

SKRIPSI

**STUDI PERUBAHAN BENTUK DASAR SALURAN PASIR AKIBAT
BANGUNAN KRIB BENTUK L TIPE PERMEABEL
(STUDI EKSPERIMENTAL)**



IDIL MUBARAK

105 81 2413 15

BESSE RISKA

105 81 2453 15

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

**STUDI PERUBAHAN BENTUK DASAR SALURAN PASIR AKIBAT
BANGUNAN KRIB BENTUK L TIPE PERMEABEL
(STUDI EKSPERIMENTAL)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

IDIL MUBARAK
105 81 2413 15

BESSE RISKA
105 81 2453 15

21/02/2020

1 cap
Sub. Alimin

R/011/SIP/2020
MUB
31

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

2019



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **STUDI PERUBAHAN BENTUK DASAR SALURAN PASIR AKIBAT BANGUNAN KRIB BENTUK L TIPE PERMEABEL (STUDI EXPERIMENTAL)**

Nama : IDIL MUBARAK
BESSE RISKHA

Stambuk : 105 81 2413 15
105 81 2453 15

Makassar, 08 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT

Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Jurusan Teknik Sipil

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.

NBM : 1183 084



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Idil Mubarak dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2413 15 dan Besse Riska dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2453 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 08 Februari 2020

Makassar, 14 Jumadil Akhir 1441 H
08 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

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

3. Anggota: 1. Dr. Ir. H. Abd Rakhim Nanda, MT., IPM

2. Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S, MT

3. Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT

Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

Dekan

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

NBM : 855 500

STUDI PERUBAHAN BENTUK DASAR SALURAN PASIR AKIBAT BANGUNAN KRIB BENTUK L TIPE PERMEABEL (STUDI EKSPERIMENTAL)

Idil Mubarak¹⁾ dan Besse Riska²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar, idil2730@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar, besseiska2105@gmail.com

Abstrak

Perubahan dasar sungai dapat mengakibatkan kemiringan yang tidak stabil sehingga perlu ditempatkan beberapa bangunan kontrol untuk menyeimbangkan dasar sungai. Salah satu bangunan kontrol untuk menyeimbangkan dasar sungai yang dapat melindungi dasar dan tebing sungai adalah pemasangan krib. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh pemasangan krib bentuk L tipe permeabel terhadap karakteristik aliran dan pengaruh diameter dan kerapatan krib bentuk L tipe permeabel terhadap gerusan dasar saluran. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Pengaruh pemasangan krib bentuk L tipe Permeabel terhadap karakteristik aliran menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik pada pemasangan tanpa krib dari super kritis ke sub kritis sedangkan pada bilangan reynold terjadi aliran turbulen, kemudian bila diameter dan kerapatan relatif rapat maka pola gerusan cenderung pada ujung krib sebaliknya jika diameter dan kerapatan relatif renggang maka pola gerusannya menjadi divergen atau menyebar. Dan semakin rapat kaki-kaki krib maka aliran bawah menjadi kuat sebaliknya jika kerapatan kaki-kaki krib renggang maka aliran bawah menjadi berkurang.

Kata kunci : sungai, permeabel, jenis aliran, diameter dan kerapatan krib.

Abstract

Changes in the river bed can cause an unstable slope, so some control buildings need to be placed to balance the river bed. One of the control structures to balance the river bed that can protect the river bed and river bank is the installation of the crib. This study aims to understand the effect of permeable type L type crib installation on the flow characteristics and the effect of permeable type L type shape crib diameter to channel bottom scour. From the results of this study it can be concluded that the effect of permeable type L-shaped crib placement on flow characteristics causes changes in flow characteristics at several points in the installation without crib from super critical to sub critical while in reynold numbers turbulent flow occurs, then when the diameter and density are relatively dense then the scour pattern tends to be on the opposite end of the crib. If the diameter and density are relatively temuous, the scour pattern becomes divergent or diffuse. And the closer the crib legs, the lower flow becomes stronger otherwise, if the density of the crib legs is temuous, the lower flow decreases.

Keywords: river, permeable, flow type, diameter and crib density

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T., karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Perubahan Bentuk Dasar Saluran Pasir Akibat Bangunan Krib Bentuk L Tipe Permeabel”** sebagai pedoman untuk melaksanakan studi penelitian di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Melalui skripsi ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, saran dan petunjuk sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, M.T., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Amrullah Mansida, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II.

5. Kedua Orang tua kami yang selalu memberi dukungan secara moril maupun material dan doa kepada kami.

Serta semua pihak yang turut membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu, dengan dukungan dan doa dari kalian akhirnya kami dapat menyelesaikan skripsi ini.

Kami menyadari keterbatasan kami sehingga mungkin dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kami menerima saran dan masukan dari pembaca yang sifatnya membangun demi perbaikan studi kami ini.

"Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat".

Makassar,2020

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI SINGKAT	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Sungai.....	6
1. Definisi Sungai.....	6
2. Morfologi Sungai	7
3. Perilaku Sungai	9
4. Bentuk – Bentuk Sungai	10
5. Struktur Sungai.....	10

B. Hidrolika Sungai	13
1. Sifat – sifat Aliran	13
2. Regime Aliran	17
3. Kecepatan Aliran	18
4. Debit Aliran	19
C. Hukum Dasar Model	21
1. Model Eksperimental	21
D. Distribusi Ukuran Butir	22
E. Gerusan	23
1. Defenisi Gerusan	23
2. Proses Gerusan Tebing	24
F. Bangunan Krib	25
1. Definisi Krib	25
2. Konstruksi Krib	26
3. Klasifikasi Krib	28
4. Fungsi Krib	30
5. Perencanaan Krib	31
6. Formasi Krib	32
7. Dimensi Krib	33
G. Matriks Penelitian Terdahulu	37
BAB III. METODE PENELITIAN	40
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	40

B. Jenis Penelian dan Sumber Data	40
C. Alat dan Bahan.....	41
1. Alat	41
2. Bahan.....	41
D. Variabel Penelitian.....	42
E. Tahapan Penelitian.....	42
1. Persiapan	42
2. Perencanaan Model.....	42
3. Pembuatan Model.....	45
4. Pelaksanaan Percobaan Pendahuluan.....	46
5. Pengambilan Data	46
6. Pengolahan dan Analisis Data	47
F. Bagan Alur Penelitian.....	49
BAB IV . HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian.....	50
B. Karakteristik Material Pasir.....	51
C. Analisis Data Debit Thompson	52
D. Perhitungan Karakteristik Aliran.....	53
E. Analisis Pengaruh Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel.....	63
1. Analisis Debit Aliran Dengan Volume Gerusan Tanpa Krib dan Menggunakan Krib	63

2. Analisis Diameter Krib Bentuk L Tipe Permeabel Terhadap Volume Gerusan	64
3. Analisis Kerapatan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Terhadap Volume Gerusan	65
4. Analisis Debit dan Kecepatan Aliran Dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel.....	66
5. Analisis Kecepatan Aliran Dengan Kerapatan Krib Bentuk L Tipe Permeabel	67
F. Kontur Pola Gerusan Pada Variasi Diameter dan Kerapatan Pemsangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel	69
1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1	69
2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2	75
3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3	82
G. Pembahasan Pola Gerusan Pada Krib	88
BAB V. PENUTUP	95
A. Kesimpulan	95
B. Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA	97
Lampiran 1 Tabel Pengambilan Data.....	100
Lampiran 2 Analisa Data	104
Lampiran 3 Tabel Pengambilan Pola Kontur.....	106
Lampiran 4 Dokumentasi	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Sistem proses pembentukan dasar sungai / morfologi sungai	8
Gambar 2 : Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah	10
Gambar 3 : Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi	11
Gambar 4 : Jarak kecepatan maksimum dan efek kekasaran dasar saluran	18
Gambar 5 : Contoh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk Saluran	19
Gambar 6 : Sekat Ukur Thompson atau V-notch	20
Gambar 7 : Konstruksi krib tiang pancang	26
Gambar 8 : Konstruksi krib rangka	27
Gambar 9 : Konstruksi krib blok beton	28
Gambar 10 : Formasi Krib	33
Gambar 11 : Hubungan antara tinggi krib dan kedalaman air sungai disaat terjadinya banjir	33
Gambar 12 : Bentuk Krib	36
Gambar 13 : Denah Saluran	43
Gambar 14 : Potongan Memanjang Saluran	43
Gambar 15 : Potongan Melintang Saluran	43
Gambar 16 : Bentuk Bangunan Krib	44
Gambar 17 : Diameter dan Kerapatan Krib	44
Gambar 18 : Detail Krib	44

Gambar 19 : Bagan Alur Penelitian	49
Gambar 20 : Gradasi ukuran butiran pasir (sampel).....	52
Gambar 21 : Grafik Hubungan Debit Dengan Bilangan <i>froude</i> (<i>Fr</i>) Pada Diameter 0,8 cm	58
Gambar 22 : Grafik Hubungan Debit dengan Bilangan <i>froude</i> (<i>Fr</i>) Pada Diameter 1,2 cm	58
Gambar 23 : Grafik Hubungan Debit Dengan Bilangan <i>froude</i> (<i>Fr</i>) Pada Diameter 1,6 cm	58
Gambar 24 : Grafik Hubungan Antara Kerapatan Krib Dengan Bilangan <i>froude</i> (<i>Fr</i>) Pada Diameter 0,8 cm	59
Gambar 25 : Grafik Hubungan Antara Kerapatan Krib Dengan Bilangan <i>froude</i> (<i>Fr</i>) Pada Diameter 1,2 cm	59
Gambar 26 : Grafik Hubungan Antara Kerapatan Krib Dengan Bilangan <i>froude</i> (<i>Fr</i>) Pada Diameter 1,6 cm	59
Gambar 27 : Grafik Hubungan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold</i> (<i>Re</i>) Pada Diameter 0,8 cm	60
Gambar 28 : Grafik Hubungan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold</i> (<i>Re</i>) Pada Diameter 1,2 cm	61
Gambar 29 : Grafik Hubungan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold</i> (<i>Re</i>) Pada Diameter 1,6 cm	61
Gambar 30 : Grafik Hubungan Antara Kerapatan Krib Dengan Bilangan <i>Reynold</i> (<i>Re</i>) Pada Diameter 0,8 cm	61
Gambar 31 : Grafik Hubungan Antara Kerapatan Krib Dengan Bilangan <i>Reynold</i> (<i>Re</i>) Pada Diameter 1,2 cm	62
Gambar 32 : Grafik Hubungan Antara Kerapatan Krib Dengan Bilangan <i>Reynold</i> (<i>Re</i>) Pada Diameter 1,6 cm	62
Gambar 33 : Grafik Hubungan Debit Dengan Volume Gerusan Tanpa Krib dan Menggunakan Krib Bentuk L tipe Permeabel	63

Gambar 34 : Grafik Hubungan Diameter Dengan Volume Gerusan	64
Gambar 35 : Grafik Hubungan Kerapatan Dengan Volume Gerusan.....	65
Gambar 36 : Grafik Hubungan Debit terhadap Kecepatan Aliran Volume dengan Pemansangan Krib Bentuk L tipe Permeabel.....	66
Gambar 37 : Grafik Hubungan Debit Terhadap Kecepatan dengan Pemasangan Krib Bentuk L tipe Permeabel pada Q1	67
Gambar 38 : Grafik Hubungan Debit Terhadap Kecepatan dengan Pemasangan Krib Bentuk L tipe Permeabel pada Q2.....	68
Gambar 39 : Grafik Hubungan Debit Terhadap Kecepatan dengan Pemasangan Krib Bentuk L tipe Permeabel pada Q3.....	68
Gambar 40 : Kontur Pasir Tanpa Krib Q1.....	69
Gambar 41 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 0,5 cm Q1	70
Gambar 42 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 1 cm Q1	70
Gambar 43 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 1,5 cm Q1	71
Gambar 44 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 0,5 cm Q1	71
Gambar 45 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 1 cm Q1	72
Gambar 46 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 1,5 cm Q1	72
Gambar 47 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 0,5 cm Q1	73
Gambar 48 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 1 cm Q1	73

Gambar 49 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 1,5 cm Q1	74
Gambar 50 : Kontur Saluran Pasir Tanpa Pemasangan Krib Pada Q2	76
Gambar 51 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 0,5 cm Q2	76
Gambar 52 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 1 cm Q2	77
Gambar 53 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 1,5 cm Q2	77
Gambar 54 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 0,5 cm Q2	78
Gambar 55 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 1 cm Q2	78
Gambar 56 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 1,5 cm Q2	79
Gambar 57 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 0,5 cm Q2	79
Gambar 58 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 1 cm Q2	80
Gambar 59 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 1,5 cm Q2	80
Gambar 60 : Kontur Saluran Pasir tanpa Pemasangan Krib pada Q3	82
Gambar 61 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 0,5 cm Q3	83
Gambar 62 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 1 cm Q3	83
Gambar 63 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Diameter 0,8 cm kerapatan 1,5 cm Q3	84

- Gambar 64 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L
Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 0,5 cm Q3 84
- Gambar 65 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L
Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 1 cm Q3 85
- Gambar 66 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L
Tipe Permeabel Diameter 1,2 cm kerapatan 1,5 cm Q3 85
- Gambar 67 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L
Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 0,5 cm Q3 86
- Gambar 68 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L
Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 1 cm Q3 86
- Gambar 69 : Kontur Saluran Pasir dengan Pemasangan Krib Bentuk L
Tipe Permeabel Diameter 1,6 cm kerapatan 1,5 cm Q3 87

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1	: Persamaan Menghitung Bilangan <i>Reynold</i>	15
Persamaan 2	: Menghitung Viskositas	15
Persamaan 3	: Menghitung Bilangan <i>Froude</i>	16
Persamaan 4	: Persamaan Menghitung Debit.....	19
Persamaan 5	: Lebar Muka Air Pintu Thompson.....	20
Persamaan 6	: Panjang Pias Pintu Thompson	20
Persamaan 7	: Luas Pias Pintu Thompson	20
Persamaan 8	★ Kecepatan Air Melalui Pias	21
Persamaan 9	: Debit Aliran melalui Pias	21
Persamaan 10	: Integrasi Debit Aliran	21
Persamaan 11	: Integrasi Debit Aliran	21
Persamaan 12	: Integrasi Debit Aliran	21
Persamaan 13	: Integrasi Debit Aliran	21
Persamaan 14	: Debit Aliran.....	21
Persamaan 15	: Persamaan Jarak Antar Krib	34
Persamaan 16	: Persamaan <i>Chezy</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Klasifikasi Ukuran Butir menurut ASTM	23
Tabel 2 : Tabel Bazin untuk Koefisien yang Tergantung pada Kekasaran Dinding.....	35
Tabel 3: Tabel Matriks Penelitian Terdahulu	37
Tabel 4: Tabel hasil perhitungan analisa saringan.....	
Tabel 5: Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu thompson ..	
Tabel 6 : Perhitungan Bilangan <i>Frude (Fr)</i> Tanpa Krib	52
Tabel 7 : Perhitungan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> Tanpa Krib.....	52
Tabel 8 : Perhitungan Bilangan <i>Frude (Fr)</i> Menggunakan Krib	53
Tabel 9 : Perhitungan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> Menggunakan Krib.....	54
Tabel 10: Rekapitulasi Perhitungan Bilangan <i>Frude (Fr)</i> dan Bilangan <i>Reynold (Re)</i>	55
Tabel 11: Rekapitulasi Debit Aliran Terhadap Volume Gerusan Tanpa Krib dan Menggunakan Krib Bentuk L Tipe Permeabel.....	60
Tabel 12 : Rekapitulasi Diameter Krib Bentuk L Tipe Permeabel Terhadap Volume Gerusan	61
Tabel 13 : Rekapitulasi Kerapatan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Terhadap Volume Gerusan.....	62
Tabel 14 : Rekapitulasi Debit dan Kecepatan Aliran Dengan Pemasangan Krib Bentuk L Tipe Permeabel	63
Tabel 15 : Rekapitulasi Kecepatan Aliran dan Kerapatan Krib Bentuk L Tipe Permeabel Terhadap Volume Gerusan	64

DAFTAR NOTASI SINGKATAN



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

V_g = Volume Gerusan

s = Kemiringan Dasar Saluran

a = Kerapatan Krib

dk = Diameter Krib



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan saluran yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi dimana air mengalir dari hulu ke hilir. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh banyak faktor diantaranya topografi, iklim, maupun segala gejala alam dalam proses pembentukannya (Humairah, 2014). Sungai sebagai salah satu badan air mempunyai peran yang sangat penting untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup manusia, yang perlu mendapat perhatian agar tetap berfungsi sebagai mana mestinya.

Fenomena bentuk dasar saluran pada sungai sering kita jumpai dalam morfologi sungai. Bentuk dasar ini terjadi disebabkan oleh aliran (*flow induced*) dan kekasara dasar (*roughness*) (Halim, 2013).

Aliran yang terjadi pada sungai biasanya disertai proses penggerusan/erosi dan endapan sedimen.

Gerusan (*scouring*) merupakan suatu proses alamiah yang terjadi disungai sebagai akibat pengaruh morfologi sungai (dapat berupa tikungan atau bagian penyempitan aliran sungai) atau adanya bangunan air (*hydraulic structur*) seperti: jembatan, bendung, pintu air. Morfologi sungai

merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam proses terjadinya gerusan, hal ini disebabkan aliran sungai terbuka mempunyai permukaan bebas (*free surface*) (Paresa, 2015).

Gerusan lokal (*local scouring*) merupakan gerusan yang terjadi disekitar abutmen jembatan atau pilar, disebabkan oleh pusaran air (*vortex system*) karena adanya gangguan pada pola aliran akibat rintangan. Aliran yang mendekati pilar dan tekanan stagnasi akan menurun dan menyebabkan aliran kebawah (*down flow*) yaitu aliran dari kecepatan tinggi menjadi rendah. Kekuatan *down flow* akan mencapai maksimum ketika berada tepat pada dasar saluran (Rahmadani, 2014).

Perubahan dasar sungai dapat mengakibatkan kemiringan yang tidak stabil sehingga perlu ditempatkan beberapa bangunan kontrol untuk menyeimbangkan dasar sungai. Salah satu bangunan kontrol untuk menyeimbangkan dasar sungai yang dapat melindungi dasar dan tebing sungai adalah pemasangan krib.

Krib adalah struktur hidrolik populer yang sering digunakan untuk mengendalikan erosi tepian dengan mengubah aliran dan transportasi sedimen (Chofu, 2019), kemudian dari pada itu krib terdiri dari beberapa bentuk dan jenis akan tetapi penulis menitikberatkan pada pemasangan krib bentuk L tipe permeabel, maka penulis mengambil judul **“Studi Perubahan Bentuk Dasar Saluran Pasir Akibat Bangunan Krib Bentuk L Tipe Permeabel”**.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh pemasangan krib bentuk L tipe permeabel terhadap karakteristik aliran ?
- 2) Bagaimana pengaruh diameter dan kerapatan krib bentuk L tipe permeabel terhadap gerusan dasar saluran?

C. Tujuan Penelitian

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

- 1) Memahami pengaruh pemasangan krib bentuk L tipe permeabel terhadap karakteristik aliran.
- 2) Memahami pengaruh diameter dan kerapatan krib bentuk L tipe permeabel terhadap gerusan dasar saluran.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini bermanfaat sebagai sarana untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai variasi bentuk bangunan krib terhadap dasar saluran.

- 2) Penelitian ini dapat digunakan mahasiswa sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya yang khususnya mengenai bangunan krib dengan berbagai bentuk tipe permeabel.
- 3) Untuk kalangan masyarakat penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi bahwa bangunan krib bentuk L tipe permeabel dapat menanggulangi gerusan yang terjadi didasar sungai.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan krib permeabel yang optimal dalam penelitian tentang bangunan krib tembus air (krib permeable) maka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam studi ini adalah:

- 1) Penelitian ini difokuskan pada pemasangan krib bentuk L tipe permeabel.
- 2) Bangunan krib terbuat dari kayu.
- 3) Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran terbuka dengan bentuk persegi.
- 4) Diameter krib yang digunakan antara lain, 8 mm, 12 mm, 16 mm.
- 5) Menggunakan tanah timbunan sebagai model saluran.
- 6) Tidak meneliti tentang laju transportasi sedimen.

F. Sistematika Penulisan

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

Bab II KAJIAN PUSTAKA yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori tentang sungai, hidrolika sungai, proses erosi pada tebing, bangunan krib, matriks penelitian terdahulu.

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

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

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

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

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

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

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Andi Abd. Rahim 2017 adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam),

variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

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

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

2. Morfologi Sungai

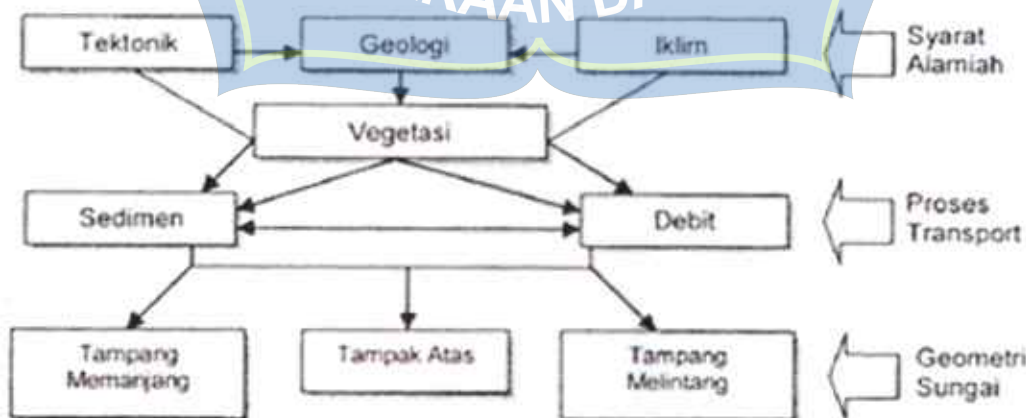
Morfologi sungai adalah ilmu yang mempelajari tentang geometri, jenis dan perilaku sungai dengan segala aspek pembahasannya dalam dimensi ruang dan waktu. Oleh karenanya segala aspek dinamika sungai dan lingkungannya saling berkaitan (Mansida, 2017).

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

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

Evaluasi perubahan morfologi jangka pendek diperlukan Evaluasi untuk perencanaan dan desain pelatihan sungai Perubahan jangka panjang diperlukan untuk menentukan strategi masa depan (Karmaker & Dutta, 2016).

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



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

3. Perilaku Sungai

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah dan sumber utamanya berasal dari alam. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, terbentuk lembah-lembah sungai yang dapat menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008). Tebing sungai di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tarik aliran airnya cukup besar. Tetapi setelah aliran sungai mencapai dataran, maka gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam aliran sungai berangsur-angsur diendapkan. Karena itu ukuran butir sedimen yang mengendap di bagian hulu, sungai itu lebih besar dari pada di bagian hilir. (Sidharta S.K. 1997).

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

membentuk dataran alluvial. Pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif, sehingga terbentuklah meander (Zilliwu, 2010).

4. Bentuk – bentuk Sungai

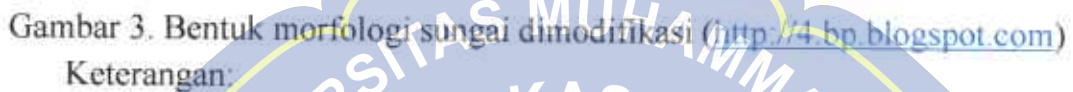
Bentuk – bentuk sungai Menurut Bambang Hardianto (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah a) segi empat, b) segi tiga, c) setengah elipse, d) tak beraturan, e) persegi panjang, f) trapesium, g) lingkaran, h) setengah lingkaran (<http://teknikmesin.unisma.blogspot.com/2015/05/>)

5. Struktur Sungai

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



- A = bantaran sungai
- B = tebing/jering sungai
- C = badan sungai
- D = batas tinggi air semu
- E = dasar sungai
- F = vegetasi riparian

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

1) Alur dan tanggul sungai

Alur sungai adalah bagian cekungan sungai yang selalu berisi air yang mengalir yang bersumber dari aliran limpasan, aliran *sub surface runoff*, mata air di bawah tanah (*base flow*).

2) Dasar dan gradien sungai

Dasar sungai sangat bervariasi dan sering mencerminkan batuan dasar yang keras. Jarang ditemukan bagian yang rata, kadangkala bentuknya bergelombang, landai atau dari bentuk keduanya sering terendapkan material yang terbawa oleh aliran sungai (endapan lumpur), tebal tipisnya dasar sungai sangat dipengaruhi oleh batuan dasarnya.

3) Bantaran sungai

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

4) Tebing sungai

Bentang alam yang menghubungkan antara dasar sungai dengan tanggul sungai disebut dengan “tebing sungai”. Tebing sungai umumnya membentuk lereng atau sudut lereng, yang tergantung dari medannya. Semakin terjal akan semakin besar sudut lereng yang terbentuk. Tebing sungai merupakan habitat dari komunitas vegetasi riparian, kadangkala sangat rawan longsor karena batuan dasarnya sering berbentuk cadas.

B. Hidrolika Sungai

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

Saluran alami meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari selokan kecil di pegunungan, kali, sungai besar sampai ke muara sungai, dan aliran air di bawah tanah dengan permukaan bebas.

