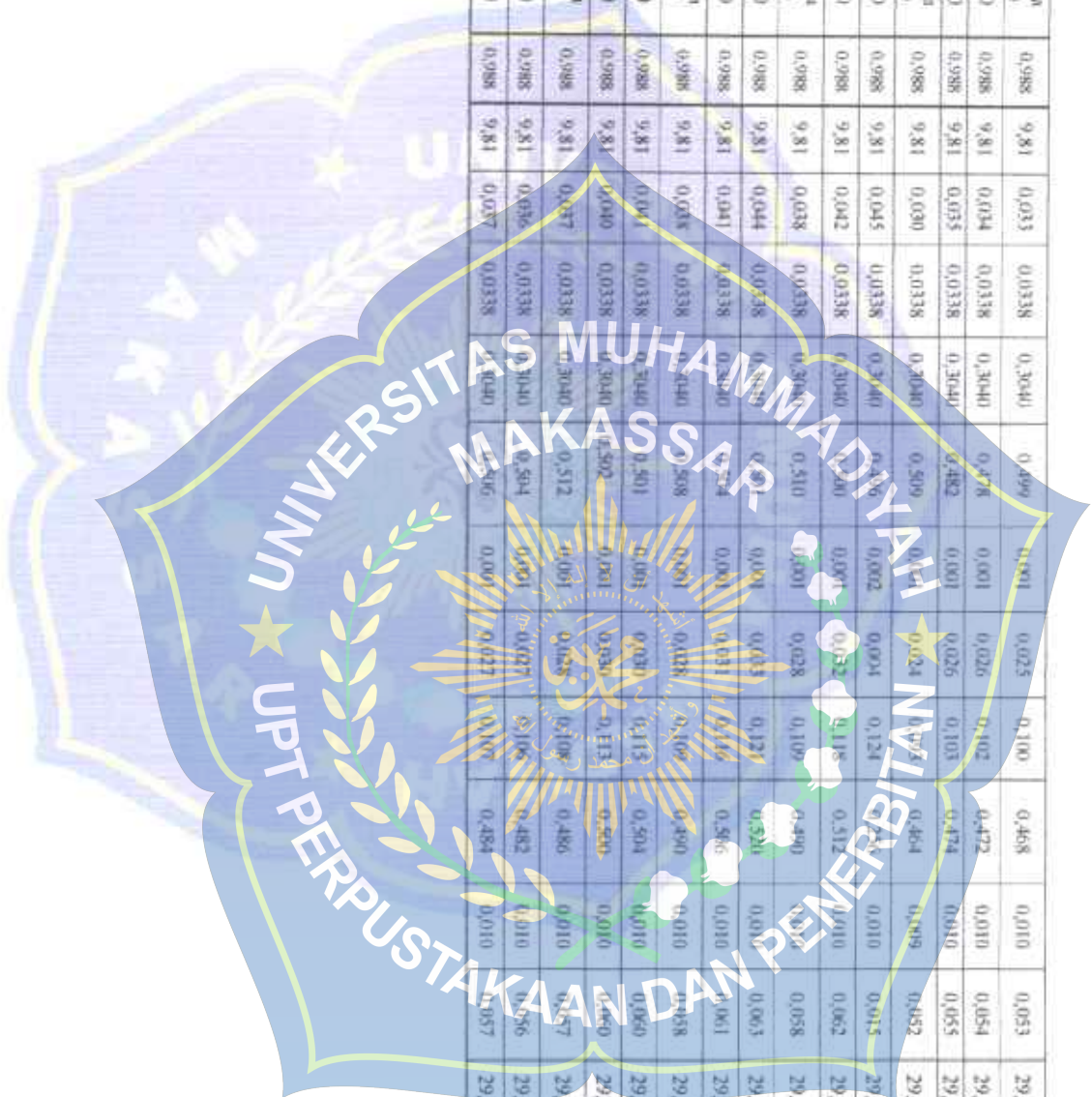
Debit Pintu Thomson m ³ /dtk		Kemiringan Saluran (S, %)		Titik Pengamatan		Perce- patan Gravi- tasi (g ^{s⁻²})	Kedat- aman Rata- rata (ϕ , m)	Lebar Saluran (b, m)	Kec. Aliran (V, m/s) (Prot- Portable)	Luas Penampang (A, m ²)	Keting- gian Basilid (R, m)	Jan-Jari Hidroliis (R _c , m)	Angka Froude (Fr)	Ket.					
				h_{air} , m	Ketinggia Aliran (h, m)														
0,00056		0,00056				Variasi Jarak Krib Permeabel (Lk, cm)								Fr Rata- rata					
				Hulu															
Q1	Te. 2	Hulu	0,076	0,41 h	0,031	Tanpa Krib	9,81	0,031	0,0338	0,3040	0,490	0,001	0,023	0,095	0,456	0,009	0,051	1,25	Superkritis
			0,096	0,41 h	0,039	Lk 60	9,81	0,039	0,0338	0,3040	0,450	0,001	0,029	0,112	0,496	0,010	0,059	1,02	Superkritis
			0,093	0,41 h	0,038	Lk 90	9,81	0,038	0,0338	0,3040	0,458	0,001	0,028	0,109	0,490	0,010	0,058	1,07	Superkritis
			0,077	0,41 h	0,031	Tanpa Krib	9,81	0,031	0,0338	0,3040	0,490	0,001	0,023	0,096	0,458	0,009	0,051	1,24	Superkritis
			0,093	0,41 h	0,038	Lk 60	9,81	0,038	0,0338	0,3040	0,454	0,001	0,028	0,109	0,490	0,010	0,058	1,06	Superkritis
			0,090	0,41 h	0,037	Lk 90	9,81	0,037	0,0338	0,3040	0,459	0,003	0,027	0,107	0,484	0,010	0,057	1,10	Superkritis
Q1	Te. 1	Hulu	0,077	0,41 h	0,027	Tanpa Krib	9,81	0,027	0,0338	0,3040	0,488	0,001	0,023	0,087	0,458	0,087	0,051	1,34	Superkritis
			0,088	0,41 h	0,036	Lk 60	9,81	0,036	0,0338	0,3040	0,453	0,001	0,027	0,105	0,480	0,010	0,056	1,09	Superkritis
			0,090	0,41 h	0,037	Lk 90	9,81	0,037	0,0338	0,3040	0,459	0,001	0,027	0,107	0,484	0,010	0,057	1,09	Superkritis
			0,076	0,41 h	0,031	Tanpa Krib	9,81	0,031	0,0338	0,3040	0,492	0,001	0,023	0,095	0,556	0,009	0,051	1,25	Superkritis