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

1. Sifat-sifat Aliran

1) Aliran Seragam dan tak seragam

Aliran saluran terbuka Menurut Ven Te Chow.1992 dalam Rosalina Nensi. E.V dikatakan seragam apabila kedalaman aliran sama pada setiap

penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tetap dan tidak tetap tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Sedangkan aliran disebut berubah (*varied*), bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran. Aliran berubah dapat bersifat tetap maupun tak tetap.

2) Aliran Laminer dan Turbulen

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

Menurut ilmu mekanika fluida, aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalannya (*viscous forces*)

menjadi tiga bagian, yaitu: aliran laminar, aliran transisi, dan aliran turbulen (French, dalam Robert J. Kodatie 2009).

Variable yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai :

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

Dimana:

Re = Angka Reynold

μ = Karakteristik kecepatan aliran, biasanya diambil dari kecepatan rata-rata (m/det)

ρ = Kerapatan air dengan satuan kg/m^3

ν = viskositas kinematik (m^2/det)

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = [1,14 - 0,031(T^\circ - 15) + 0,00068(T^\circ - 15)^2] 10^{-6} \dots \dots \dots (2)$$

Beberapa penelitian disimpulkan bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka adalah:

$Re < 500$ = Aliran laminar

$500 < Re < 12.500$ = Aliran transisi

$Re > 12.500$ = Aliran turbulen

3) Aliran kritis, subkritis, dan super kritis

Aliran dapat dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitude kecil. Gelombang

gravitasi dapat dibandingkan dengan merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan kritis, maka aliran disebut sub kritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar dari pada kecepatan kritis, maka alirannya disebut super kritis.

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

(1) Aliran Kritis

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

(2) Aliran Sub kritis

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

(3) Aliran Super kritis

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

Menurut Chow (1989) bilangan Froude aliran (F) dapat digunakan dalam menentukan bentuk aliran dan bentuk konfigurasi dasar saluran.

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gy}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

F_R = Angka Froude

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

y = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

2. Regime Aliran

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

a. Subkritis-Laminer

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

b. Super kritis-Laminer

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

c. Super kritis-Tubulen

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

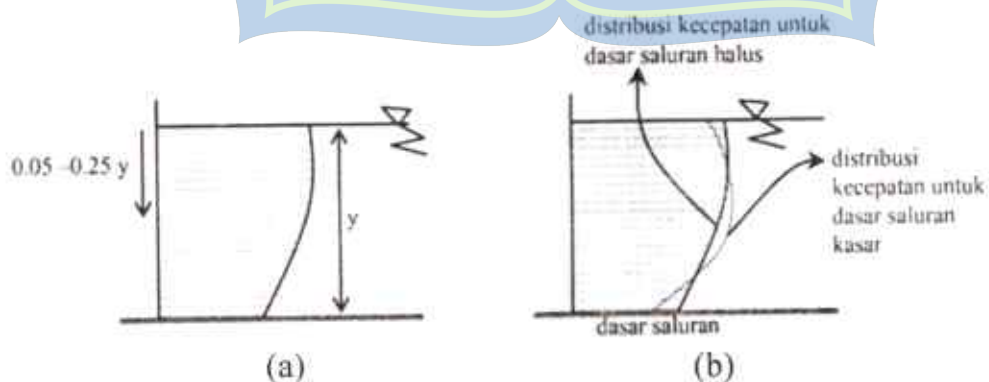
d. Sub kritis-Turbulen

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

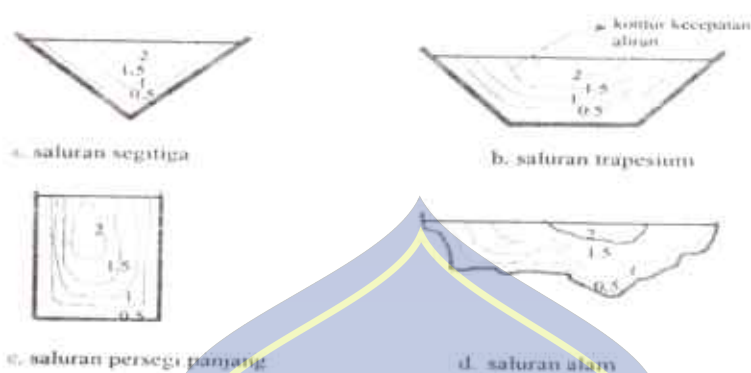
3. Kecepatan Aliran

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

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



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



Gambar 5. Contoh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk Saluran

(Chow, 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009).

4. Debit Aliran

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

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

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

$$(Q = V.A) \dots\dots\dots (4)$$

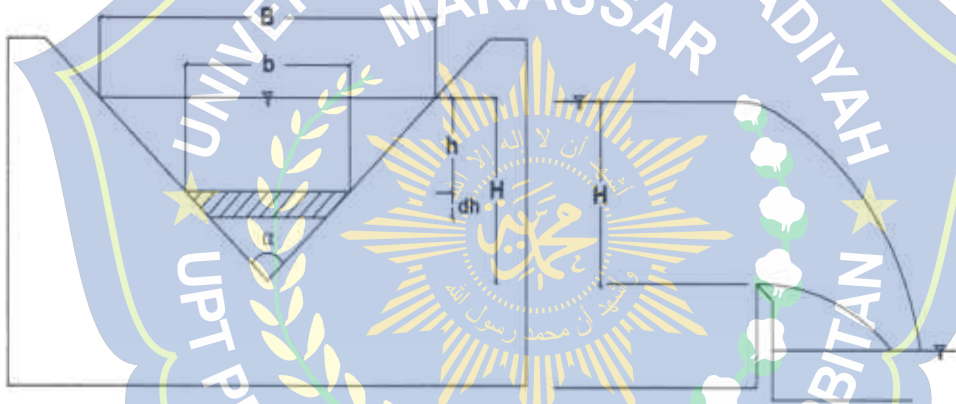
Dimana:

Q = debit aliran (m^3/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m^2)

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



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

Dari Gambar tersebut, lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots (5)$$

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

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

$$\text{Luas pias : } dA = 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dh \dots\dots\dots (7)$$

Seperti didalam penurunan rumus aliran melalui peluap segitiga, kecepatan

$$\text{air melalui pias : } V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (8)$$

Debit aliran melalui pias : $dQ = Cd \, 2(H-h) \, \text{tg} \frac{\theta}{2} \, dh \, \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (9)$

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalui pelua-
pan :

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

$$Q = 2 \, Cd \, \text{tg} \frac{\theta}{2} \, \sqrt{2g} \int_0^H H h^{1/2} - h^{3/2} \, dh \dots\dots\dots (11)$$

$$Q = 2 \, Cd \, \text{tg} \frac{\theta}{2} \, \sqrt{2g} \left[\frac{2}{3} H h^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H \dots\dots\dots (12)$$

$$Q = 2 \, Cd \, \text{tg} \frac{\theta}{2} \, \sqrt{2g} \left(\frac{2}{3} H^{5/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right) \dots\dots\dots (13)$$

$$Q = \frac{8}{15} Cd \cdot \text{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} \, H^{5/2} \dots\dots\dots (14)$$

Dimana :

- Q = debit aliran (m³/det)
- H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)
- θ = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)
- Cd = Koefisien Thompson
- g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

C. Hukum Dasar Model

1. Model Eksperimental

Eksperimen laboratorium menurut Moh. Nasir, Ph.D (1988) dalam skripsi Yuni Cahya, 2012 observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan

mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembanding.

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

D. Distribusi Ukuran Butir

Tanah disklasifikasi berdasarkan kondisi butiran yang dapat dibedakan sifat fisiknya, antara lain:

- a. Lempung (*clay*)
- b. Lanau (*silt*)
- c. Pasir (*sand*)
- d. Kerikil (*gravel*)

Lempung merupakan butiran halus berbentuk lempengan dalam kondisi tersusun (*dispersif*) dan acak (*fokulasi*). Kondisi dispersif lebih

kokoh terhadap beban ketimbang pada kondisi flokulasi. Ukuran diameter butiran dari tanah menentukan sifat dan perilaku tanah.

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Butir Menurut ASTM

Butir		Diameter Butir (mm)
Koloidal		<0,0006
Lempung		0,0006 - 0,0020
Lanau	halus	0,0020 - 0,0060
	Sedang	0,0060 - 0,0200
	kasar	0,0200 - 0,0600
Pasir	Halus	0,0600 - 0,2000
	Sedang	0,2000 - 0,6000
	kasar	0,6000 - 2,0000

Sumber : Konsep Dan Aplikasi Mekanika Tanah, E. Sutarman.

E. Gerusan

1. Defenisi gerusan

Gerusan adalah fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran air pada dasar dan tebing saluran alluvial atau proses menurunnya atau semakin dalamnya dasar sungai di bawah elevasi permukaan alami (datum) karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Hoffmans and Verheij, 1997 dalam Rahmadani, 2014). gerusan lokal terjadi bila kapasitas aliran untuk mengerosi dan mengangkat sedimen lebih besar dari kapasitas mensuplai sedimen. Menurut Raudkivi dan Ettema (1982) dalam Lutjito 2015 tipe gerusan dikelompokkan menjadi :

1. Gerusan umum (*general scour*) di alur sungai.
2. Gerusan dilokalisir (*localised scour*) di alur sungai.

3. Gerusan lokal (*local scour*) disebabkan oleh pola aliran lokal

Ketiga tipe gerusan tersebut dapat terjadi secara bersamaan. Gerusan tipe (b) dan (c) dapat dikelompokkan menjadi gerusan dengan air bersih (*clear water scour*) dan gerusan dengan angkutan sedimen (*live-bed scour*).

Gerusan di daerah tebing tikungan sungai sering menjadi persoalan tersendiri, dimana sampai sekarang belum diperoleh suatu metode yang tepat secara efektif mencegah gerusan pada tikungan tebing sungai. Upaya pengendalian dan pengamanan sungai dapat dilakukan di sepanjang sungai dengan berbagai cara, antara lain dengan perkuatan tebing dengan pemasangan krib yang ditempatkan di tikungan luar sungai, namun faktanya di lapangan belum berhasil sepenuhnya bahkan menimbulkan permasalahan baru khusus pada daerah tikungan dengan kecepatan relative tinggi karena terjadinya perubahan aliran yang memicu ada kecepatan kritis dan tegangan geser pada area tikungan (Mansida, 2019)

Gerusan lokal dapat terjadi karena perubahan pola aliran untuk mencapai kesetimbangan. Namun dalam keadaan yang parah hal ini dapat menyebabkan longsor (*sliding*) dengan massa yang besar pada dasar sungai dan dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur yang ada (Fadhil, 2018)

2. Proses Gerusan Tebing Sungai

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

F. Bangunan Krib

1. Defenisi Krib

Krib adalah bangunan air yang secara aktif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif yang besar jika di bangun secara benar. Sebaiknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing di seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan.

Pemasangan krib dapat mengalirkan aliran ke tengah alur sungai dan tidak membahayakan tebing sungai sehingga tercipta suatu alur sungai yang stabil. Dalam perencanaan krib harus diperhitungkan terhadap kedalaman air dan pola gerusan, besarnya degradasi sungai yang

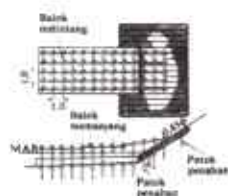
diperkirakan akan terjadi dan mempengaruhi kestabilannya (Suyono Sosrodarsono, 2008):

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

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

2. Konstruksi Krib

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



(a)



(b)

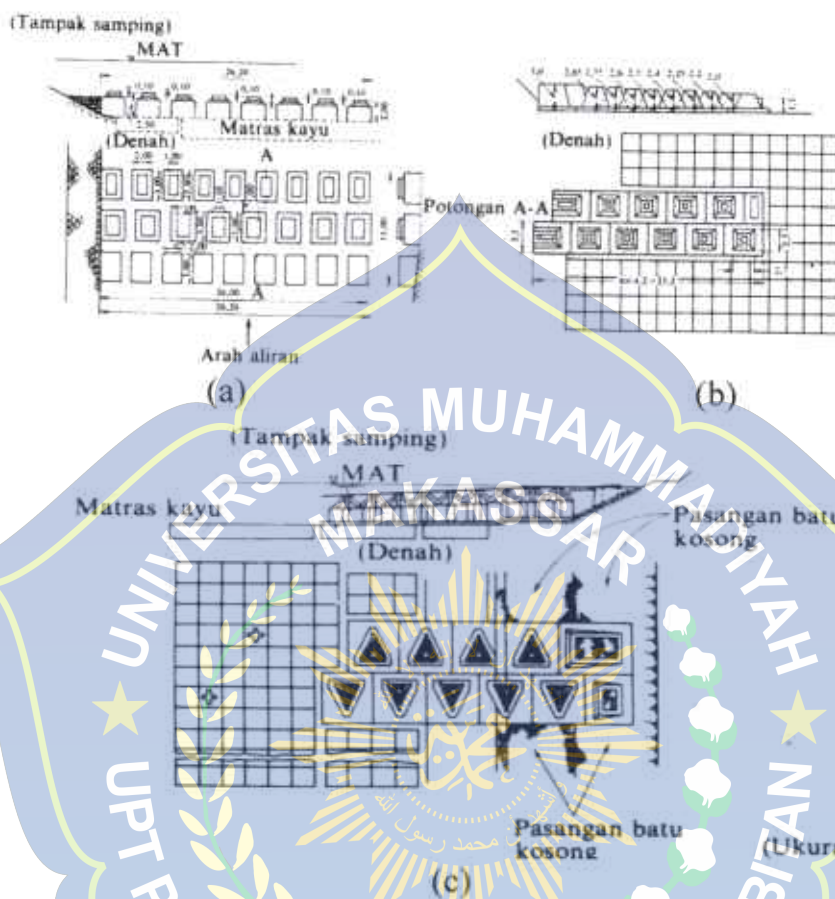
Gambar 7. a) Konstruksi krib tiang pancang dan b) krib tian pancang/lokasi pekerjaan kering (Suyono Sosrodarsono,2008).

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



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

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



Gambar 9. a) Krib blok beton yang terdiri dari 3 baris, b) krib blok beton yang terdiri dari 2 elevasi, dan c) krib blok beton yang bagian atasnya permeable (Suyono Sosrodarsono, 2008).

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

3. Klasifikasi Krib

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

1) Krib impermeabel

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

Untuk mencegah gerusan tersebut, biasanya lokasi yang diperkirakan akan terjadi penggerusan yang dalam haruslah dipertimbangkan penempatan pelindung dengan konstruksi yang flexible, seperti matras atau hamparan pelindung batu, sebagai pelengkap dari krib padat tersebut.

2) Krib permeabel

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

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

3) Krib semi- permeabel

Krib semi-permeabel ini berfungsi ganda yaitu sebagai krib permeabel 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.

4) 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*).

4. Fungsi Krib

Krib banyak digunakan di sungai / saluran air sebagai struktur untuk mempertahankan kedalaman saluran yang sesuai untuk navigasi tujuan dan untuk mencapai perlindungan saluran terhadap erosi (Kountrouveli, 2017).

Menurut SK SNI T-01-1990-F fungsi adalah sebagai berikut:

- 1) Krib sebagai perlindungan tebing sungai secara tidak langsung dari gerusan lokal atau bahaya gejala meander. Misanya pada tebing sungai yang dekat daerah potensial, pada belokan sungai.
- 2) Krib sebagai pengatur / pengarah arus sungai sesuai dengan tujuannya misalnya pada bagian atas bangunan pengambilan terjadi perubahan arah arus.
- 3) Krib sebagai perbaikan alinemen sungai untuk keperluan tertentu. Krib di pasang pada kiri – kanan tebing sungai untuk memperlebar dan kedalam sungai yang di pakai untuk navigasi.

5. Perencanaan krib

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

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

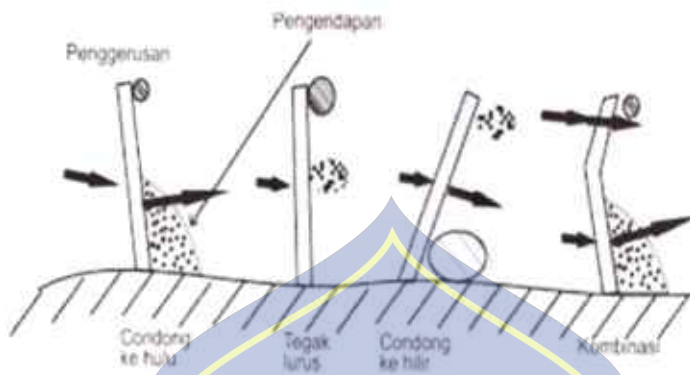
- 1) Mengingat metode pembuatan krib-krib sangat tergantung dari resim sungainya perlu diperoleh data mengenai pengalaman pembuatan krib

pada sungai yang sama atau yang hampir sama, kemudahan pelaksanaannya dan besarnya pembiayaan.

- 2) Pada sungai-sungai yang terlalu lebar dan untuk mengurangi turbulensi aliran, maka permukaan air sungai normalnya harus dinaikkan sedemikian rupa dengan krib yang panjang, akan tetapi panjangnya harus dibatasi secukupnya, karena krib yang terlalu panjang disamping biaya pembangunannya lebih tinggi, pemeliharannya akan lebih mahal.
- 3) Jika krib yang akan dibangun antara lain untuk melindungi tebing sungai terhadap pukulan air, maka panjang krib sepanjang ini harus dibatasi, karena krib yang terlalu panjang akan menyebabkan timbulnya pukulan air pada tebing sungai disebelahnya.
- 4) Krib-krib tidak dapat berfungsi dengan baik pada sungai-sungai yang kecil atau yang sempit alurnya.
- 5) Apabila pembuatan krib yang dimaksudkan untuk menaikan permukaan normal air sungai, maka perlu dipertimbangkan kapasitasnya disaat terjadinya debit yang lebih besar atau debit banjir, guna mempertahankan stabilitas sungai secara keseluruhan.

6. Formasi Krib

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

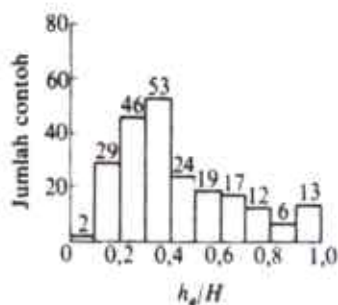


Gambar 10. Formasi Krib (Suyono Sosrodarsono, 2008)

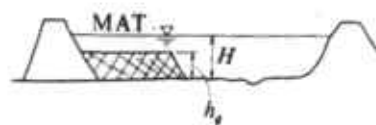
7. Dimensi Krib

1) Penetapan Tinggi Krib

Umumnya akan lebih menguntungkan apabila elevasi mercu krib dapat dibuat serendah mungkin ditinjau dari stabilitas bangunan terhadap gaya yang mempengaruhinya sebaiknya 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 (Suyono Sosrodarsono, 2008).



(a)



h_g : Tinggi krib (ujung krib, di sungai)
 H : Kedalaman air pada tingkat banjir rencana

(b)

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

2) Panjang Krib (Lb)

Panjang krib ditetapkan secara empiris (tanpa menggunakan aturan khusus), hanya dengan perkiraan semata-mata dan didasarkan pada pengamatan data sungai yang bersangkutan, antara lain situasi sungai, lebar sungai, kemiringan sungai, debit banjir, kedalaman air sungai, debit normal, bahan yang terdapat didasar sungai, kondisi disekeliling sungai serta pengalaman-pengalaman pada sungai tersebut atau sungai yang dimensi serta perilakunya hampir sama. Berdasarkan hasil survey dan pengamatan, maka perbandingan antara panjang krib dan lebar sungai umumnya lebih kecil dari 10% (Suyono Sosrodarsono, 2008).

3) Jarak antar Krib (L)

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

$$L < \alpha \frac{C^2 h}{2g} \dots\dots\dots (15)$$

- Dimana:
- L = jarak antar krib, m
 - α = parameter empiris ($\approx 0,6$)
 - C = koefisien Chezy, $m^{1/2}/det$
 - h = Kedalaman air rerata, m
 - g = percepatan gravitasi, m/det^2 ($\approx 9,8$)

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

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \quad (16)$$

Dimana :

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

R = Jari-jari hidrolis

γ_B = Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

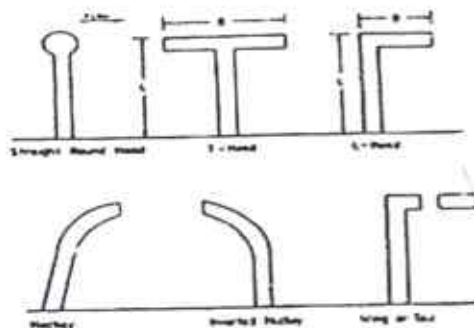
Tabel 2. Bazin untuk Koefisien yang Tergantung pada Kekasaran Dinding

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

Sumber : V Sunggono kh, 1995

- Krib dapat diklasifikasikan lebih lanjut sesuai dengan penampilannya untuk perencanaan. Di antara jenis yang diilustrasikan dalam Gambar :

1. Straight Krib diatur pada beberapa sudut α dari tepi dan memiliki hulu untuk memberikan volume tambahan dan area untuk perlindungan gerusan di ujung luar.
2. T-head Krib memiliki betis lurus dengan baling-baling panduan persegi panjang di ujung luar. Sudut α di tampungan biasanya 90° .
3. 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.
4. Krib bentuk hocky memiliki lubang gerusan yang lebih luas di area daripada krib bentuk-T dan tampaknya tidak memiliki keunggulan dibandingkan bentuk lainnya (Richardsor et al., 1975)
5. Krib lurus dengan hulu dermaga dirancang dan dieksekusi untuk menggali dan menstabilkan kolam buatan untuk ikan salmon dan tur migrasi dan memancing (Nadeau et al., 1971).



Gambar. 12 Bentuk Krib (Farouk Maricar dkk,2019)

G. Matriks Penelitian Terdahulu

Dalam hal ini pembuatan matriks membutuhkan beberapa jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan, sebagai pembandingan dan acuan penelitian yang akan dilaksanakan berupa metode yang digunakan ataupun hasil penelitian.

Tabel 3. Matriks Penelitian Terdahulu

No	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Ayu Marlina Humairah, 2014 Analisis Hidrolika Banguna Krib Permeable Pada Saluran Tanah Universitas Sriwijaya	Data yang diamati yaitu data kecepatan aliran di hulu krib, kedalaman aliran, perubahan elevasi dasar saluran di hulu krib, lebar dasar saluran dan debit ukur. Dari data yang didapat akan dianalisis pengaruh sudut pemasangan krib permeabel terhadap perubahan dasar saluran (Bt/Bo) dan kedalaman gerusan di hulu krib (ds/y).	Perubahan dasar saluran (Bt/Bo) maksimum untuk sudut pemasangan krib permeabel 45°, 90° dan 135° sebesar 1,376 cm, 1,346 cm dan 1,452 cm. Kedalaman gerusan (ds/y) maksimum pada pemasangan krib permeabel 45°, 90° dan 135° sebesar 1,05 cm, 0,95 cm dan 1,17 cm. Sehingga pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena perubahan dasar salurannya (Bt/Bo) lebih kecil yaitu 1,346 cm (1,346 kali dari saluran awal) dan koefisien determinasi (R ²) hampir mendekati 1 yaitu 0,9384 serta kedalaman gerusannya (ds/y) juga lebih kecil yaitu 0,95 cm dan koefisien determinasi (R ²) hampir mendekati 1 yaitu 0,8317 dibandingkan dengan pemasangan krib permeabel 45° dan 135°.	1. Menggunakan krib type permeabel 2. Hukum model yang menggunakan model eksperimental	1. Saluran yang digunakan yaitu saluran yang memiliki belokan 2. Pemasangan krib terdapat ditikungan saluran 3. Menggunakan 5 bangunan krib

2	Jeni Paresa, 2015 Studi pengaruh krib hulu tipe impermeable pada gerusan di belokan sungai (studi kasus antara panjang krib 1/10, 1/5 dan 1/3 lebar sungai Universitas Musamus	Rangkaian simulasi yang dilakukan dalam penelitian gerusan di belokan sungai diklasifikasikan dalam 2 kelompok parameter yaitu parameter simulasi dan parameter aman. Parameter simulasi terdiri dari 3 variasi debit (Q), 3 panjang krib (L) yaitu 1/10 lebar sungai, 1/5 lebar sungai dan 1/3 lebar sungai serta 3 waktu pengaliran (t) yaitu 600 detik, 1200 detik dan 1800 detik. Sedangkan parameter aman adalah adanya perubahan gerusan yang terjadi	Dari grafik pengaruh pada waktu pengaliran $t = 1800$ detik terjadi volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo) = 0.0462 m ³ dan volume gerusan minimum terjadi pada $L2 = 0.0306$ m ³ . Pada $Q1 = 0.0185$ m ³ /det pada $Q2 = 0.0161$ maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo) = 0.0586 m ³ dan pada $L1 = 0.0460$ m ³ . Setelah debit menjadi $Q3 = 0.0185$ m ³ /det didapat volume gerusan maksimum pada kondisi tanpa krib (Lo) = 0.0555 m ³ dan volume gerusan minimum terjadi pada $L1 = 0.0177$ m ³	1. Bahan dasar saluran menggunakan pasir 2. Bentuk dasar saluran menggunakan bentuk trapesium dan pintu thompson	1. Menggunakan krib type impermeabel 2. Konsentrasi analisa gerusan dibelokan sungai 3. Studi kasus membahas tentang perbandingan antara panjang krib dan lebar sungai
3	Muhammad Fadhil Afidhal , 2018 Pola Gerusan Pada Dasar Sungai Akibat Bangunan Krib Universitas Hasanuddin	Tahapan meliputi Tahapan kegiatan laboratorium yang dilakukan pada penelitian ini yaitu Pemodelan geometric saluran, Pemodelan struktur krib Variasi pengujian Proses pengumpulan data	penelitian ini studi literatur, persiapan hingga laboratorium. kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu Pemodelan geometric saluran, Pemodelan struktur krib Variasi pengujian Proses pengumpulan data	1. Membahas tentang gerusan pada dasar saluran	1. Hukum model yang digunakan adalah model protipe 2. Menggunakan krib type semi permeabel 3. Dasar saluran berupa tanah
4	Amrullah Mansida, Muh. Hatta Putra Mary Selintung	Pengujian dilakukan dengan eksperimen laboratorium pada observasi dibawah kondisi	Jarak krib dengan yang lebih renggang yang digunakan pengujian di laboratorium adalah 15	1. Menggunakan krib type permeabel	1. Jenis saluran yang digunakan yaitu saluran berkelok

Muh. Saleh Pallu, 2019 Studi Eksperiment Pengaruh Aliran Turbulent Pada Saluran Tikungan Akibat Struktur Vegetasi Krib Type Permeabel Universitas Hasanuddin	buatan (<i>artificial condition</i>), untuk menyelidiki hubungan antara variabel memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dengan control pembanding.	cm, 25 cm dan 35 cm. ternyata jarak krib yang lebih renggang yaitu pada jarak 35 cm, $Q_1 = 0.0044 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_2 = 0.0086 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_3 = 0.0145 \text{ m}^3/\text{dt}$ memberikan hasil signifikan dengan kontur gerusan lebih rapat sebagai dampak penurunan dan pencegahan gerusan dengan menggunakan krib sesuai dengan fungsinya, dengan memberikan hasil yang signifikan. Dapat juga memberikan gambaran semakin renggang jarak antara krib efektifitas fungsi krib permeable semakin bagus	2. Hukum model yang digunakan model eksperimental	2. Titik konsentrasi gerusan yang dianalisa pada tikungan saluran
---	---	---	--	--

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian penanggulangan gerusan bertempat di depan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian dilakukan dalam waktu bulan Oktober – November 2019.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

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

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu :

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

dilakukan di tempat yang berkaitan dengan penelitian pengaruh pemasangan bangunan krib bentuk L tipe permeabel.

C. Alat dan Bahan

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

1. Alat

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

2. Bahan

- | | | |
|--------------|-------------------|----------|
| 1) Kayu | 3) Tanah timbunan | 5) Pasir |
| 2) Air tawar | 4) Paku | |

D. Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian adalah :

- 1) Variabel Bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain diantaranya adalah Debit Aliran (Q), Luas Penampang Saluran (A), Diameter (d_k), dan Kerapatan (L).
- 2) Variabel Terikat adalah Variabel yang dipengaruhi variabel lain Seperti Volume Gerusan (V_g), Kecepatan Aliran (V) dan Kedalaman Aliran (Y).

E. Tahapan Penelitian

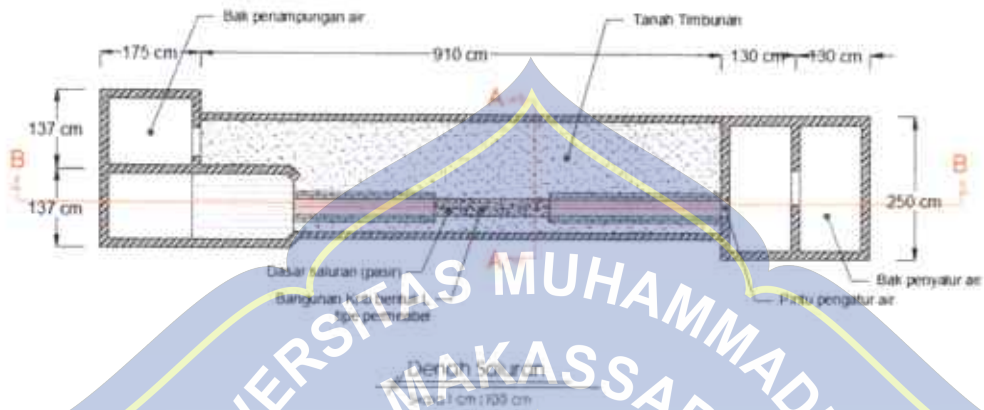
1. Persiapan

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

2. Perancangan Model

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

1) Denah saluran



Gambar 13. Denah Saluran

2) Potongan Memanjang Saluran



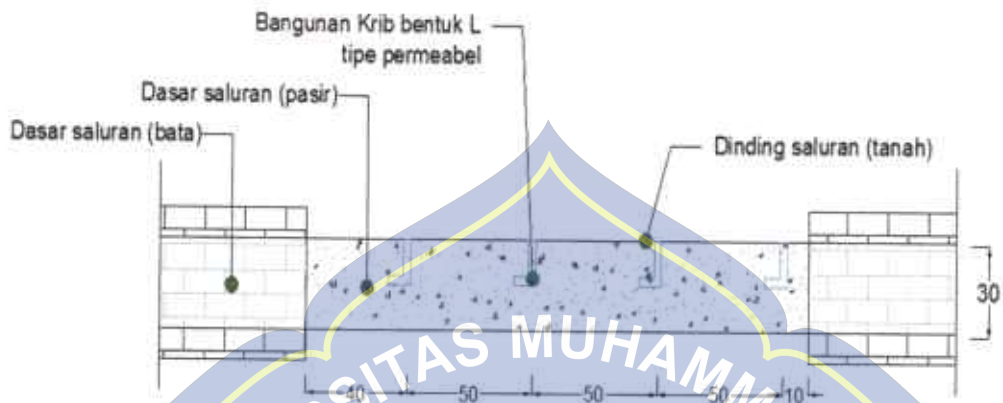
Gambar 14. Potongan Memanjang Saluran

3) Potongan Melintang Saluran



Gambar 15. Potongan Melintang Saluran.

4) Model Krib Permeabel



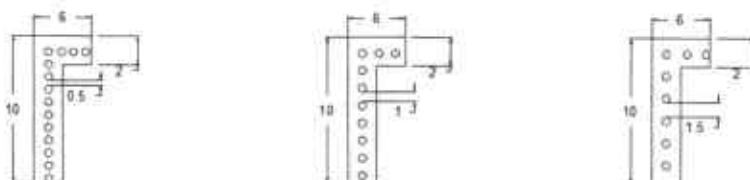
Gambar 16. Bentuk Bangunan Krib

5) Diameter dan Kerapatan Krib



Gambar 17. Diameter dan Kerapatan Krib

6) Detail Krib



Gambar 18. Detail Krib

3. Pembuatan Model

Adapun tahap-tahap pembuatan model yaitu sebagai berikut:

1) Pembuatan model saluran

- (1) Pembuatan bak penampungan air.
- (2) Pembuatan dimensi saluran dengan bentuk persegi dengan dimensi saluran yaitu $b = 30 \text{ cm}$ dan $h = 30 \text{ cm}$.

2) Pembuatan model krib

- (1) Krib menggunakan kayu dengan diameter 0,8 cm, 1,2 cm, 1,6 cm.
- (2) Untuk penempatan dimensi krib didapat menggunakan ketentuan seperti yang terdapat pada bab II mengenai penentuan dimensi krib yang dilakukan pada saat mendapatkan data running kosong, dengan tinggi disesuaikan dengan tinggi muka air banjir atau tinggi bantaran sungai dan panjang krib yang bervariasi sehingga didapat dimensi sebagai berikut:
 - a) Tinggi krib (h) = 5 cm atau 0,05 m diatas muka air normal
 - b) Panjang krib (L_b) = $1/10$ dari lebar sungai, $1/3$ dari lebar sungai, dan $1/2$ dari lebar sungai.
 - c) Jarak antar krib dapat ditentukan secara empiris (Ernawan: 2007), dimana jarak antara masing-masing krib dengan menggunakan persamaan (5) atau dari penelitian sebelumnya.

4. Pelaksanaan percobaan pendahuluan (running awal)

Percobaan pendahuluan ini dilakukan setelah semua komponen model telah selesai semua dipasang dan dibuat. Selanjutnya percobaan pendahuluan dilaksanakan mengecek dan memvalidasi peralatan dan bahan yang akan menjadi variabel penelitian nantinya. Percobaan pendahuluan ini menjadi dasar untuk memilih variable bebas tertentu seperti penentuan debit (Q) dengan rencana menggunakan variasi debit sejumlah tiga yaitu Q_1 , Q_2 dan Q_3 , sebagai barometer dalam pengambilan data.

5. Pengambilan Data

Pengujian pengambilan data dilakukan setelah dilakukan sesuai dengan kebutuhan data dengan merujuk kepada rumusan penelitian untuk dapat menjawab tujuan penelitian, sehingga variasi dan data yang diperlukan antara lain :

- 1) Debit aliran (Q , cm^3/dt)
- 2) Ketebalan pasir sebagai sedimen (t , cm)
- 3) Jarak krib (L , cm)
- 4) Kerapatan krib (a , mm)
- 5) Diameter krib (dk , mm)
- 6) Panjang krib (p , cm)

Sedangkan data pengujian yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

- 1) Kecepatan aliran (v , cm/dt)
- 2) Tinggi pengaliran (h , cm)
- 3) Kedalaman gerusan (d_g , cm)
- 4) volume gerusan (v_g , cm³)
- 5) Pola gerusan di sekitar krib
- 6) Suhu pengaliran (T , °C)
- 7) Kelembapan (K)

6. Pengolahan dan analisis data

Tahapan selanjutnya setelah pengambilan data adalah pengolahan dan analisis data dengan menggunakan pendekatan tabel excel dan gambar menggunakan regresi liner atau regresi ganda dan gambar formasi perubahan bentuk dasar digunakan software SMS, surfer.

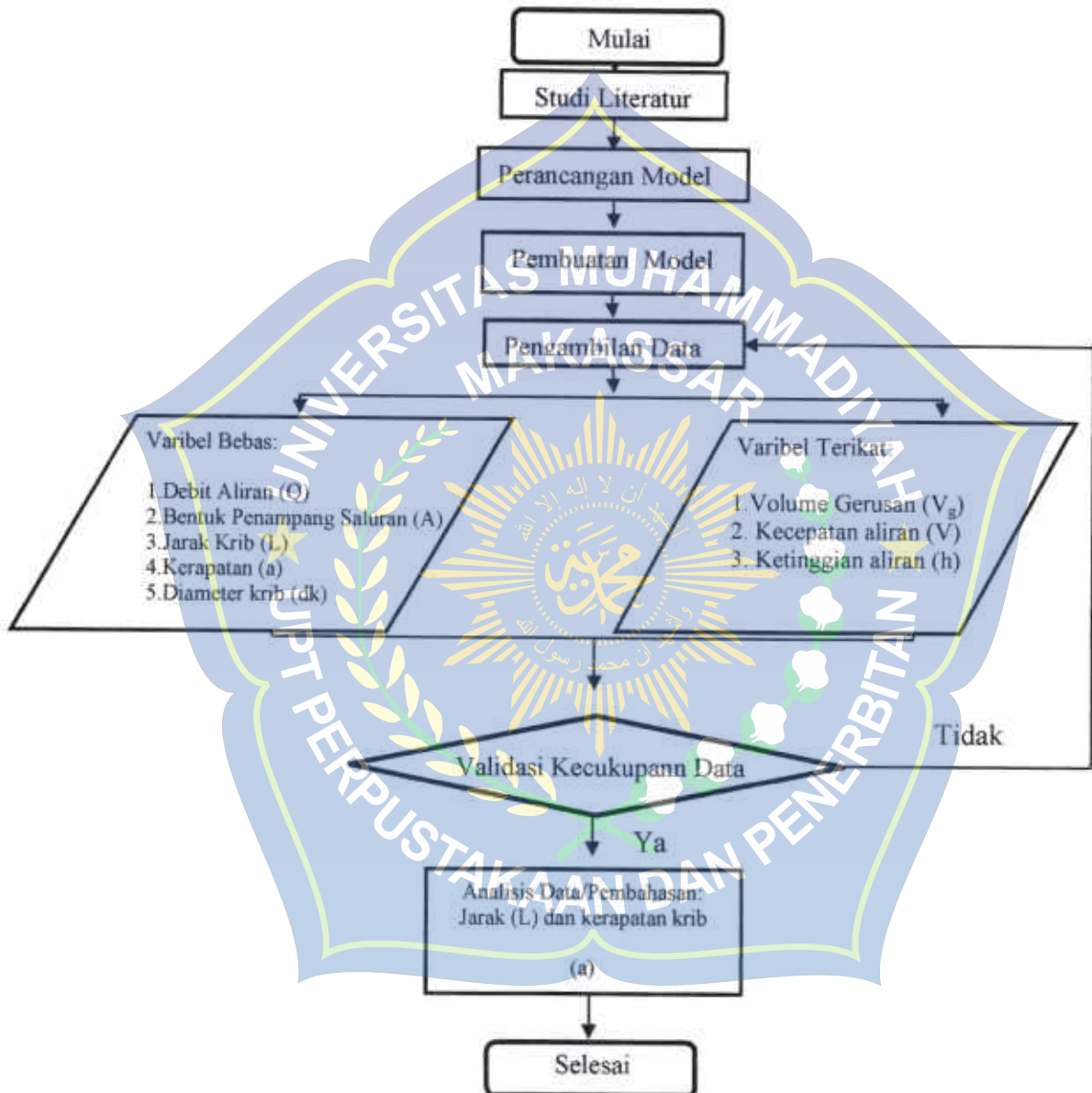
Analisis pengaruh bangunan krib vegetasi permeable dan impermeabel bentuk bulat pada perubahan kecepatan aliran dan aliran turbulen berdasarkan data amatan hasil variasi antara lain jenis dasar saluran, diameter krib, kerapatan krib, panjang krib, jarak krib, tinggi krib, kecepatan aliran, gerusan dan bentuk dasar saluran.

Analisis pengaruh bangunan krib permeable terhadap formasi krib pada pengendapan sedimen di dasar sungai berdasarkan data amatan hasil variasi; jenis dasar saluran, diameter krib, kerapatan krib, panjang krib,

sudut krib, jarak krib ketinggian krib, kecepatan aliran, gerusan dan bentuk dasar saluran



F. Bagan Alur Penelitian



Gambar 19. Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Hasil Penelitian

Pada bab sebelumnya telah dibahas bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh diameter dan kerapatan krib bentuk L type permeabel terhadap dasar saluran, data tersebut di dapatkan dengan cara sebagai berikut :

1. Analisa Saringan dan berat jenis , untuk menguji jenis pasir yang digunakan membuat atau membentuk saluran.
2. Debit yang digunakan sesuai hasil pengukuran pintu Thompson (*V-Notch*) dengan 3 variasi debit yaitu $0,0121 \text{ m}^3/\text{det}$, $0,0327 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0,0672 \text{ m}^3/\text{det}$.
3. Kecepatan aliran (*V*) dan kedalaman (*h*), pengambilan data kecepatan dan kedalaman aliran yaitu pada hulu, tengah dan hilir saluran menggunakan *flow watch* dan penggaris.
4. Pola Kontur diambil dari data topogrfi menggunakan grid (interval 5 cm) kemudian diolah menggunakan surfer 15.2.

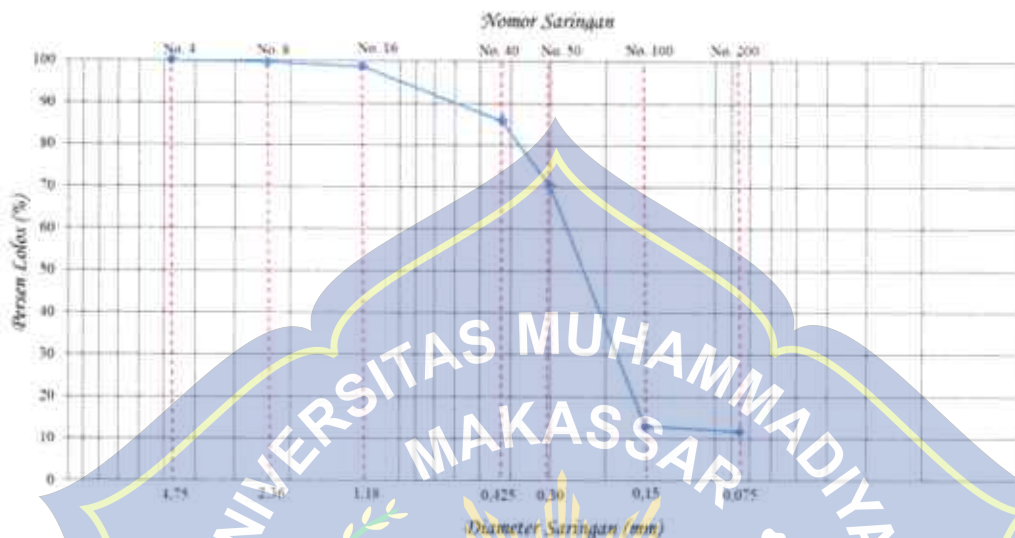
B. Karakteristik Material Pasir

Karakteristik material Pasir digunakan dalam penelitian ini adalah dasar saluran pasir dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dan gradasi ukuran butiran yang disajikan pada tabel 4 dan Gambar 17 dibawah ini.

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan analisa saringan

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0,0	100
8	2,36	4	4	0,4	99,6
16	1,18	9	13	0,9	98,7
40	0,425	130	143	13,0	85,7
50	0,3	154	297	15,4	70,3
100	0,15	573	870	57,3	13
200	0,075	13	883	1,3	11,7
pan	tertutup	117	1000	11,7	0
Jumlah		1000		100	

Pada tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan analisa saringan pada tanah yang digunakan dengan sampel berat kumulatif/total sampel pasir sebelum di saring adalah 1000 gram. Pada pengujian tersebut di peroleh data hasil uji saringan dari berbagai no. saringan yang digunakan, yaitu berat tertahan, persen (%) tertahan dan persen (%) lolos yang ada pada setiap no saringan. Hasil data yang akan diambil untuk menentukan jenis pasirnya adalah berat terbesar yang tertahan yaitu di no. saringan 100.



Gambar 20. Gradasi ukuran butiran pasir (sampel)

Pada gambar 17 di atas diperoleh gradasi ukuran butiran tanah yang telah disaring pada berbagai no saringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sand* (pasir halus) berdasarkan klasifikasi ukuran butir sedimen menurut ASTM. Dimana diameter partikel *sand* adalah (0,06 – 0,125)

C. Analisis Data Debit Thompson

Tabel 5. Perhitungan debit aliran untuk tinggi bukaan pintu thompson.

No.	Tinggi Bukaan Pintu (h) (m)	Koesfisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m ³ /det
1	0,06	5,8	0,0121
2	0,09	5,8	0,0327
3	0,12	5,8	0,0672

D. Perhitungan Karakteristik Aliran

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

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

$$F_R = \frac{1,77}{\sqrt{9,81 \times 0,041}}$$

$$F_R = 2,776 > 1$$

(Super kritis)

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

$$Re = \frac{1,77 \times 2}{0,00000085}$$

$$Re = 794967 > 12.500$$

(Turbulen)

Tabel 6. Perhitungan bilangan *Froude* tanpa krib (Fr)

Debit	Kedalaman Air	Lebar Dasar Saluran	Kecepatan Aliran	Luas Penampang	Keliling Basah	Jari-Jari Hidrolis	Bilangan Froude	Keterangan
	(h) m	(b) m	(v) m/det	(A) m ²	(P) m	(R) m	(Fr)	
Q1	0,041	0,30	1,77	0,0124	0,383	0,032	2,776	Super Kritis
Q2	0,053	0,30	2,40	0,0160	0,407	0,039	3,320	Super Kritis
Q3	0,071	0,30	2,87	0,0214	0,443	0,048	3,429	Super Kritis

Tabel 7. Perhitungan bilangan *Reynold* tanpa krib (Re)

Debit	Kedalaman Air	Lebar Dasar Saluran	Kecepatan Aliran	Luas Penampang	Keliling Basah	Jari-Jari Hidrolis	Suhu	Viskositas	Bilangan Reynold	Keterangan
	(h) m	(b) m	(v) m/det	(A) m ²	(P) m	(R) m	(Re)	(Re)	(Re)	
Q1	0,041	0,30	1,77	0,0730	0,383	0,19082462	29,267	0,0000000850	794967	Turbulen
Q2	0,053	0,30	2,40	0,1280	0,407	0,3147541	30	0,0000000843	1157770	Turbulen
Q3	0,071	0,30	2,87	0,2045	0,443	0,46194779	29,100	0,0000000852	1489077	Turbulen

Tabel 8. Perhitungan bilangan *Froude* menggunakan krib (Fr)

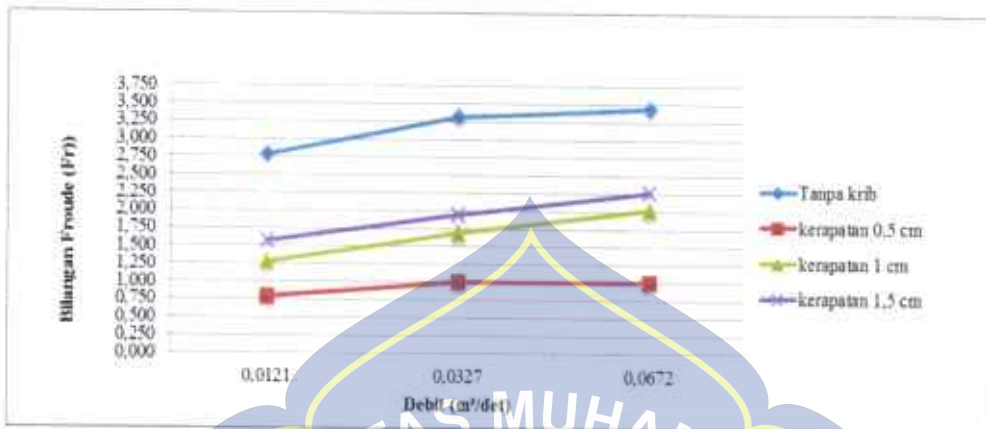
Debit	Diameter (dk) mm	Kerapatan	Kedalaman Air	Lebar Dasar Saluran	Kecapatan Aliran	Luas Penampang	Keliling Basah	Jari-jari Hidroliis	Bilangan Froude Tanpa Krib	Bilangan Froude	Penurunan Bilangan Froude	Keterangan
		(a) mm	(h) m	(b) m	(v) m/det.	(A) m ²	(P) m	(R) m	(Fr)	(Fr)	(Fr)	
Q1	8	5	0,059	0,03	0,60	0,0018	0,147	0,012	2,776	0,791	1,985	Sub Kritis
		10	0,043	0,03	0,83	0,0013	0,117	0,011	2,776	1,279	1,497	Super Kritis
		15	0,041	0,03	1,00	0,0012	0,113	0,011	2,776	1,571	1,205	Super Kritis
	12	5	0,059	0,03	0,67	0,00176	0,147	0,012	2,776	0,879	1,897	Sub Kritis
		10	0,043	0,03	1,00	0,0013	0,116	0,011	2,776	1,540	1,235	Super Kritis
		15	0,042	0,03	1,13	0,0013	0,113	0,011	2,776	1,774	1,002	Super Kritis
	16	5	0,058	0,03	0,87	0,00174	0,146	0,012	2,776	1,150	1,626	Super Kritis
		10	0,043	0,03	1,17	0,0013	0,117	0,011	2,776	1,790	0,986	Super Kritis
		15	0,043	0,03	1,30	0,0013	0,116	0,011	2,776	2,003	0,773	Super Kritis
Q2	8	5	0,083	0,03	0,90	0,0025	0,197	0,013	3,320	0,996	2,324	Sub Kritis
		10	0,073	0,03	1,43	0,0022	0,177	0,012	3,320	1,691	1,629	Super Kritis
		15	0,072	0,03	1,63	0,0022	0,173	0,012	3,320	1,949	1,371	Super Kritis
	12	5	0,083	0,03	1,07	0,0025	0,197	0,013	3,320	1,180	2,139	Super Kritis
		10	0,075	0,03	1,63	0,0023	0,180	0,013	3,320	1,905	1,415	Super Kritis
		15	0,072	0,03	1,67	0,0022	0,173	0,012	3,320	1,989	1,331	Super Kritis
	16	5	0,085	0,03	1,40	0,0026	0,200	0,013	3,320	1,534	1,786	Super Kritis
		10	0,068	0,03	1,67	0,0021	0,167	0,012	3,320	2,037	1,283	Super Kritis
		15	0,072	0,03	1,80	0,0022	0,173	0,012	3,320	2,148	1,172	Super Kritis
Q3	8	5	0,109	0,03	1,03	0,00327	0,248	0,013	3,429	1,000	2,429	kritis
		10	0,083	0,03	1,83	0,0025	0,197	0,013	3,429	2,029	1,400	Super Kritis
		15	0,080	0,03	2,00	0,0024	0,190	0,013	3,429	2,259	1,170	Super Kritis
	12	5	0,089	0,03	1,63	0,0027	0,208	0,013	3,429	1,749	1,680	Super Kritis
		10	0,082	0,03	2,13	0,0025	0,193	0,013	3,429	2,385	1,044	Super Kritis
		15	0,082	0,03	2,17	0,0025	0,193	0,013	3,429	2,422	1,007	Super Kritis
	16	5	0,088	0,03	1,83	0,0027	0,207	0,013	3,429	2,422	1,458	Super Kritis
		10	0,083	0,03	2,23	0,0025	0,197	0,013	3,429	2,471	0,957	Super Kritis
		15	0,082	0,03	2,30	0,0025	0,193	0,013	3,429	2,571	0,858	Super Kritis

Tabel 9. Perhitungan bilangan *Reynold* menggunakan krib (Re).