			0,078	0,41 h	0,032	Lk 60	9,81	0,032	0,0338	0,3040	0,458	0,001	0,023	0,093	0,460	0,009	0,052	1,17	Superkritis
			0,080	0,41 h	0,032	Lk 90	9,81	0,032	0,0338	0,3040	0,464	0,001	0,024	0,099	0,464	0,009	0,052	1,17	Superkritis
Q2	Hulu	Hilir	0,082	0,41 h	0,033	Tanpa Krib	9,81	0,033	0,0338	0,3040	0,499	0,001	0,025	0,100	0,468	0,010	0,053	1,21	Superkritis
			0,105	0,41 h	0,043	Lk 60	9,81	0,043	0,0338	0,3040	0,476	0,001	0,032	0,119	0,514	0,010	0,062	1,04	Superkritis
			0,099	0,41 h	0,040	Lk 90	9,81	0,040	0,0338	0,3040	0,477	0,001	0,030	0,114	0,502	0,010	0,060	1,07	Superkritis
			0,083	0,41 h	0,034	Tanpa Krib	9,81	0,034	0,0338	0,3040	0,498	0,001	0,025	0,101	0,470	0,010	0,054	1,20	Superkritis
			0,101	0,41 h	0,041	Lk 60	9,81	0,041	0,0338	0,3040	0,475	0,001	0,031	0,116	0,506	0,010	0,061	1,06	Superkritis
			0,096	0,41 h	0,039	Lk 90	9,81	0,039	0,0338	0,3040	0,476	0,001	0,029	0,112	0,496	0,010	0,059	1,09	Superkritis
Q2	Te. 1	Hulu	0,083	0,41 h	0,034	Tanpa Krib	9,81	0,034	0,0338	0,3040	0,498	0,001	0,025	0,101	0,470	0,010	0,054	1,20	Superkritis
			0,101	0,41 h	0,041	Lk 60	9,81	0,041	0,0338	0,3040	0,475	0,001	0,031	0,116	0,506	0,010	0,061	1,06	Superkritis
			0,096	0,41 h	0,039	Lk 90	9,81	0,039	0,0338	0,3040	0,476	0,001	0,029	0,112	0,496	0,010	0,059	1,09	Superkritis
Q2	Te. 2	Hulu	0,083	0,41 h	0,034	Tanpa Krib	9,81	0,034	0,0338	0,3040	0,498	0,001	0,025	0,101	0,470	0,010	0,054	1,20	Superkritis
			0,094	0,41 h	0,038	Lk 60	9,81	0,038	0,0338	0,3040	0,473	0,001	0,029	0,110	0,492	0,010	0,058	1,10	Superkritis
			0,093	0,41 h	0,038	Lk 90	9,81	0,038	0,0338	0,3040	0,478	0,001	0,028	0,109	0,490	0,010	0,058	1,11	Superkritis