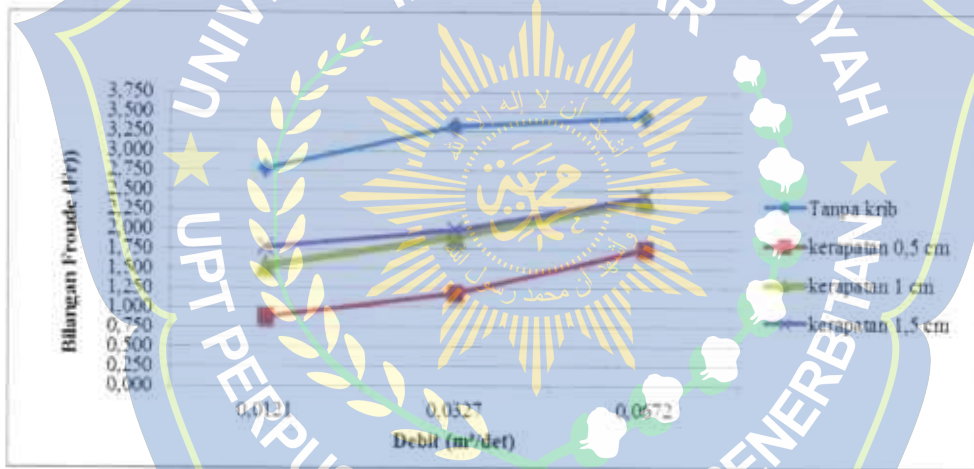
Debit	Diameter (dk) mm	Kerapatan (a) mm	Kedalaman Air (h) m	Lebur Dasar Saluran (b) m	Kecepatan Aliran (v) m/det	Luas Penampang (A) m ²	Keliling Basah (P) m	Jari-Jari Hidroliis (R) m	Suhu	Viskositas	Bilangan Reynold		Keterangan
											Tanpa Krib (Re)	Penurunan Bilangan Reynold (Re)	
Q1	8	5	0,059	0,3	0,60	0,0176	0,417	0,042	28,767	0,000000856	794966,983	502400,675	Turbulen
		10	0,043	0,3	0,83	0,013	0,387	0,034	28,667	0,000000857	794966,983	418982,292	Turbulen
		15	0,041	0,3	1,00	0,0124	0,383	0,032	28,933	0,000000854	794966,983	346886,733	Turbulen
	12	5	0,059	0,3	0,67	0,0176	0,417	0,042	28,600	0,000000858	794966,983	470612,769	Turbulen
		10	0,043	0,3	1,00	0,0124	0,386	0,033	28,900	0,000000854	794966,983	343178,861	Turbulen
		15	0,042	0,3	1,13	0,0125	0,383	0,033	28,700	0,000000857	794966,983	287811,209	Turbulen
	16	5	0,058	0,3	0,87	0,0174	0,416	0,042	28,633	0,000000857	794966,983	374466,048	Turbulen
		10	0,043	0,3	1,17	0,013	0,387	0,034	28,533	0,000000859	794966,983	269528,840	Turbulen
		15	0,043	0,3	1,30	0,0129	0,386	0,033	28,567	0,000000858	794966,983	210225,511	Turbulen
Q2	8	5	0,083	0,3	0,90	0,025	0,467	0,034	29,300	0,000000850	1157769,870	663683,146	Turbulen
		10	0,073	0,3	1,43	0,022	0,447	0,049	29,100	0,000000852	1157769,870	406503,578	Turbulen
		15	0,072	0,3	1,63	0,0215	0,443	0,048	28,967	0,000000854	1157769,870	309513,056	Turbulen
	12	5	0,083	0,3	1,07	0,025	0,467	0,034	28,900	0,000000854	1157769,870	575153,064	Turbulen
		10	0,075	0,3	1,63	0,0225	0,450	0,050	28,867	0,000000855	1157769,870	297872,757	Turbulen
		15	0,072	0,3	1,67	0,0215	0,443	0,048	28,467	0,000000859	1157769,870	297915,614	Turbulen
	16	5	0,085	0,3	1,40	0,0255	0,470	0,034	28,900	0,000000854	1157769,870	387623,279	Turbulen
		10	0,068	0,3	1,67	0,0205	0,437	0,047	28,867	0,000000855	1157769,870	306322,237	Turbulen
		15	0,072	0,3	1,80	0,0215	0,443	0,048	28,467	0,000000859	1157769,870	229127,273	Turbulen
Q3	8	5	0,109	0,3	1,93	0,0327	0,518	0,063	28,567	0,000000858	1489077,068	865337,294	Turbulen
		10	0,083	0,3	1,83	0,025	0,467	0,054	29,267	0,000000850	1489077,068	483021,292	Turbulen
		15	0,080	0,3	2,00	0,024	0,460	0,052	28,633	0,000000857	1489077,068	416053,234	Turbulen
	12	5	0,089	0,3	1,63	0,0267	0,478	0,056	29,033	0,000000853	1489077,068	573706,900	Turbulen
		10	0,082	0,3	2,13	0,0245	0,463	0,053	29,067	0,000000853	1489077,068	329682,647	Turbulen
		15	0,082	0,3	2,17	0,0245	0,463	0,053	28,367	0,000000860	1489077,068	322434,668	Turbulen
	16	5	0,088	0,3	1,83	0,0265	0,477	0,056	29,033	0,000000853	1489077,068	464050,413	Turbulen
		10	0,083	0,3	2,23	0,025	0,467	0,054	28,633	0,000000857	1489077,068	273501,759	Turbulen
		15	0,082	0,3	2,30	0,0245	0,463	0,053	28,833	0,000000855	1489077,068	242866,310	Turbulen

Tabel 10. Rekapitulasi perhitungan bilangan *Froude* (Fr) dan bilangan *Reynold* (Re).

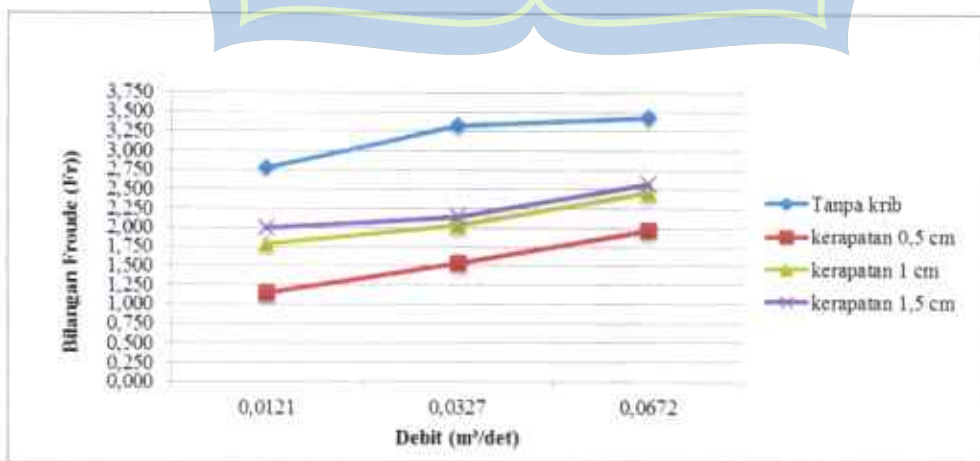
Debit	Bilangan Froude		Keterangan	Bilangan Reynold		Keterangan	Diameter krib (dk) mm	Kerapatan Krib		Bilangan froude	Keterangan	Bilangan Reynold (Re)	Keterangan
	Tanpa Krib	(Fr)		Tanpa Krib	(Re)			(a) mm	(Fr)				
Q1	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen	8	5	0,791		Sub Kritis	292566,3076	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		10	1,279		Super Kritis	375984,6909	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		15	1,571		Super Kritis	448080,2494	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		5	0,879		Sub Kritis	324354,2139	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen	12	10	1,540		Super Kritis	451788,1212	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		15	1,774		Super Kritis	507155,7734	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		5	1,150		Super Kritis	420500,9342	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		10	1,790		Super Kritis	525438,1429	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen	16	15	2,003		Super Kritis	584741,4716	Turbulen
	2,776		Sub Kritis	794966,9826		Turbulen		5	0,996		Sub Kritis	494086,723	Turbulen
Q2	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen	8	10	1,691		Super Kritis	751266,2918	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen		15	1,949		Super Kritis	848256,8134	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen		5	1,180		Super Kritis	582616,8057	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen		10	1,905		Super Kritis	859897,1129	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen	12	15	1,989		Super Kritis	859854,2556	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen		5	1,534		Super Kritis	770146,59	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen		10	2,937		Super Kritis	851447,6326	Turbulen
	3,320		Sub Kritis	1157769,87		Turbulen		15	2,148		Super Kritis	928642,5961	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen	16	5	1,000		kritis	623739,7735	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		10	2,029		Super Kritis	1006055,776	Turbulen
Q3	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen	8	15	2,239		Super Kritis	1073023,834	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		5	1,749		Super Kritis	915370,168	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		10	2,385		Super Kritis	1159394,421	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		15	2,422		Super Kritis	1166642,4	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen	12	5	1,970		Super Kritis	1025026,655	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		10	2,471		Super Kritis	1215575,309	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		15	2,571		Super Kritis	1246210,758	Turbulen
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		5					
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen	6	15					
	3,429		Sub Kritis	1489077,068		Turbulen		5					



Gambar 21. Grafik hubungan debit dengan bilangan *Froude* (*Fr*) pada diameter 0,8 cm.



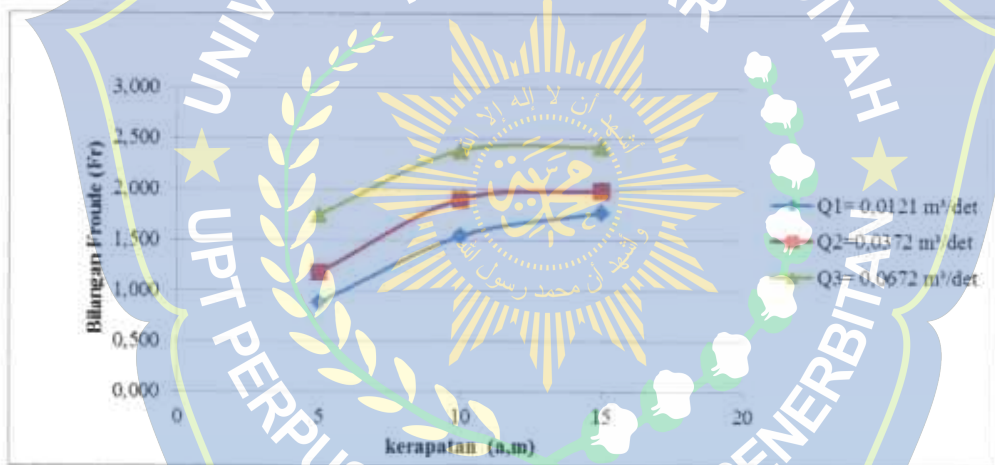
Gambar 22. Grafik hubungan debit dengan bilangan *Froude* (*Fr*) pada diameter 1,2 cm.



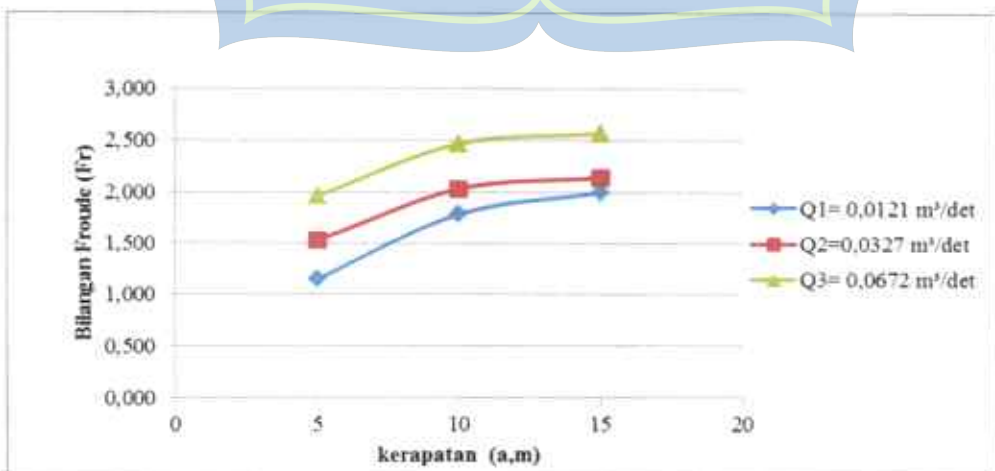
Gambar 23. Grafik hubungan debit dengan bilangan *Froude* (*Fr*) pada diameter 1,6 cm.



Gambar 24. Grafik hubungan Antara kerapatan Krib dengan Bilangan Froude (Fr) diameter 0,8 cm.



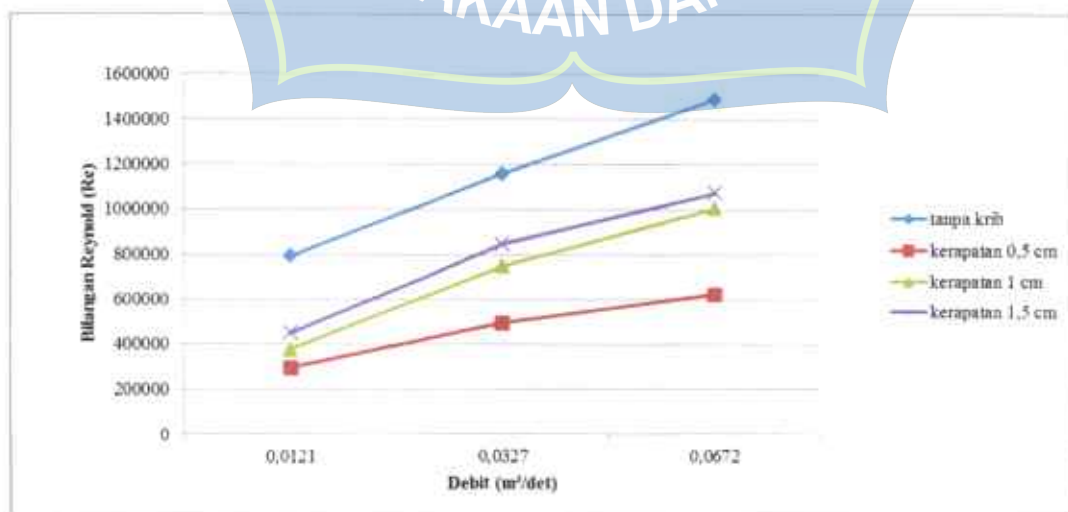
Gambar 25. Grafik hubungan Antara kerapatan Krib ddengan Bilangan Froude (Fr) diameter 1,2 cm.



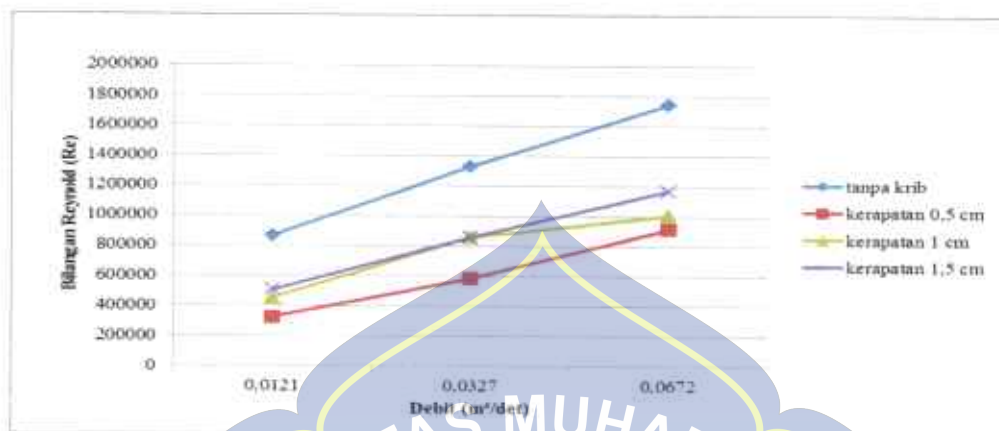
Gambar 26. Grafik hubungan Antara kerapatan Krib dengan Bilangan Froude (Fr) diameter 1,6 cm.

Pada gambar (diatas), menunjukan bahwa semakin besar debit yang di alirkan maka semakin besar pula bilangan *Froude* (*Fr*). Ini disebabkan karena semakin besar debit aliran menyebabkan kecepatan aliran semakin cepat, sebaliknya semakin kecil debit aliran menyebabkan kecepatan aliran semakin lambat. Kemudian dengan adanya pemasangan krib permeabel pada saluran mempengaruhi bilangan *Froude* yang sebelumnya besar menjadi lebih kecil.

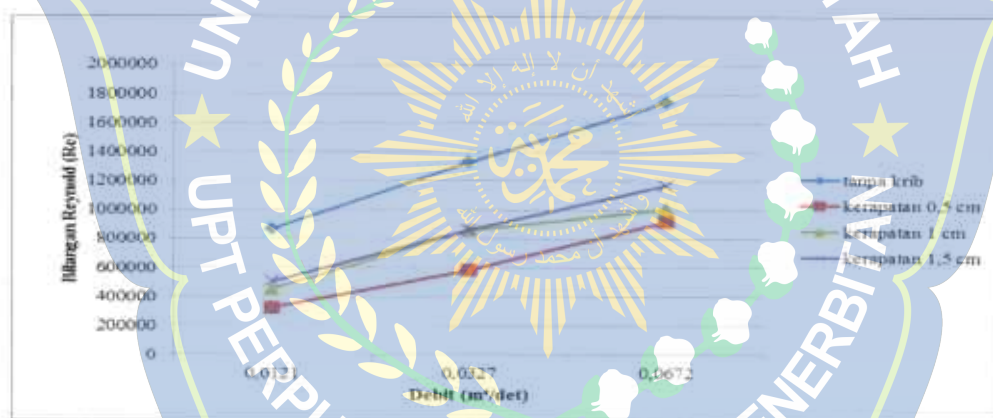
Dimana bilangan *Froude* yang terendah terjadi pada aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel pada diameter 8 cm kerapatan 0,5 cm yaitu $0,791 < 1$ (aliran subkritis) di debit 0,0121 m/s, dan bilangan tertinggi terjadi pada aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 16 cm kerapatan 1,5 yaitu $2,571 < 1$ (aliran super kritis) di debit 0,0672 m/s.



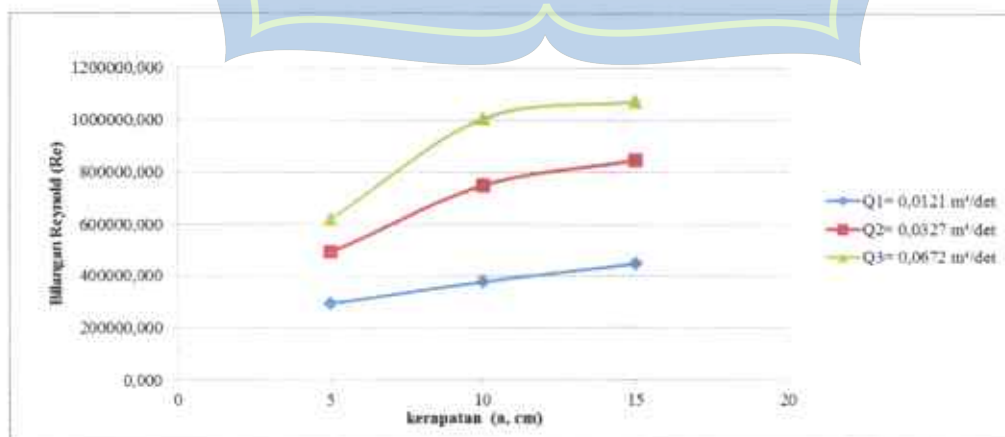
Gambar 27. Grafik hubungan debit dengan bilangan *Reynold* (*Re*) pada diameter 0,8 cm.



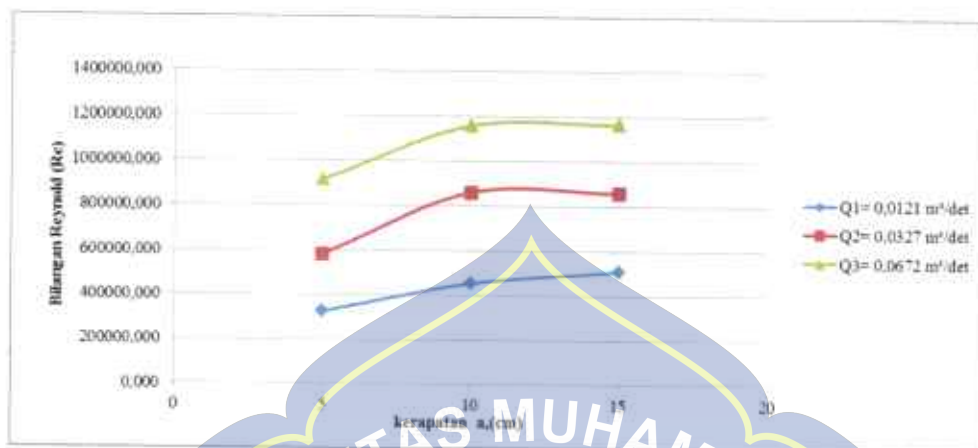
Gambar 28. Grafik hubungan debit dengan bilangan *Reynold* (*Re*) pada diameter 1,2 cm.



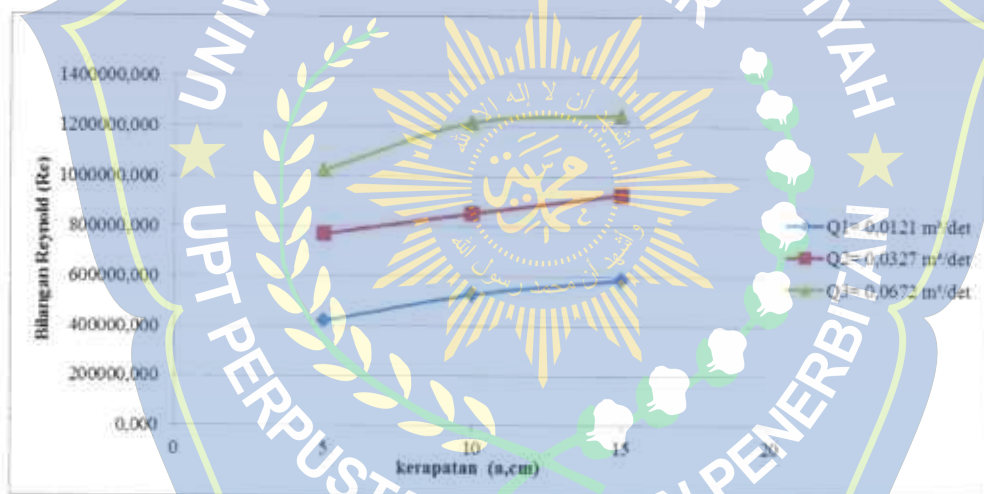
Gambar 29. Grafik hubungan debit dengan bilangan *Reynold* (*Re*) pada diameter 1,6 cm.



Gambar 30. Grafik hubungan Antara kerapatan Krib dengan Bilangan *Reynold* (*Re*) diameter 8 cm.



Gambar 31. Grafik hubungan Antara kerapatan Krib dengan Bilangan Reynold (Re) diameter 12 cm.



Gambar 32. Grafik hubungan Antara kerapatan Krib dengan Bilangan Reynold (Re) diameter 16 cm.

Pada gambar (diatas), menunjukan bahwa semakin besar debit yang di alirkan maka semakin besar bilangan Reynold (Re). Ini disebabkan karena semakin besar debit aliran menyebabkan kecepatan aliran semakin cepat, sebaliknya semakin kecil debit aliran menyebabkan kecepatan aliran semakin lambat. Kemudian dengan adanya pemasangan krib permeabel

pada saluran mempengaruhi bilangan *Reynold* yang sebelumnya besar menjadi lebih kecil.

Dimana bilangan *Reynold* yang terendah terjadi pada aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel pada diameter 8 cm kerapatan 0,5 cm.

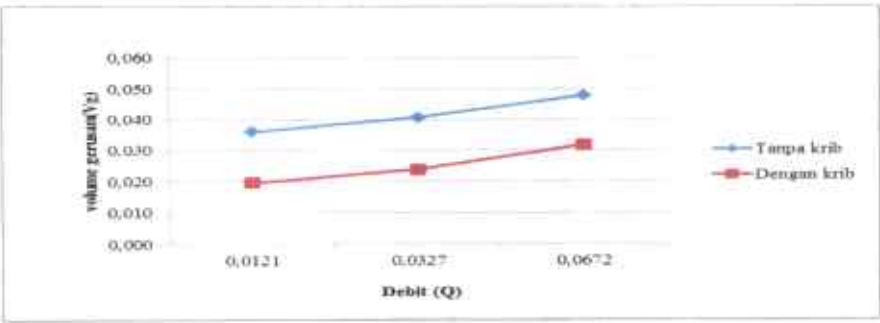
E. Analisis Pengaruh Pemasangan Krib Bentuk L Type Permeabel

- 1. Analisis Debit Aliran Dengan Volume Gerusan Tanpa Krib dan menggunakan krib

Berdasarkan hasil pengambilan data dapat ditunjukkan pengaruh debit dengan volume gerusan tanpa dan menggunakan krib.

Tabel 11. Rekapitulasi Debit Aliran terhadap Volume Gerusan Tanpa Krib dan menggunakan krib bentuk L type permeabel

Debit (m3/dtk)	Volume gerusan (m3)	
	Tanpa krib	Menggunakan krib
0,0121	0,036	0,0196
0,0327	0,0407	0,0238
0,0672	0,0480	0,0318



Gambar 33. Grafik hubungan debit dengan volume gerusan tanpa krib dan menggunakan krib bentuk L type permeabel

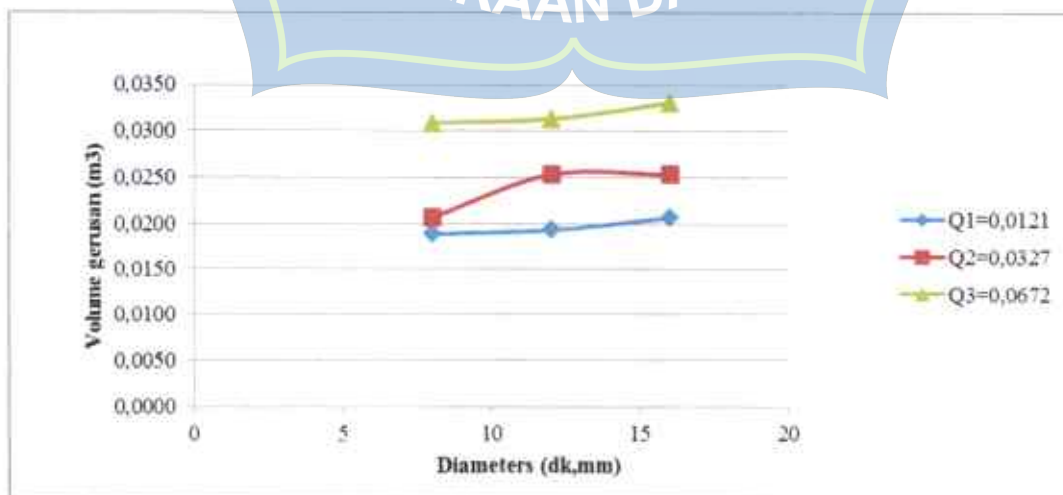
Pada Gambar 33, menunjukan bahwa debit aliran memiliki hubungan sebanding dengan volume gerusan dimana semakin besar debit yang diberikan maka kecepatan aliran yang terjadi juga semakin besar sehingga memperbesar volume gerusan pada dasar saluran.

2. Analisis Diameter krib bentuk L type permeabel terhadap volume gerusan

Pada tabel dan grafik dibawah akan menerangkan pengaruh diameter krib bentuk L type permeabel terhadap volume gerusan dari hasil pengambilan data penelitian

Tabel 12. Rekapitulasi Diameter krib bentuk L type permeabel terhadap volume gerusan terhadap Volume Gerusan

Debit (m ³ /dtk)	Volume gerusan (m ³)			
	Tanpa krib	Diameter krib (mm)		
		8	12	16
0,0121	0,036	0,0189	0,0193	0,0207
0,0327	0,0407	0,0207	0,0253	0,0253
0,0672	0,0480	0,0309	0,0313	0,0331



Gambar 34. Grafik hubungan Diameter dengan Volume gerusan

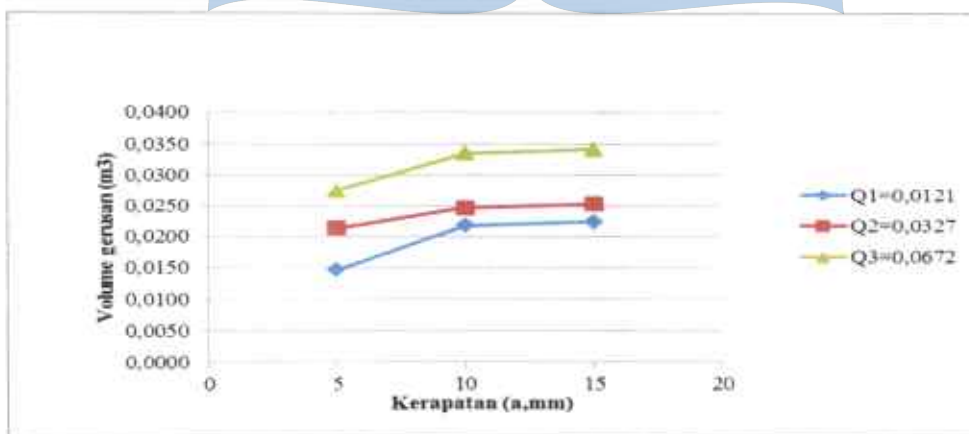
Pada Gambar 34, dapat dilihat bahwa diantara ketiga diameter pemasangan krib bentuk L type permeabel terjadi gerusan paling kecil pada pemasangan diameter krib 0,8 cm disetiap debit, kemudian nilai gerusan paling kecil 0,0189 m³ pada debit 0,0121 m/s . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah diameter 16 cm disetiap debit dengan nilai gerusan 0,0331 m³ pada debit 0,0672 m/s.

3. Analisis Kerapatan krib bentuk L type permeabel terhadap volume gerusan.

Pada tabel dan grafik dibawah akan menerangkan pengaruh kerapatan krib bentuk L type permeabel terhadap volume gerusan dari hasil pengambilan data penelitian.

Tabel 13. Rekapitulasi Kerapatan krib bentuk L type permeabel terhadap volume gerusan terhadap Volume Gerusan

Debit (m ³ /dtk)	Volume gerusan (m ³)			
	Tanpa krib	Kerapatan Krib (mm)		
		5	10	15
0,0121	0,036	0,0147	0,0218	0,0224
0,0327	0,0407	0,0213	0,0247	0,0253
0,0672	0,0480	0,0276	0,0336	0,0342



Gambar 35. Grafik hubungan Kerapatan terhadap Volume gerusan

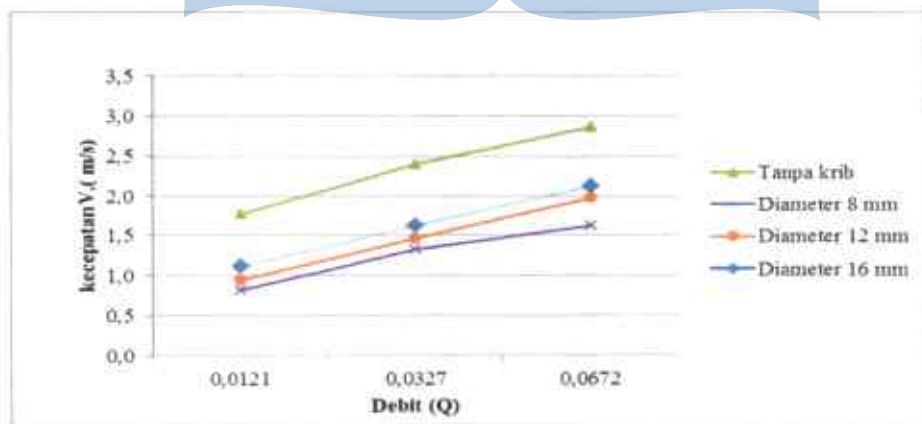
Pada Gambar 35, dapat dilihat bahwa diantara ketiga kerapatan pemasangan krib bentuk L type permeabel terjadi gerusan paling kecil pada pemasangan diameter krib 0,5 cm disetiap debit, kemudian nilai gerusan paling kecil 0,0147 m³ pada debit 0,0121 m/s . Sedangkan perubahan pola gerusan terbesar adalah kerapatan 1,5 cm disetiap debit dengan nilai gerusan 0,0342 m³ pada debit 0,0672 m/s.

4. Analisis debit dan kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel

Berdasarkan hasil pengambilan data dapat ditunjukkan pengaruh debit dengan kecepatan tanpa dan menggunakan krib.

Tabel 14. Rekapitulasi debit dan kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel

Diameter (Ø, cm)	Kecepatan (V, m/s)		
	0,0121	0,0327	0,0672
Tanpa krib	1,8	2,4	2,9
8	0,8	1,3	1,6
12	0,9	1,5	2,0
16	1,1	1,6	2,1



Gambar 36. Grafik hubungan debit terhadap kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel

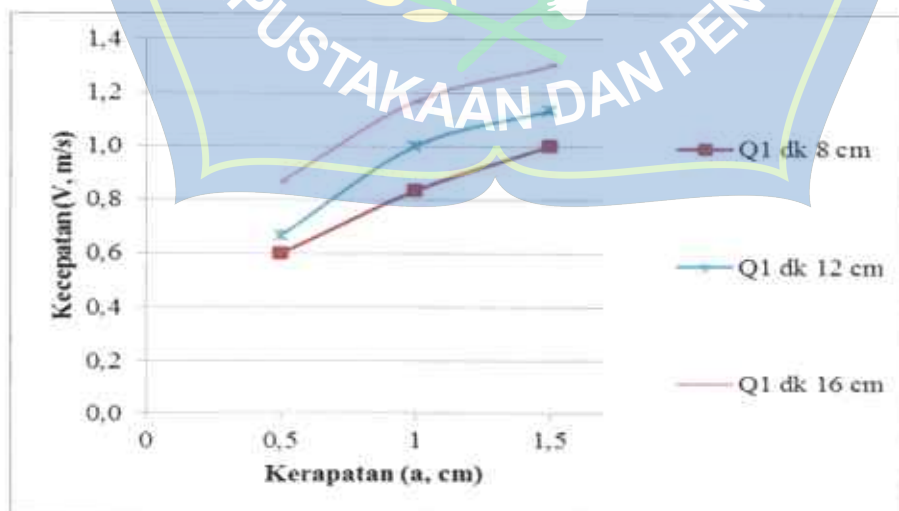
Pada Gambar 36, menunjukan bahwa debit aliran memiliki hubungan tak sebanding dengan kecepatan aliran dimana semakin besar debit yang diberikan maka kecepatan aliran semakin lambat .

5. Analisis kecepatan aliran dengan kerapatan krib bentuk L type permeabel.

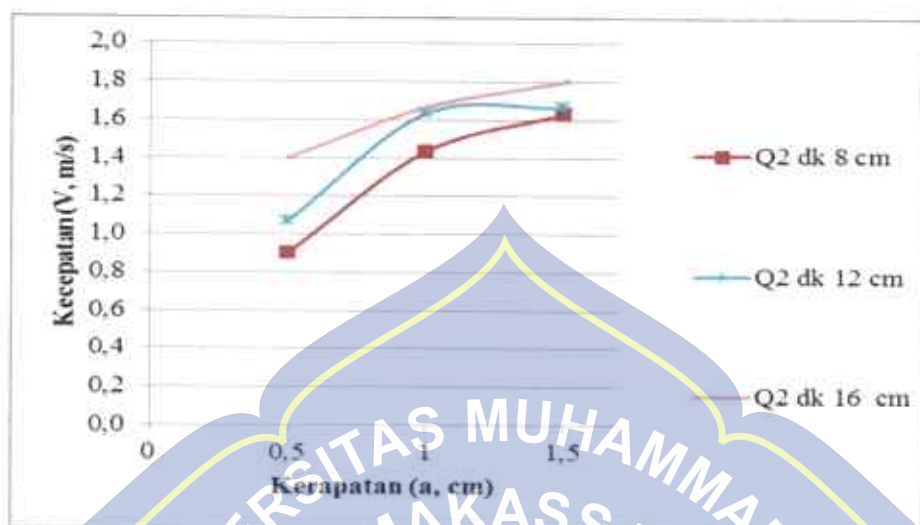
Pada tabel dan grafik dibawah akan menerangkan pengaruh kerapatan krib bentuk L type permeabel dengan kecepatan dari hasil pengambilan data penelitian.

Tabel 15. Rekapitulasi kerapatan dan kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel

Kecepatan (V, m/s)	Tanpa krib	Kerapatan (a, cm) dk 8			Kerapatan (a, cm) dk 12			Kerapatan (a, cm) dk 16		
		0,5	1	1,5	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5
Q1	1,8	0,6	0,8	1,0	0,7	1,0	1,1	0,9	1,2	1,3
Q2	2,4	0,9	1,4	1,6	1,1	1,6	1,7	1,4	1,7	1,8
Q3	2,9	1,0	1,8	2,0	1,6	2,1	2,2	1,8	2,2	2,3



Gambar 37. Grafik kerapatan terhadap kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel pada Q1



Gambar 38. Grafik hubungan kerapatan dengan kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel pada Q2



Gambar 39. Grafik hubungan kerapatan terhadap kecepatan aliran dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel pada Q2.

Pada Gambar 37,38 dan 39, dapat dilihat bahwa diantara ketiga kerapatan pemasangan krib bentuk L type permeabel disetiap debit terjadi penurunan kecepatan pada kerapatan 0,5 cm, kemudian. Kemudian kecepatan tertinggi dari ketiga kerapatan terjadi pada kerapatan 1,5 cm.

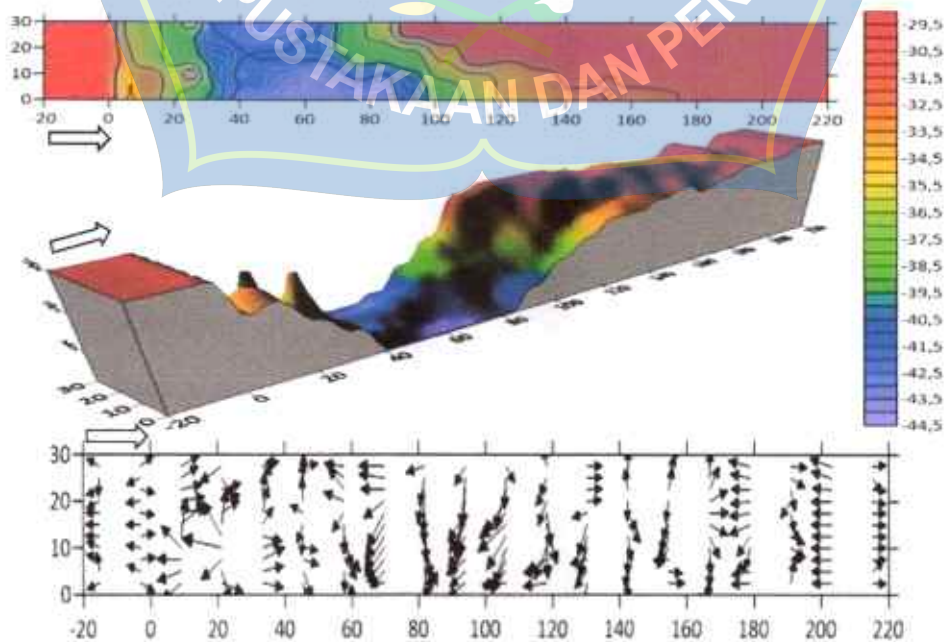
F. Kontur Pola Gerusan Pada Variasi Diameter dan Kerapatan

Pemasangan Krib bentuk L type Permeabel

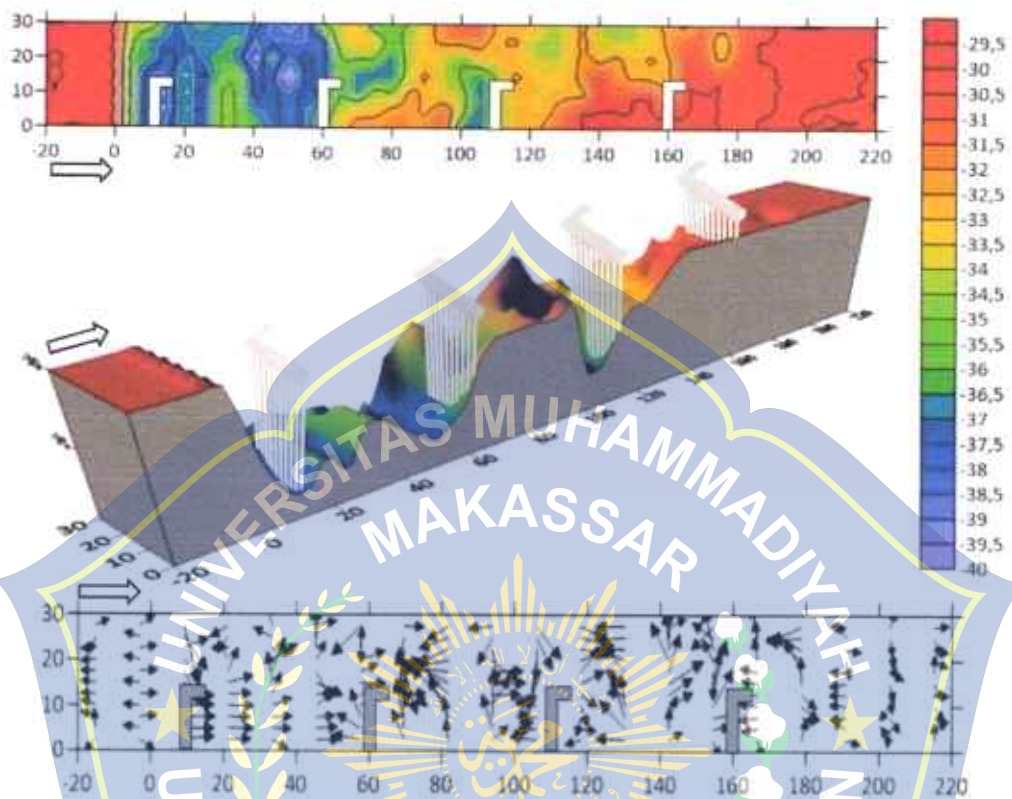
Proses pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu kontur tanpa alat uji, kontur dengan krib, pengujian dilakukan selama 180 detik. Dan kemudian data kontur diambil menggunakan grid dengan interval 0,05 m. Penggambaran bentuk dasar saluran menggunakan program surfer 15.2 dengan memasukkan data XYZ.

1. Kontur Pola Gerusan Pada Q1

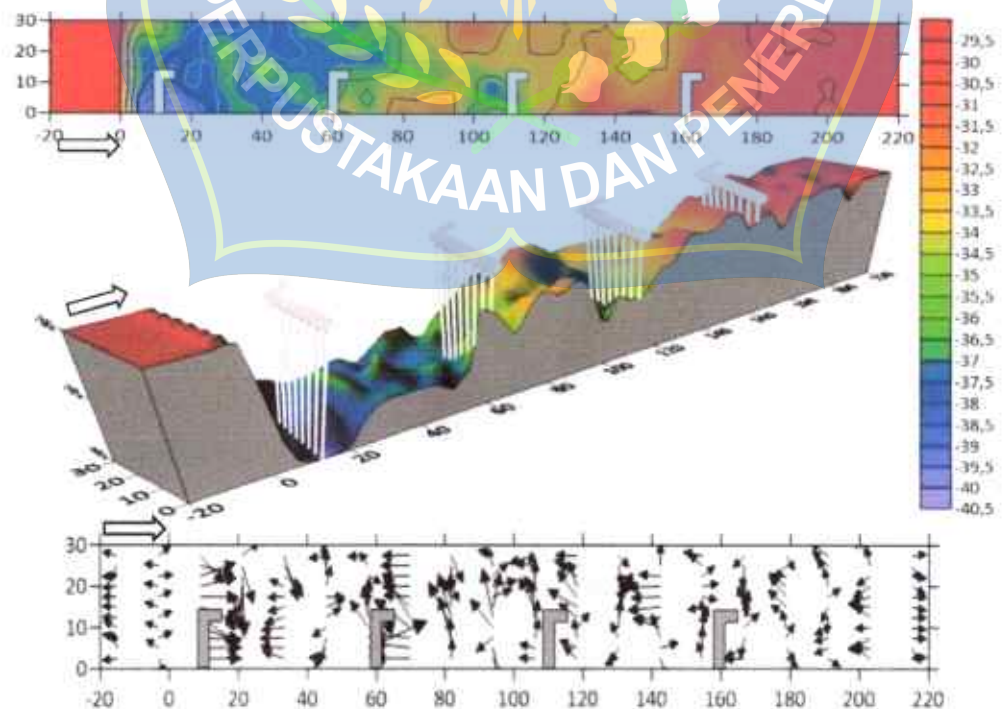
Berdasarkan hasil pengambilan data dapat dilihat perubahan pola gerusan pada dasar saluran tanpa krib dan menggunakan krib dengan pengaliran Q1.



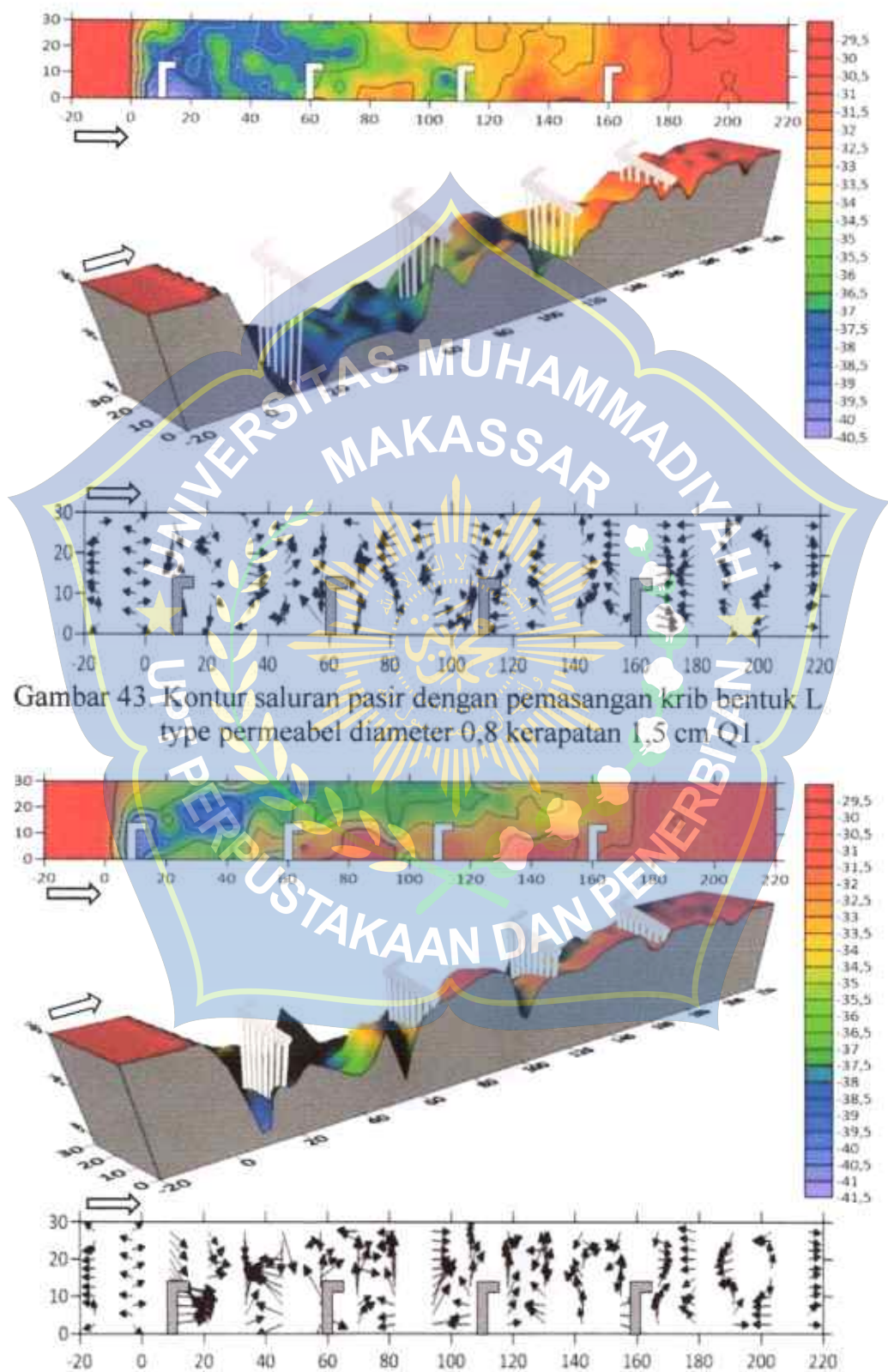
Gambar 40. Kontur pasir tanpa krib Q1.