Analisis Karakteristik Aliran Berdasarkan Bilangan Froude (Fr)

Analisis Karakteristik Aliran Berdasarkan Bilangan Reynold (Re)

[illegible]

03		0,00056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
----	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



C. LAMPIRAN

DOKUMENTASI ALAT DAN BAHAN

1. Alat



Pitot Portable

Palu



Gergaji



Bor Mini



Meteran dan Cutter

Penggaris



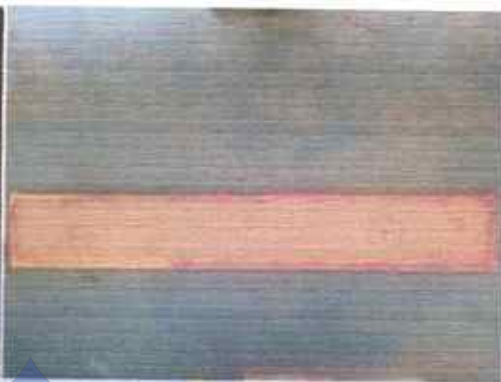
Tembakan Lem Kaca

Timbangan

2. Bahan



Krib Permeabel



Papan



Karet Gelang

Plastisin



Paku

Baut



Lem kaca (silicone)



DOKUMENTASI PELAKSANAAN



1. Perakitan krib permeabel.



2. Pemasangan krib pada saluran terbuka.



3. Penambahan plasusin pada dasar saluran.

4. Mengatur kemiringan saluran yang telah di tetapkan.



5. Menyalakan Air.

6. Mengatur bukaan crant.



7. Air yang mengalir saluran.



8. Mengukur ketinggian aliran.



9. Pengukuran tekanan air menggunakan pitot.

10. Hasil data tekanan yang sudah dicatat.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

BIOGRAFI PENULIS



Nurul Inayah lahir di kabupaten selayar pada tanggal 19 maret 1996 dari pasangan bapak Bakri Latif dan ibu Sugi Ratu. Peneliti adalah anak ketiga dari ketiga bersaudara. Peneliti sekarang tinggal di jalan Piere Tendean No.10 Lr. III kepulauan Selayar.

Pendidikan yang ditempuh oleh peneliti yaitu SDN Inpres 1 Benteng Kabupaten kepulauan Selayar tahun 2002-2008, SMA Negeri 1 Benteng 2008-2011, SMA Negeri 1 Bentengr 2011-2014, dan mulai tahun 2015 menempuh program S1 Teknik Sipil Pengairan di kampus Universitas Muhammadiyah Makassar sampai sekarang. Sampai dengan penulisan skripsi ini peneliti masih terdaftar sebagai mahasiswa program S1 Teknik Sipil Pengairan di Universitas Muhammadiyah Makassar.





Syamsul bahri, lahir di kabupaten Bulukumba pada tanggal 11 september 1996 dari pasangan bapak Saenal dan ibu Erni. Peneliti adalah anak kedua dari tiga bersaudara.

Pendidikan yang ditempuh oleh peneliti yaitu SD 223 kampung baru Kabupaten Sinjai tahun 2002-2008, Mts-al Ikhwan pasir putih 2008-2011, Ma-al Ikhwan pasir putih 2011-2014, dan mulai tahun 2015 menempuh program S1 Teknik Sipil Pengairan di kampus Universitas Muhammadiyah Makassar sampai sekarang. Sampai dengan penulisan skripsi ini peneliti masih terdaftar sebagai mahasiswa program S1 Teknik Sipil Pengairan di Universitas Muhammadiyah Makassar.