Gambar 41. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 kerapatan 0,5 cm Q1

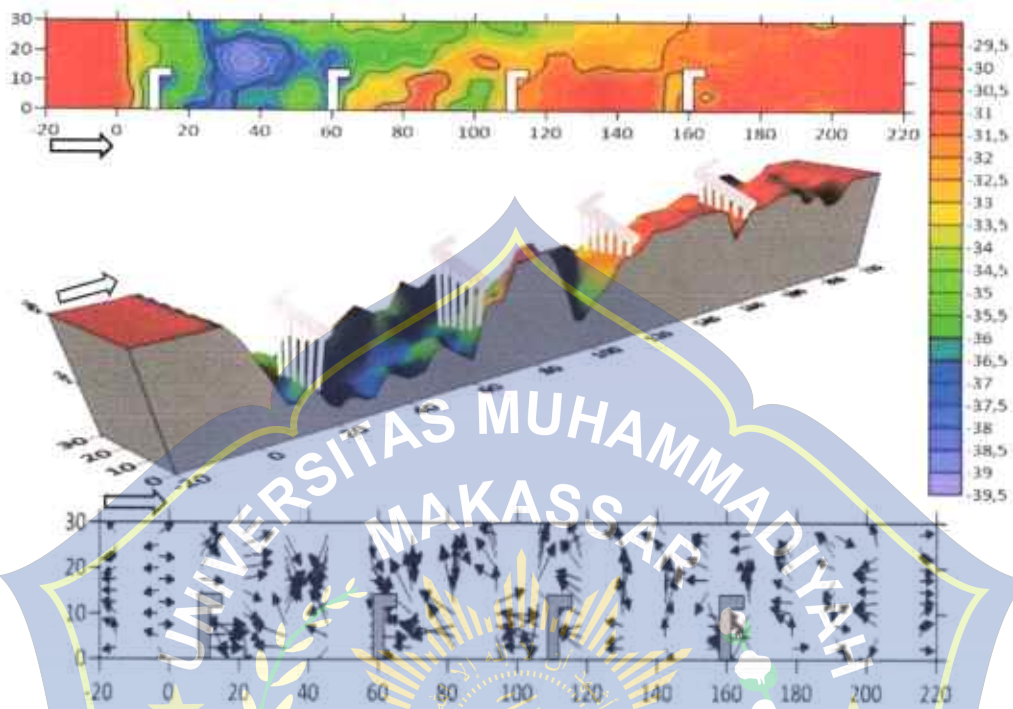


Gambar 42. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 kerapatan 1 cm Q1

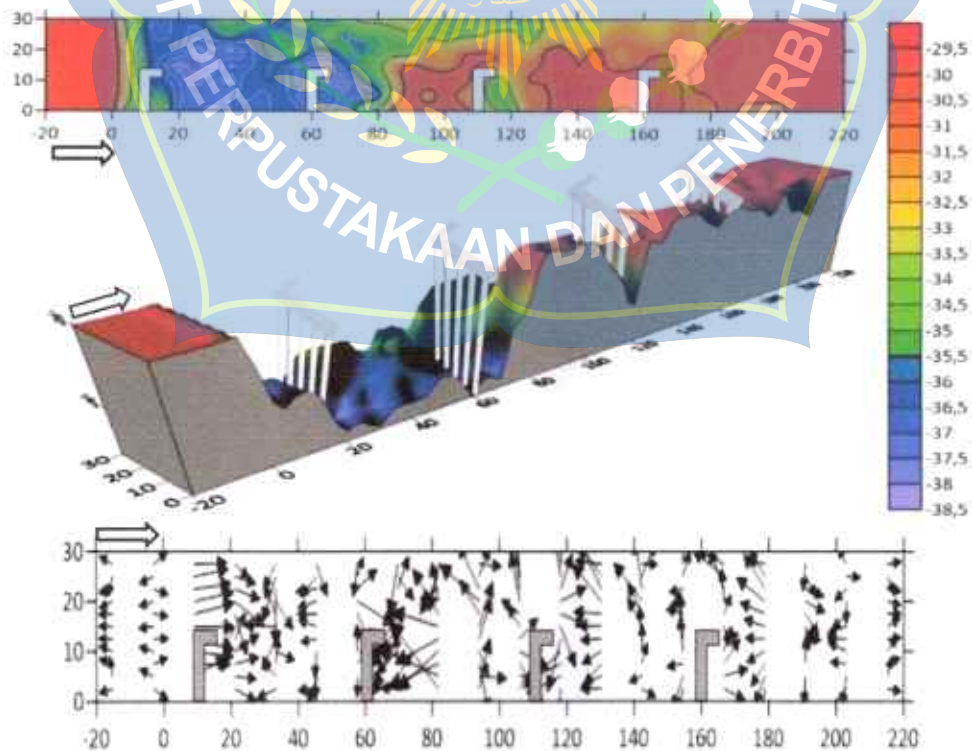


Gambar 43. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 kerapatan 1,5 cm Q1.

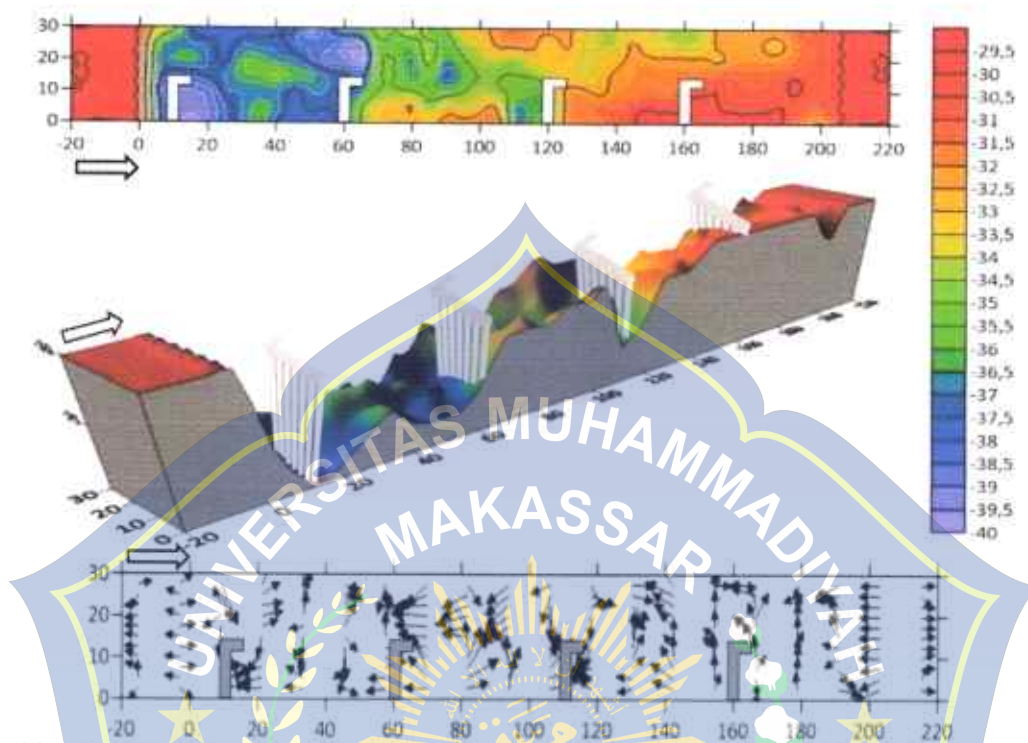
Gambar 44. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 kerapatan 0,5 cm Q1.



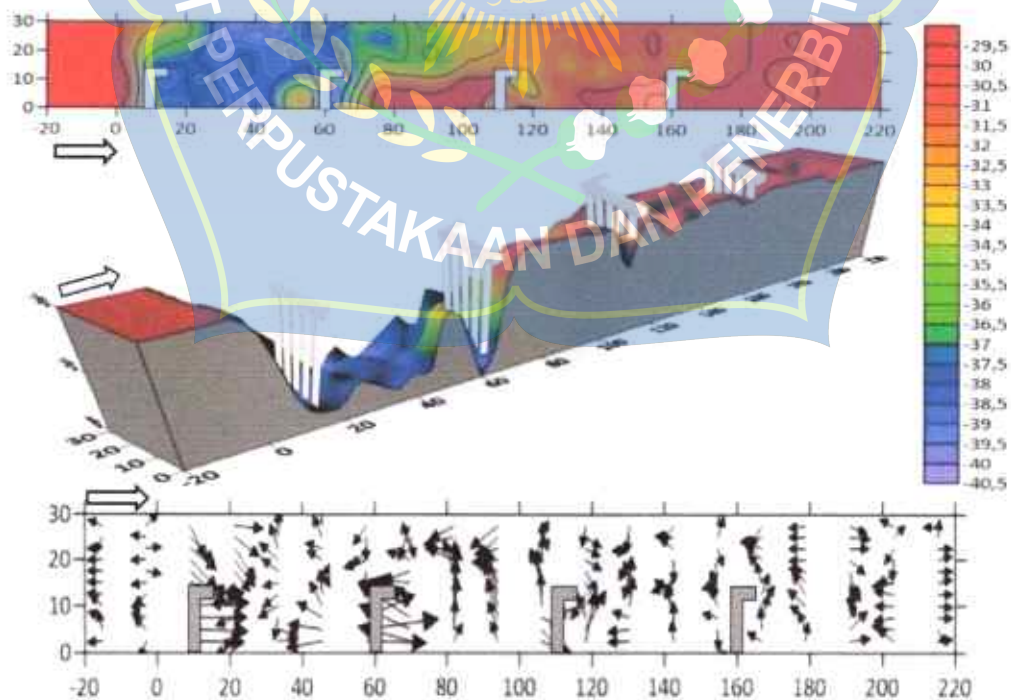
Gambar 45. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 kerapatan 1 cm Q1



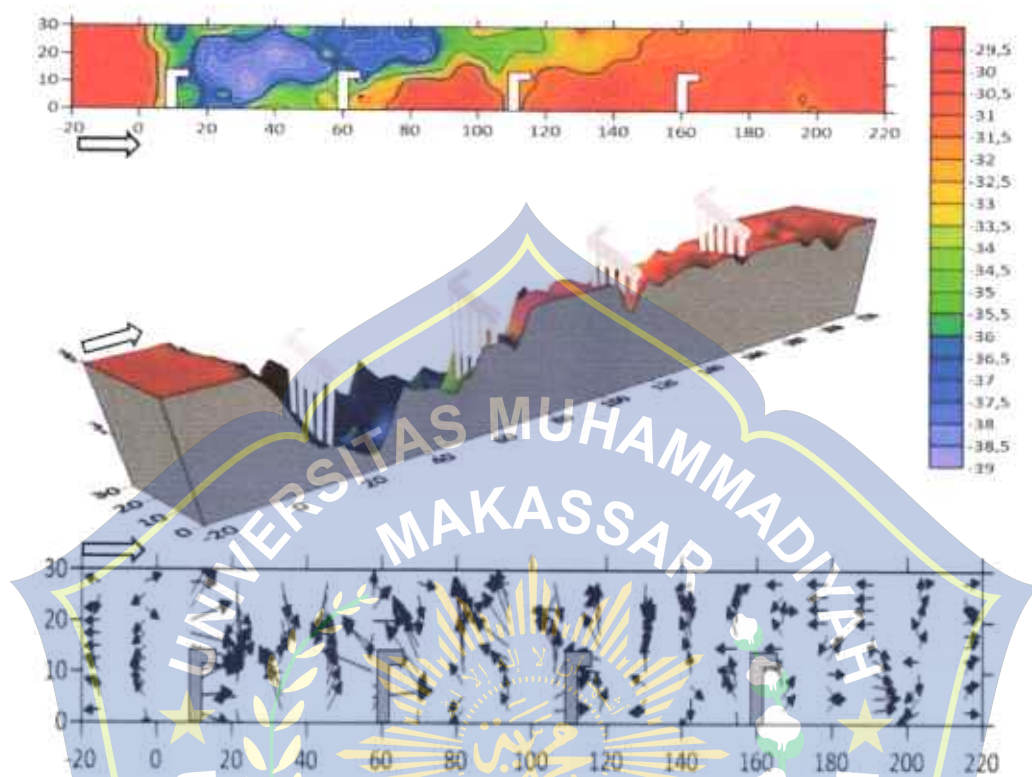
Gambar 46. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 kerapatan 1,5 cm Q1.



Gambar 47. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 kerapatan 0,5 cm Q1.



Gambar 48. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 kerapatan 1 cm Q1.



Gambar 49. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 kerapatan 1,5 cm Q1.

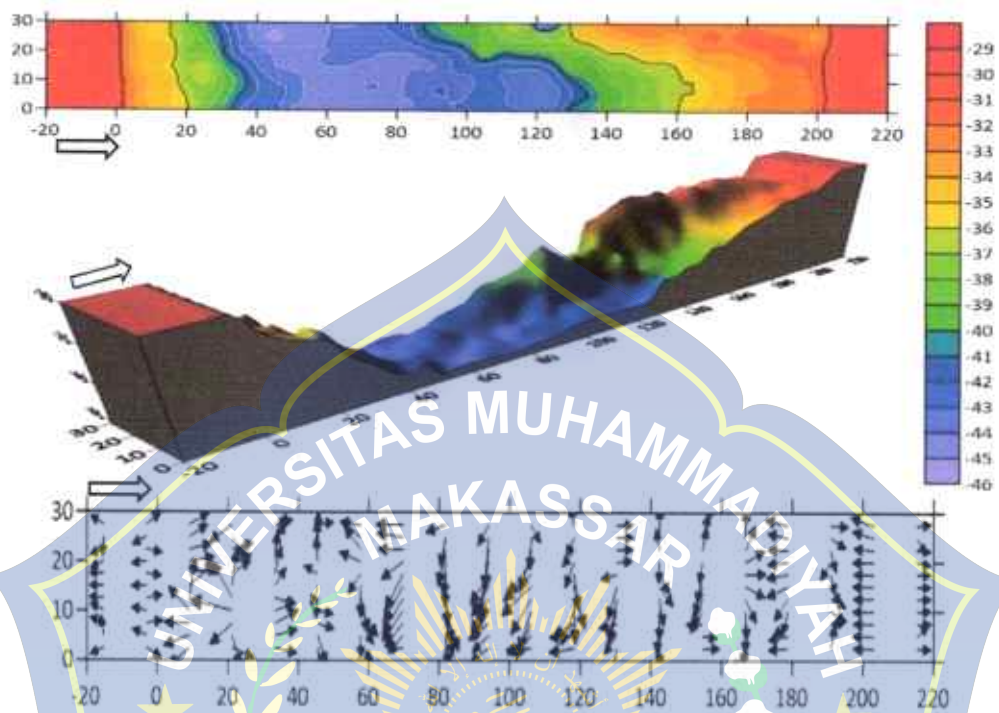
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib pada debit $0,0121 \text{ m/s}$ (Gambar 40) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu $0,036 \text{ m}^3$ dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 0,8 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 41) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,013 \text{ m}^3$, untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 42) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,021 \text{ m}^3$ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 43) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,023 \text{ m}^3$.

Kemudian pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 1,2 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 44) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.015 m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 45) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.023 m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 46) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,021 \text{ m}^3$.

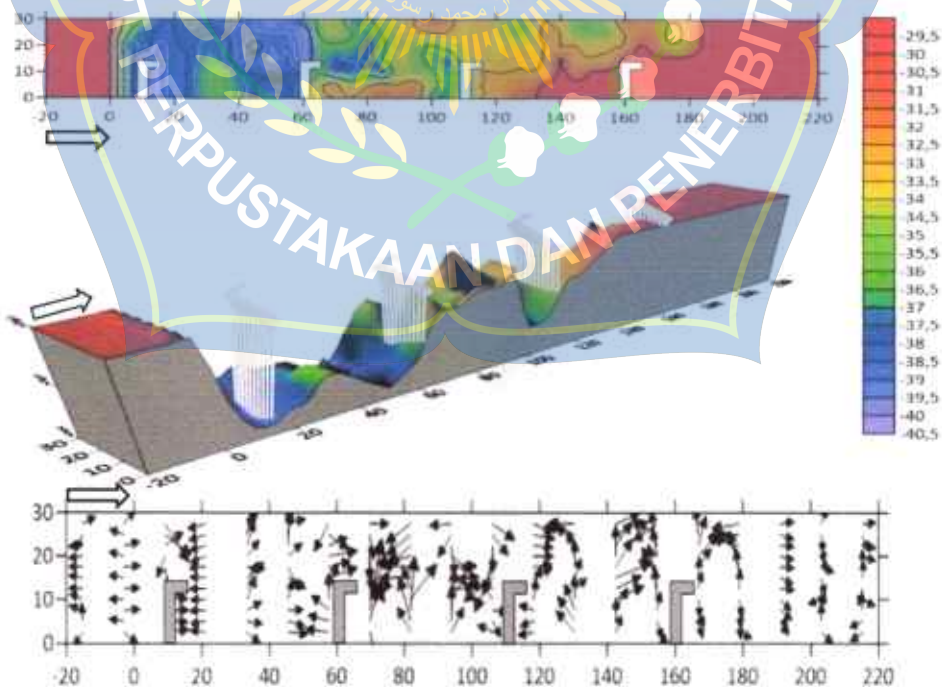
Dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 1,6 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 47) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.016 m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 48) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.022 m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 49) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,024 \text{ m}^3$.

2. Kontur Pola Gerusan Pada Q2

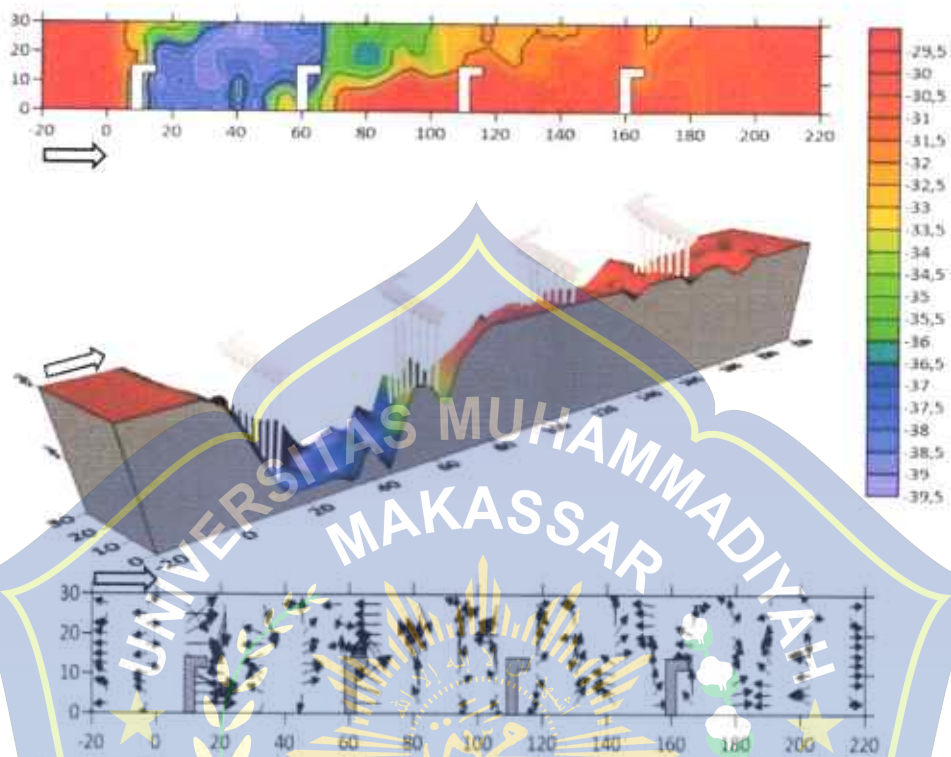
Berdasarkan hasil pengambilan data dapat dilihat perubahan pola gerusan pada dasar saluran tanpa krib dan menggunakan krib dengan pengaliran Q2.



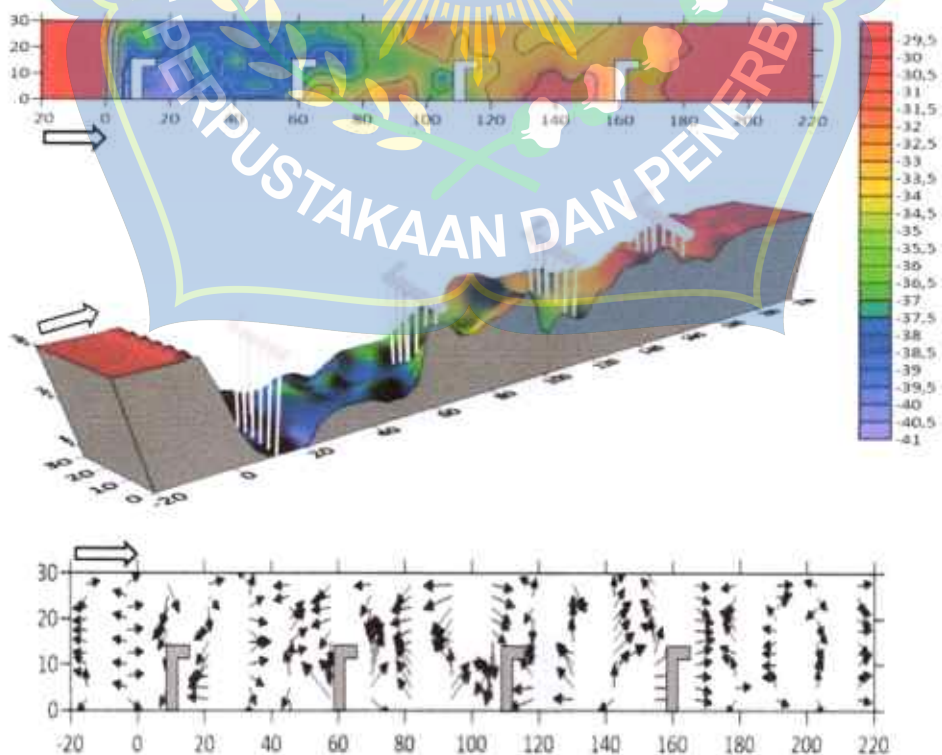
Gambar 50. Kontur saluran pasir tanpa pemasangan krib pada Q2.



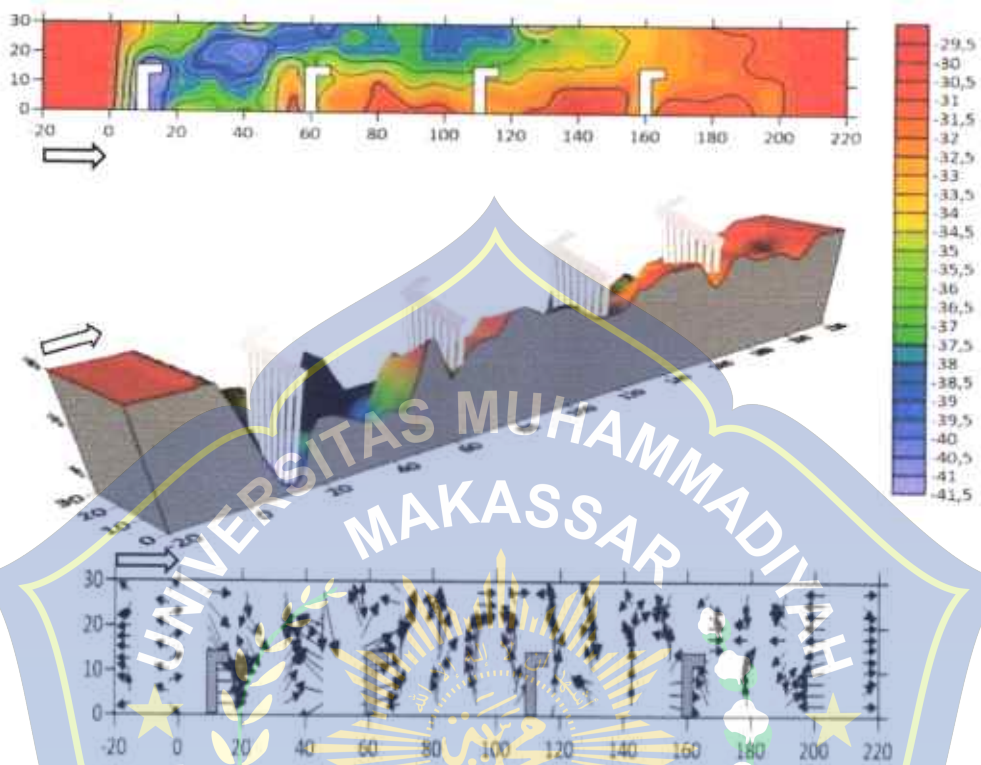
Gambar 51. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 cm kerapatan 0,5 cm Q2.



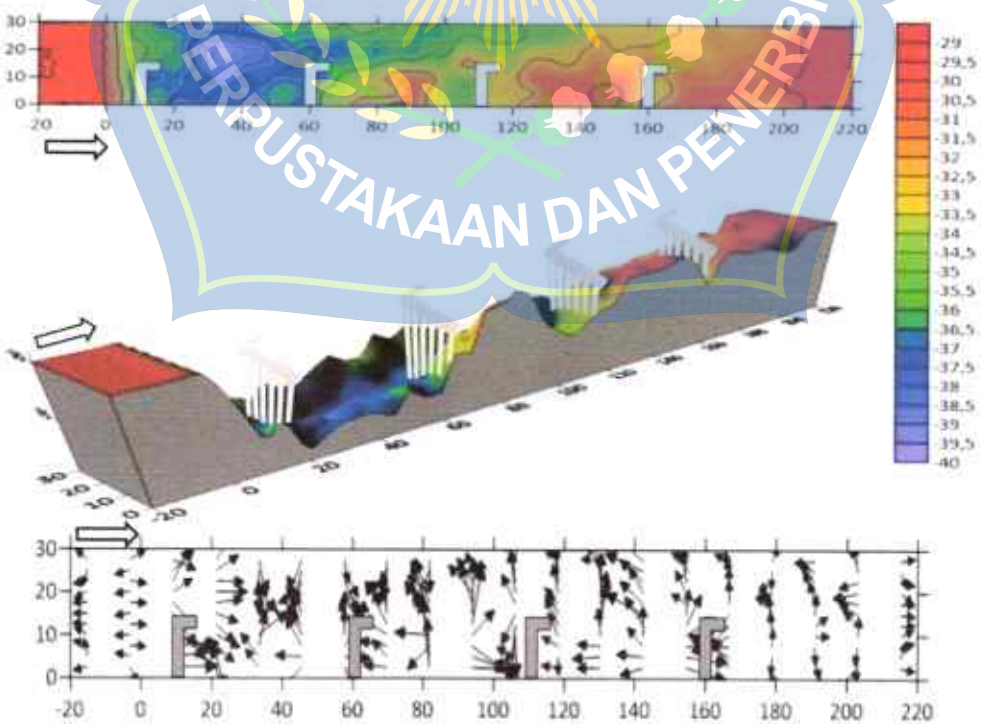
Gambar 52. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 cm kerapatan 1 cm Q2.



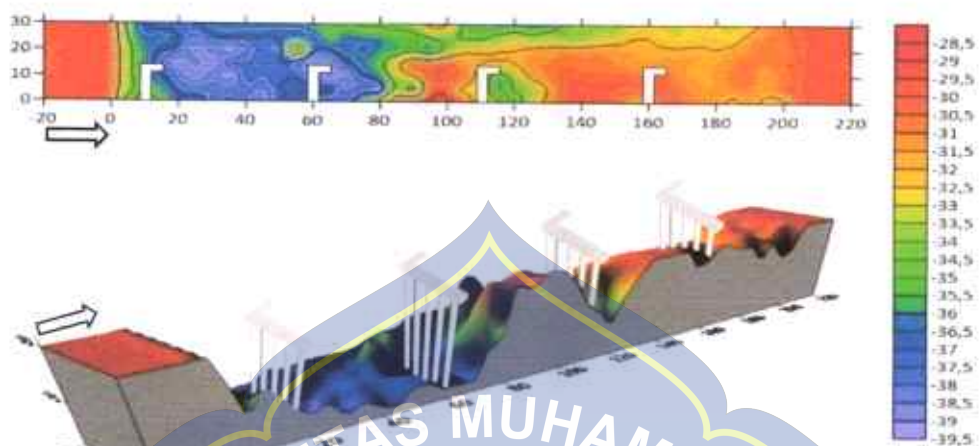
Gambar 53. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 cm kerapatan 1,5 cm Q2.



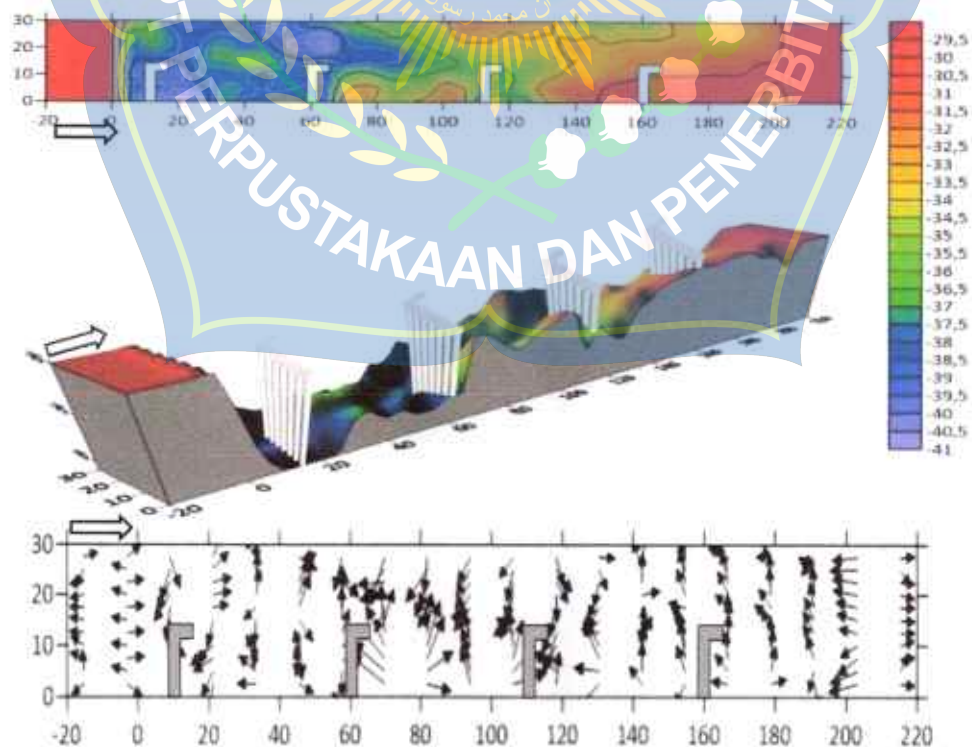
Gambar 54. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 cm kerapatan 0,5 cm Q2.



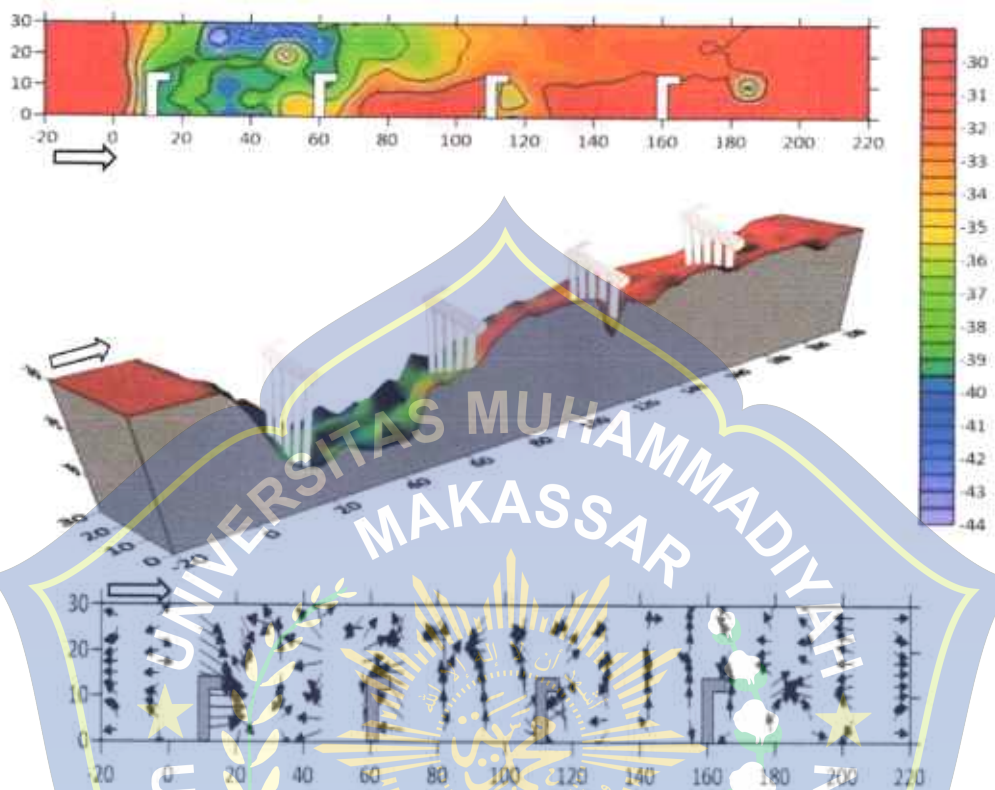
Gambar 55. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 cm kerapatan 1 cm Q2.



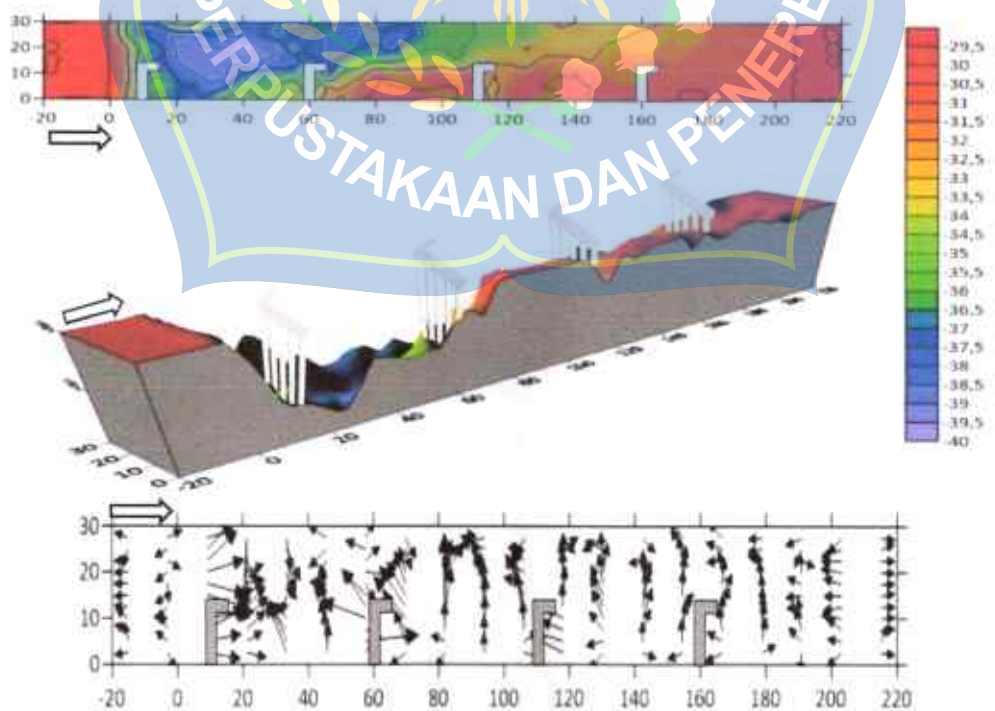
Gambar 56. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 cm kerapatan 1,5 cm Q2.



Gambar 57. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 cm kerapatan 0,5 cm Q2.



Gambar 58. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 cm kerapatan 1 cm Q2.



Gambar 59. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 cm kerapatan 1,5 cm Q2.

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib pada debit 0,0327 m/s (Gambar 50) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu 0.0407 m³, pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 0,8 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 51) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.019 m³, untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 52) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.020 m³ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 53) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.023 m³.

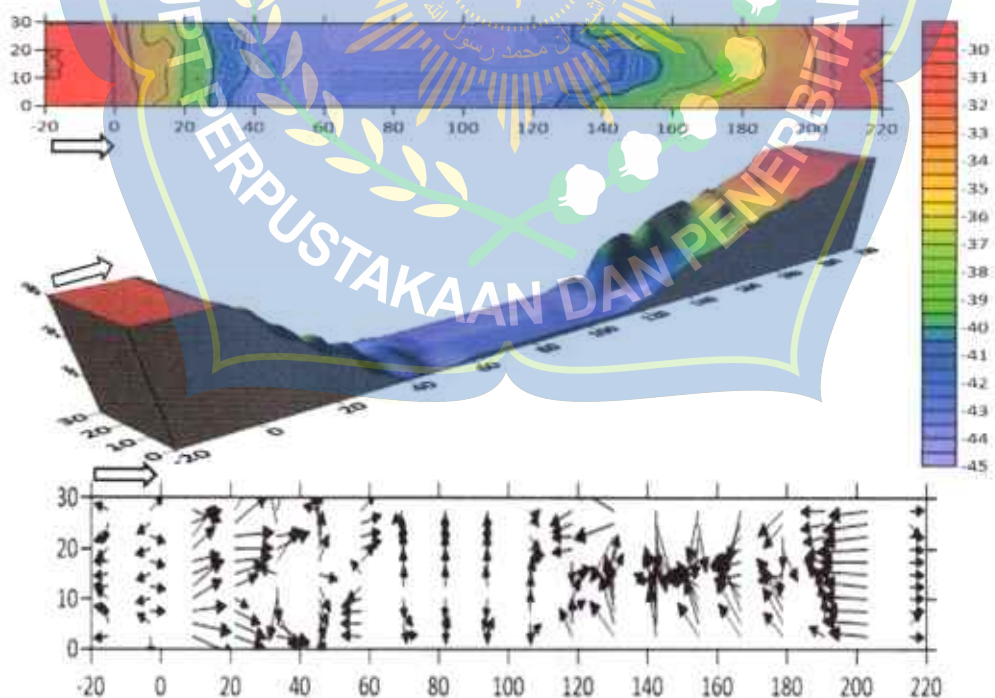
Kemudian pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 1,2 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 54) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.021 m³, untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 55) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.029 m³ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 56) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0,026m³.

Dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 1,6 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 57) kedalaman

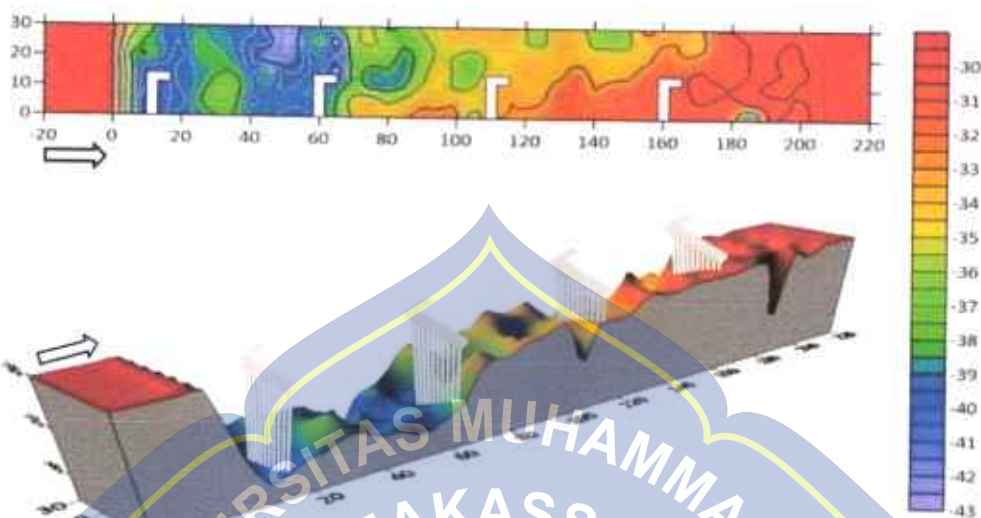
gerusannya berkurang menjadi 0.023 m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 58) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.025 m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 59) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,027\text{m}^3$.

3. Kontur Pola Gerusan Pada Q3

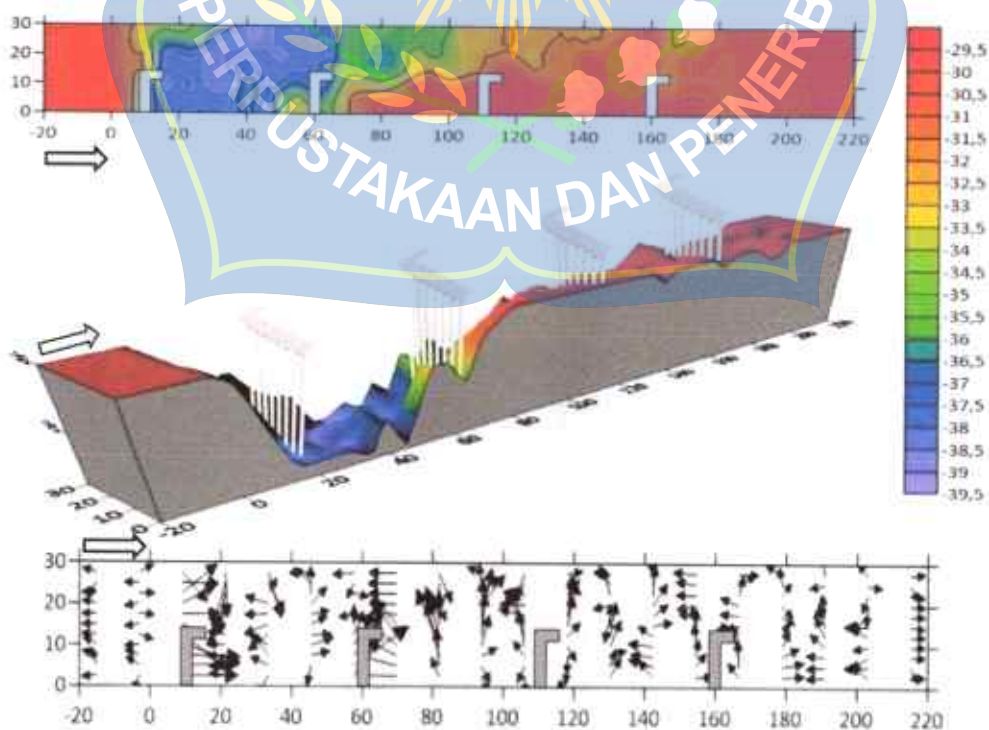
Berdasarkan hasil pengambilan data dapat dilihat perubahan pola gerusan pada dasar saluran tanpa krib dan menggunakan krib dengan pengaliran Q3.



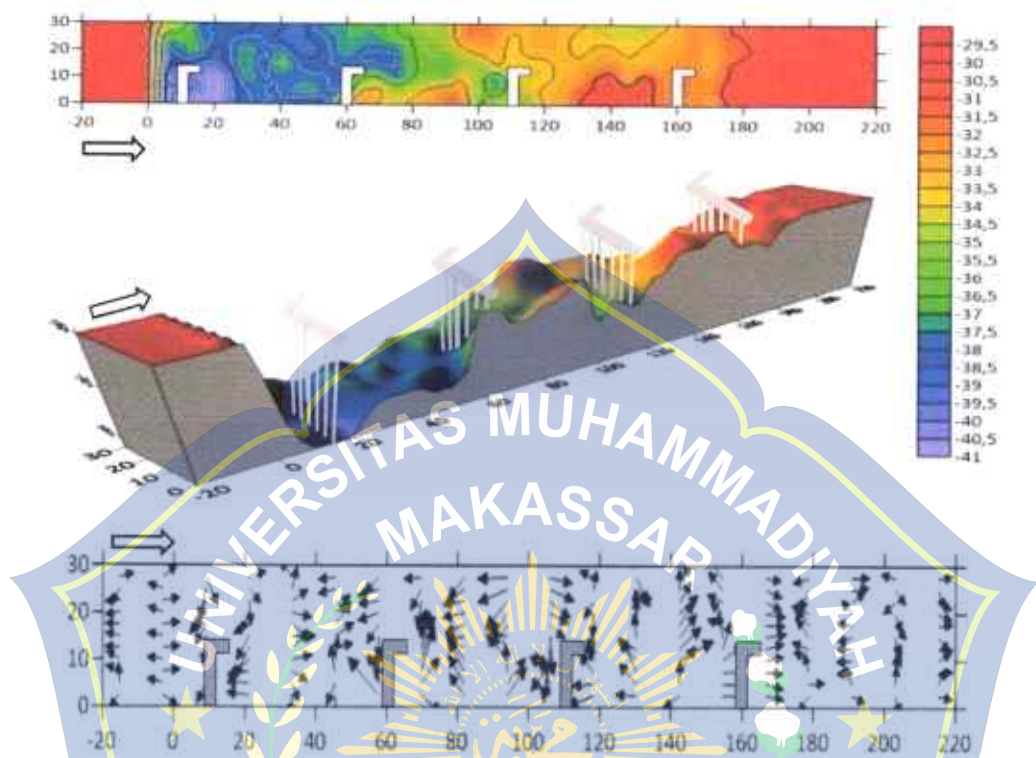
Gambar 60. Kontur saluran pasir tanpa pemasangan krib pada Q3.



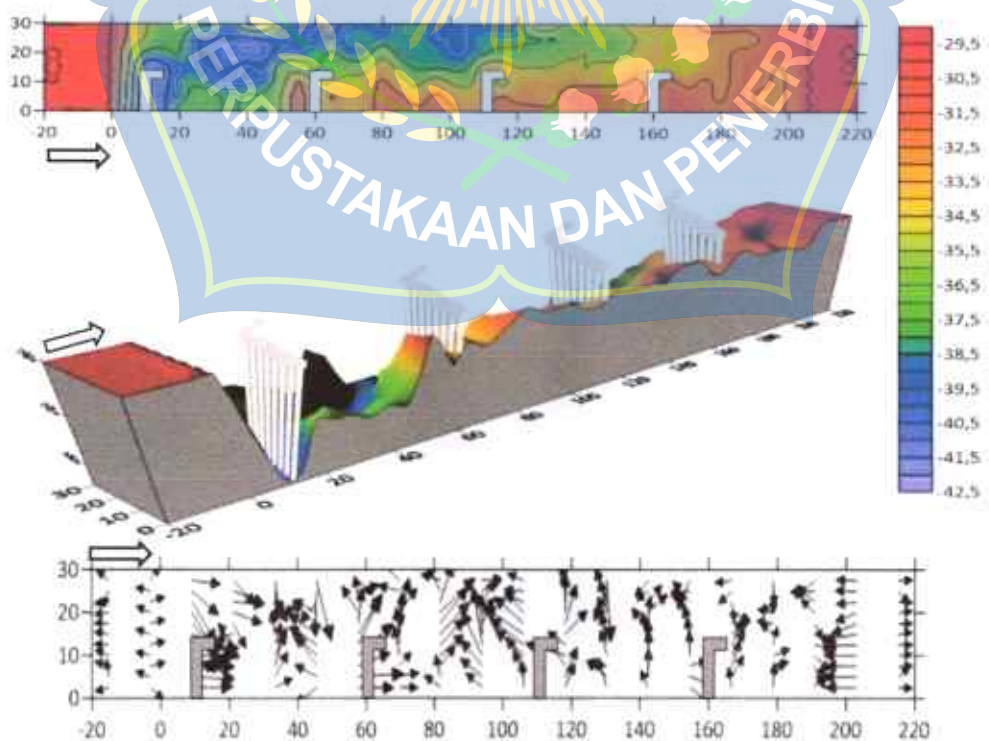
Gambar 61. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 cm kerapatan 0,5 cm Q3.



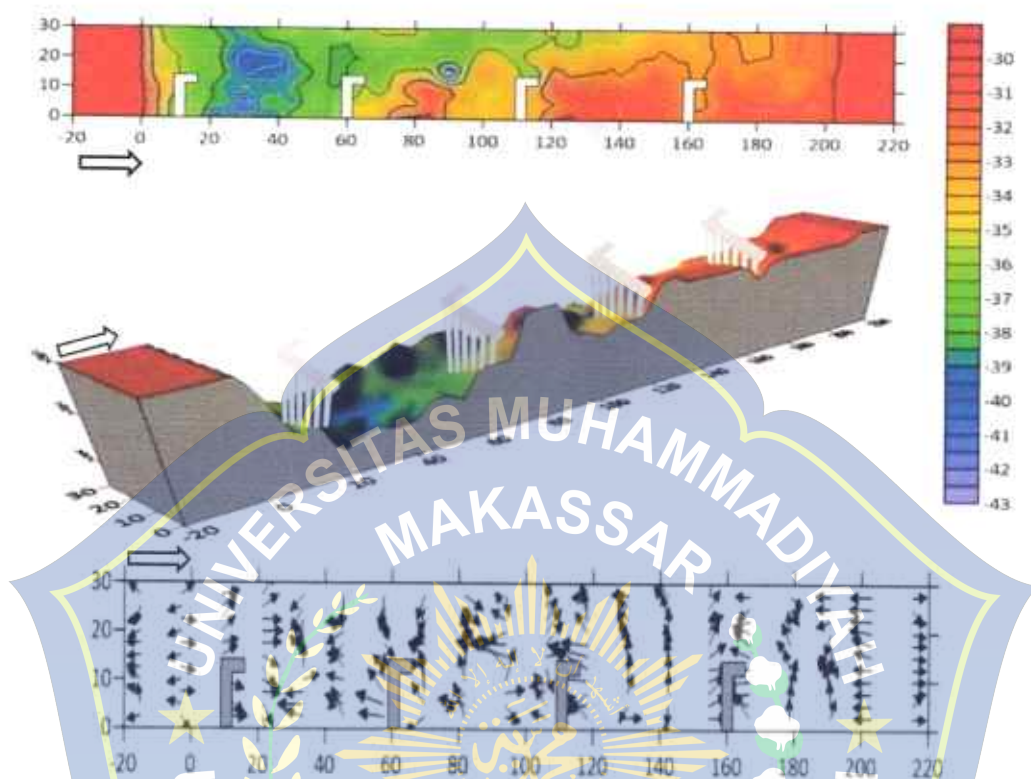
Gambar 62. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 cm kerapatan 1 cm Q3.



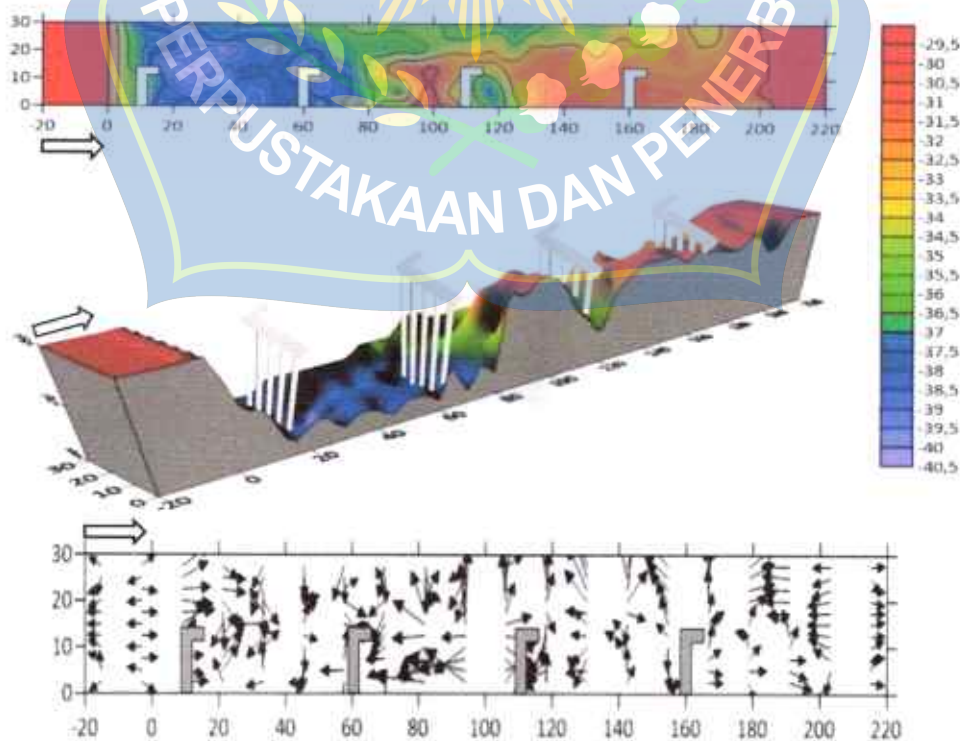
Gambar 63. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 0,8 cm kerapatan 1,5 cm Q3.



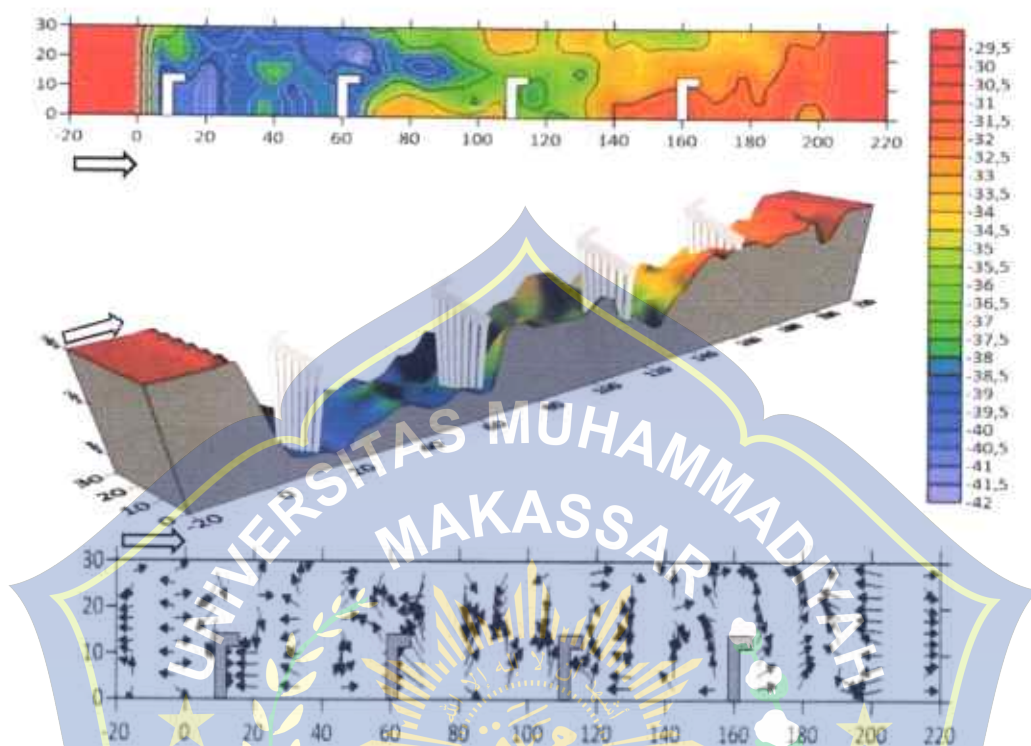
Gambar 64. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 cm kerapatan 0,5 cm Q3.



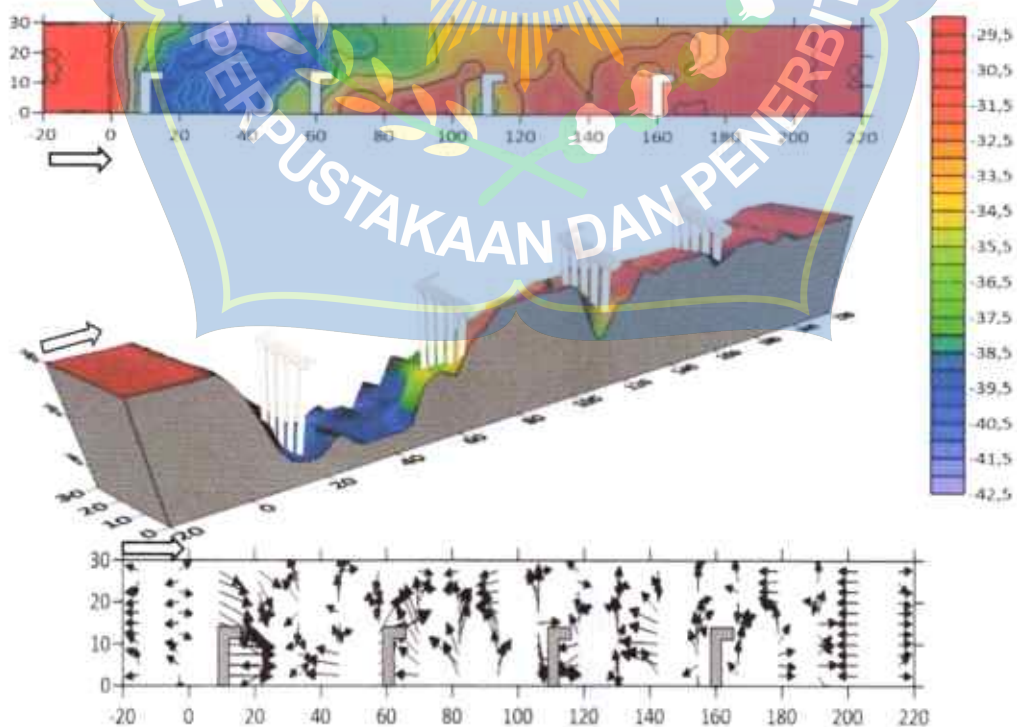
Gambar 65. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 cm kerapatan 1 cm Q3



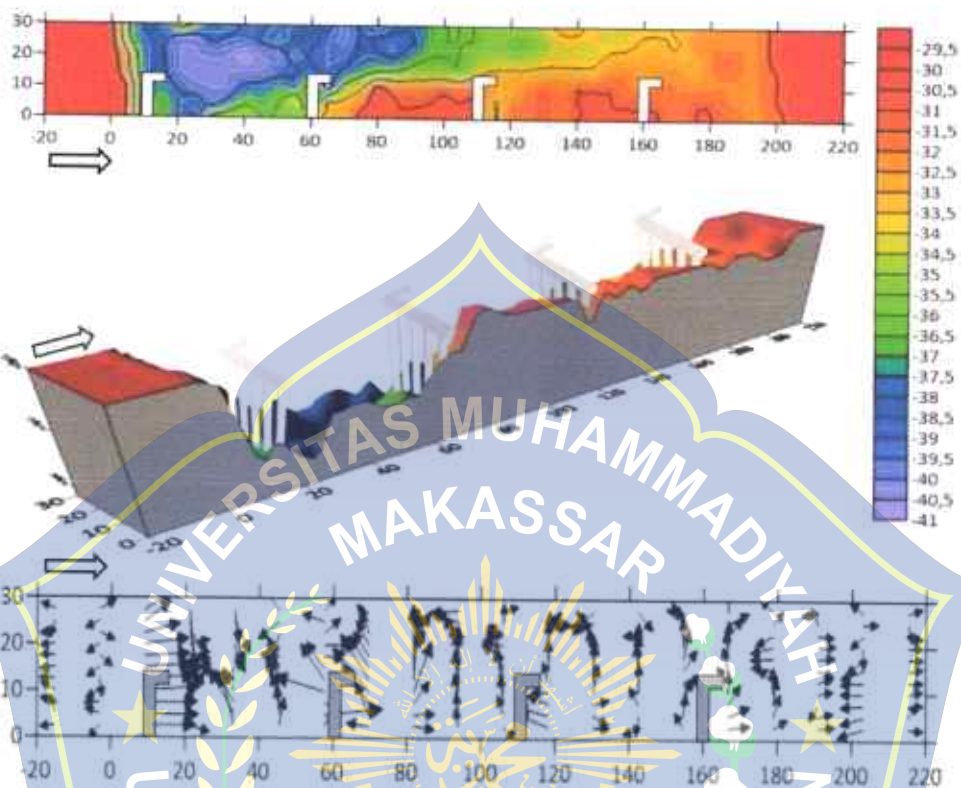
Gambar 66. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,2 cm kerapatan 1,5 cm Q3.



Gambar 67. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 cm kerapatan 0,5 cm Q3.



Gambar 68. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 cm kerapatan 1 cm Q3.



Gambar 69. Kontur saluran pasir dengan pemasangan krib bentuk L type permeabel diameter 1,6 cm kerapatan 1,5 cm Q3.

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat perbandingan antara pola gerusan tanpa krib pada debit $0,0672 \text{ m/s}$ (Gambar 60) dimana nilai gerusan yang terjadi yaitu $0,048 \text{ m}^3$ pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 0,8 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 61) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,028 \text{ m}^3$, untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 62) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,036 \text{ m}^3$ dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 63) kedalaman gerusannya berkurang menjadi $0,024 \text{ m}^3$.

Kemudian pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 1,2 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 64) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.029 m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 65) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.038 m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 66) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.032 m^3 .

Dan pola gerusan dengan pemasangan krib yaitu diameter 1,6 cm dengan kerapatan 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm. Untuk pola gerusan pada pemasangan krib dengan kerapatan 0,5 cm (Gambar 67) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.028 m^3 , untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,0 cm (Gambar 68) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.035 m^3 dan untuk pola gerusan pemasangan krib dengan kerapatan 1,5 cm (Gambar 69) kedalaman gerusannya berkurang menjadi 0.032 m^3 .

G. Pembahasan Pola Gerusan Pada Krib

Proses pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu kontur tanpa alat uji, kontur dengan diameter krib 0,8 cm, 1,2 cm dan 1,6, pengujian dilakukan selama

180 detik. Dan kemudian data kontur diambil menggunakan grid dengan interval 0,05 m. Penggambaran bentuk dasar saluran menggunakan program surfer 15 dengan memasukkan data XYZ.

Pada penelitian ini menggunakan tiga variasi debit dimana nilai $Q1 = 0,0121 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q2 = 0,0327 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan $Q3 = 0,0672 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Saat running kosong tanpa krib angka bilangan *Froude* (Fr) dan *Reynold* (Re) sangatlah tinggi, dengan dipasangnya bangunan krib bentuk T tipe permeabel pada saluran terbukti dapat menurunkan angka bilangan *Froude* (Fr) dan *Reynold* (Re) menjadi lebih kecil, hal ini di sebabkan karena krib bentuk T tipe permeabel berfungsi sebagai peredam *energy* sehingga arus dari hulu yang awalnya deras setelah memasuki daerah krib kecepatannya menjadi berkurang.

Karakteristik aliran yang digunakan ditinjau berdasarkan bilangan *Froude* dan *Reynold* yang diperoleh dari hasil analisis. Kemudian dari data tersebut ditentukan regime aliran yang terjadi. Sebagai contoh, dimana bilangan *Froude* pada penampang saluran tanpa pemasangan krib yang didapatkan adalah sebesar 2,776 (tabel 6), karena bilangan *Froude*-nya lebih besar dari 1 ($Fr > 1$) maka tipe alirannya adalah super kritis, sedangkan angka *Reynold* adalah sebesar 794967 (tabel 7), karena angka *Reynold* pada percobaan tanpa alat uji ini adalah lebih dari 4000 ($Re > 4000$), maka tipe alirannya adalah aliran turbulen. Pada $Q1$ diameter 0,8 cm, kerapatan 0,5

cm di dapatkan karakteristik alirannya adalah Sub-kritis hal ini disebabkan karena angka *Froude*-nya lebih kecil dari 1 ($Fr < 1$).

Selanjutnya hasil perhitungan bilangan *Froude* dan *Reynold* pada tiap-tiap penampang dan alat uji disajikan dalam bentuk tabel. Dan dalam pembahasan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk gambar.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu (Jurnal Bambang Sujadmoko, 2014) mengatakan bahwa pola sedimentasi terjadi akibat adanya perubahan kecepatan terutama perubahan kecepatan yang terjadi diantara dua bangunan krib dimana terjadi penurunan kecepatan dan adanya pusaran air akibat perubahan tersebut. Perubahan kecepatan antara bangunan krib menyebabkan kecepatan untuk mengangkut material/butiran sedimen menjadi lebih kecil daripada kecepatan minimum angkutan butiran, sehingga butiran sedimen tertinggal di lokasi tersebut. Hal tersebut berbanding lurus dengan hasil penelitian ini dimana pada krib bagian depan terjadi gerusan pada pilar krib karena merupakan daerah transisi sehingga arus masih sangat kuat saat menghantam krib, oleh karena itu krib tersebut berfungsi sebagai pengatur arus. Sedangkan pada krib bagian belakang terjadi sedimentasi karena kecepatan aliran yang terjadi saat mendekati krib perlahan mulai berkurang dan terus terjadi pada krib selanjutnya sehingga menyebabkan kecepatan untuk mengangkut sedimen menjadi berkurang daripada kecepatan minimum angkutan butiran.

Pada saat running tanpa menggunakan alat uji, pola aliran mengarah kebagian luar segmen yang dapat mengakibatkan terjadinya gerusan seperti pada gambar 40. Pada saat penempatan alat uji, terjadi perubahan pola aliran yang beralih ke bagian tengah dan kiri secara merata segmen yang diakibatkan oleh jenis krib yang berfungsi untuk mengarahkan aliran ke tengah sehingga tebing pada luar segmen aman terhadap gerusan baik pada Q1, Q2 dan Q3. Hal ini berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya (Jurnal Ahmad Syarif Sukri dan Riswal K, 2018).

Ranga Raju (1986) menjelaskan suatu saluran terbuka yang mempunyai sedimen lepas (*loose sediment*) diatur pada kemiringan tertentu dimana tertentu dimana aliran seragam terjadi pada debit yang berbeda. Sebagai akibatnya, pada debit yang rendah ketika kedalaman dan tegangan geser kecil, partikel sedimen akan berhenti dan aliran itu sama dengan yang ada batasan kukuh. Apabila debit secara berangsur bertambah, suatu tahap dicapai apabila sedikit partikel pada dasar yang bergerak secara terputus-putus. Keadaan ini dapat dinamakan keadaan kritis (*critical condition*) keadaan gerak awal (*incipient motion condition*).

Chabert & Engeldinger (1956) dalam Breuser & Reudkivi (1991), proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran dari bagian hulu ke bagian hilir saluran. Pada kecepatan tinggi, partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar baik ukuran maupun kedalamannya. Bahkan kedalaman

gerusan maksimum akan tercapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritis.

Proses penggerusan memiliki kesamaan antara gerusan tanpa bangunan krib maupun dengan krib yaitu pada menit pertama terjadi gerusan yang cukup besar disekitar krib bagian depan. Setelah aliran menjadi konstan maka gerusan yang ada di sekitar krib bagian depan akan semakin kecil dan perlahan mendekati kestabilan. Gambar kontur diatas menunjukkan bahwa yang dikatakan oleh (Breusers & Reudkivi, 1991) kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transportasi sedimen, baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan.

Pola gerusan pada daerah krib terjadi karena adanya arus dari hulu yang terhalang oleh bangunan krib. Hal ini menyebabkan terjadinya pusaran yang terjadi akibat bangunan yang membentur bagian depan krib sehingga menimbulkan gaya tekan pada bagian depan krib terutama pada kerapatan 0,5 cm. Gaya tersebut menghasilkan aliran bawah (*down flow*) yang mengikis dasar saluran, aliran bawah ini membentuk pusaran sehingga menggerus daerah sekitar krib dan menyebabkan terjadinya gerusan lokal (*local scour*).

Meterial dinding saluran yang digunakan yakni pasangan batu yang memungkinkan pola aliran menjadi menyebar. Pada saat aliran memasuki area pemasangan krib yang memiliki dasar saluran pasir terjadi gerusan yang cukup parah pada jarak 0,1 – 0,6 m, hal ini disebabkan karena pada

jarak tersebut merupakan daerah transisi dari hulu saluran ke tengah saluran sehingga terjadi loncatan air pada daerah tersebut.

Fenomena yang terjadi pada krib dengan kerapatan pilar 0,5 cm perilaku aliran seolah tertahan karena kaki-kaki krib memiliki *space* yang sangat sempit sehingga terjadi pusaran air dan terjadi gerusan di depan krib. Pada kerapatan pilar 0,01 m perilaku aliran pada saat menabrak krib seolah menyembur dan terjadi gerusan lokal pada kaki krib, sedangkan pada kerapatan pilar 1,5 cm memiliki kecepatan lebih tinggi dibanding kedua kerapatan yang lain perilaku aliran leluasa melewati kaki krib karena jaraknya lebih renggang hal tersebutlah yang memicu mengapa volume gerusan (V_g), terbesar terjadi pada kerapatan tersebut.

Gerusan terjadi pada krib bagian depan yang merupakan daerah transisi karena arus pada saat memasuki daerah krib masih sangat deras sehingga krib bagian depan berfungsi sebagai pengatur aliran, sedangkan krib bagian belakang terjadi sedimentasi karena kecepatan aliran berkurang.

Semakin besar debit aliran yang ada maka kedalaman gerusan yang dihasilkan akan semakin besar, keadaan tersebut menandakan bahwa semakin besarnya kecepatan dan tegangan geser pada dasar saluran. Menurut Charbert & Engeldiger (1956) dalam Breusers & Reudkivi (1991), kedalaman gerusan maksimum diperoleh pada kecepatan aliran yang mendekati kecepatan aliran kritis, sedangkan gerusan dimulai pada saat kira-kira setengah kecepatan kritis.

Vector pola gerusan yang diperlihatkan pada gambar 40-69 merupakan suatu proses dimana terbentuknya suatu dasar saluran yang dipengaruhi oleh suatu arah aliran. Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa aliran pada saat memasuki daerah pemasangan krib terkonsentrasi pada ujung krib yang mengakibatkan munculnya pusaran air sehingga mengakibatkan gerusan yang cukup dalam pada daerah tersebut.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

- 1) Pengaruh pemasangan krib Bentuk L tipe Permeabel terhadap karakteristik aliran menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik aliran di beberapa titik pada pemasangan tanpa krib dari super kritis ke sub kritis sedangkan pada bilangan reynold terjadi aliran turbulen.
- 2) Bila diameter dan kerapatan relatif rapat maka pola gerusan cenderung pada ujung krib sebaliknya jika diameter dan kerapatan relatif renggang maka pola gerusannya menjadi divergen atau menyebar. Dan semakin rapat kaki-kaki krib maka *down flow* menjadi kuat sebaliknya jika kerapatan kaki-kaki krib renggang maka *down flow* menjadi berkurang.

B. Saran

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

- 1). Penepatan alat penguji dan pengukur harus tepat agar didapatkan data yang lebih akurat.

- 2). Untuk selanjutnya mengkaji perlindungan gerusan yang terjadi di saluran menggunakan krib permeabel.
- 3). Perlu juga dilanjutkan mengenai pengaruh sedimentasi akibat gerusan dasar saluran.
- 4). Diharapkan penelitian ini menjadi bahan acuan atau pedoman bagi penelitian selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahim A. 2017. Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran pada Model Saluran , Universitas Hasanuddin. Makassar
- Ahmad Syarif S. Dan Riswal K, 2018. Pengaruh Bentuk Krib Tipe Tiang Terhadap Pola Aliran. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Asdak C , 2014. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Penerbit Press Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Breuser, H.N.C., Raudkivi, A.J., 1991, "Scouring", *IHR Hydraulic Structure Design Manual*, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Cahya Y .2012. Kajian Perubahan Pola Gerusan Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit , Universitas Hasanuddin. Makassar
- Choufu L., 2019. Investigation of Flow, Erosion, and Sedimentation Pattern around Varied Groynes under Different Hydraulic and Geometric Conditions: A Numerical Study , Shangjie
- Chow, Ven Te. 1992. Hidrolika Saluran Terbuka, Alih Bahasa EV Nensi Rosalina, Jakarta: Erlangga
- Fadhil A. M ,2018. Pola Gerusan Pada Dasar Sungai Akibat Bangunan Krib. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Halim F., 2013. Analisis Bentuk Dasar (*Bedform*) Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit Dalam Kombinasi seimbang, *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, Vol.3 No.1, Hal. 58-64.
- Hardianto Bambang, dkk. 2014. *Open Channel, Closed Conduit*, dan Tipe – tipe Aliran . Universitas Islam Malang. Malang
- Karmaker T, Dutta S. 2016. Prediction of Short-Term Morphological Change in Large Braided River Using 2D Numerical Model. India
- Kodatie R J, 2009. Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa. Edisi Revisi, Penerbit Andi. Yogyakarta

Kountrouveli I. T cs. 2017. Groyne Spacing Role On The Effective Control Of Wall Shear Stress In Open-Channel Flow. France

Lutjito dkk, 2015. Gerusan di Sekitar Dua Pilar Jembatan dan Upaya Pengendaliannya. Unuversitas Negeri Yogyakarta. DI Yogyakarta.

Mansida A , 2015. Buku Bahan Ajar Teknik Sungai. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar

Mansida A , 2017. Buku Bahan Ajar Morfologi Sungai. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar

Mansida A. dkk, 2019. Studi Eksperiment Pengaruh Aliran Turbulent Pada Saluran Tikungan Akibat Struktur Vegetasi Krib Type Permeabel, Universitas Hasanuddin. Makassar

Marlina H A. 2014. Studi Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol.2 No.3, Hal. 382-388.

Maricar F dkk. 2019. Teknik Penataan Sungai, Universitas Hasanuddin. Makassar

Maryono A. 2009. Eko-Hidraulik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan. Penerbit Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Paresa J , 2015. Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10, 1/5 dan 1/3 Lebar Sungai . *Jurnal Ilmiah Mustek Anim*, Vol.4 No.2, Hal.120-130.

Rahmadani, 2014. Gerusan yang Terjadi di Sekitar Pilar Sungai . Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.

Rahmadani S. 2014. Mekanisme Gerusan Lokal Dengan Variasi Bentuk Pilar. Universitas Sumatra Utara

Rangga, Raju., KG (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.

Raudkivi, A.J. and Ettema, R., 1983, Clear Water Scour at Cylindrical Piers, *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 109 No.3, Am. Soc. Civ. Engrs.

Setyono Ernawan, 2007. Krib Impermeabel sebagai Pelindung pada Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas di Depan Lab. Sipil UMM) , *Jurnal Media Teknik Sipil*, Vol. 5 No.1. Hal.1-9.

Sidharta S K. 1997. Irigasi dan Bangunan Air Penerbit Gunadarma. Jakarta
Sosrodarsono S ,Masateru T, penerjemah, Ir M. Yusuf Gayo, dkk, 2008.Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta

Sugiyono, 2017.Statistika Untuk Penelitian, Cetakan ke-29, Diterbitkan oleh Alfabeta, Bandung

Suharjoko, 2008. Metode Aplikasi Bangunan Krib Sebagai Pelindung terhadap Bahaya Erosi Tebing Sungai, *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 5 No. 1. Hal 9-14

Sujatmoko Bambang, 2014, *Pengaruh Struktur Bangunan Krib Terhadap Sedimentasi dan Erosi Disekitar Krib di Sungai (Jurnal)*. Universitas Riau

Sunaryo dkk, 2010. Pengaruh Pemasangan Krib Saluran di Tikungan 120°, Univrsitas Andalas. Surabaya

Undang-undang Republik Indonesia, 1991.LN 1991/44; TLN No. 3445. Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991. Sungai [http://sda.pu.go.id:8183/panduan/unduh-referensi-peraturan/PP_35_1991 . pdf](http://sda.pu.go.id:8183/panduan/unduh-referensi-peraturan/PP_35_1991.pdf) (diakses tanggal 16-September-2019)

Waryono T . 2008. Bentuk Struktur dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai. Samarinda

Zilliwu Y.,2010. Peranan Konstruksi Perlindungan Tebing dan Dasar Sungai Pada Perbaikan Alur Sungai. Universitas Diponegoro