

SKRIPSI

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMUH MAKASSAR

PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT BANGUNAN KRIB
TIPE PERMEABEL DENGAN SIMULASI KOMPUTASI iRIC
Nays2DH



PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2021

**PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT BANGUNAN KRIB
TIPE PERMEABEL DENGAN SIMULASI KOMPUTASI iRIC-
Nays2DH**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh:

AGUNAWAN
105 81 2428 15

HERDI YUSUF
105 81 2437 15

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

2021

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT BANGUNAN KRIB
TIPE PERMEABEL DENGAN SIMULASI KOMPUTASI iRIC
Nays2DH**

Nama : AGUNAWAN
HERDI YUSUF

No. Stambuk : 105 81 2428 15
105 81 2437 15

Makassar, Agustus 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, MT

Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

NBM : 1183 084

4



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Agunawan** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2428 15 dan **Herdi Yusuf** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2437 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/22201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Senin Tanggal 03 Mei 2021.

Panitia Ujian:

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji:

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

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

3. Anggota: 1. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST, MT, IPM

2. Andi Makbul Syamsun, ST, MT, IPM

3. Mahmuddin, ST, MT, IPM

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, MT

Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

Dekan

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

NBM : 795 108

PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT BANGUNAN KRIB TIPE PERMEABEL DENGAN SIMULASI KOMPUTASI iRIC Nays2DH

¹ Agunawan, agunawanxlia213@gmail.com

² Herdi Yusuf, herdiyusuf25@gmail.com

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan yang bebas cenderung berubah sesuai waktu dan ruang. Alur sungai akan ada yang lurus, berkelok (meander) dan bercabang. Pada kelokan sungai sering terjadi permasalahan yaitu penggerusan, baik penggerusan pada dasar ataupun dinding sungai. Gerusan terjadi di suatu kecepatan aliran tertentu dimana sedimen ditranspor lebih besar dari sedimen yang datang. Bila dasar saluran mudah tergerus akan terjadi lubang gerusan terutama disaat adanya bangunan air. Salah satu bangunan control untuk menyeimbangkan dan melindungi dasar saluran serta tebing sungai adalah pemasangan krib. Pemasangan bangunan krib merupakan salah satu upaya pencegahan atau mengurangi terjadinya gerusan pada saluran. Dalam hal ini dipasang bangunan krib satu sisi pada saluran lurus dimana bangunan krib yang digunakan merupakan tipe bangunan krib permeable. Bangunan krib ini memiliki jarak 80 cm dan memiliki kerapatan 1,2 cm serta diameter krib 1,2 cm. dari hasil penelitian yang dilakukan pemodelan dengan simulasi komputasi iRIC mendapatkan bahwa dengan adanya perubahan pola aliran yang di akibatkan oleh adanya bangunan krib membuat kecepatan aliran yang berubah pula, sehingga kecepatan aliran yang tadinya tinggi bisa di redam atau dikurangi kecepatannya.

Kata Kunci : Dasar Saluran, Pola Aliran, Kecepatan aliran, Bangunan Krib, iRIC.

Abstract

Flow conditions in open channels are complicated by the fact that the position of the free surface tends to change with time and space. There will be a river channel that is straight, meandering and branching. In river bends, problems often occur, namely scouring, both grinding at the bottom or river walls. Scouring occurs at a certain flow velocity where the transported sediment is greater than the incoming sediment. If the bottom of the channel is easily eroded, scouring holes will occur, especially when there is a water structure. One of the control structures to balance and protect the channel bottom and river bank is the installation of cribs. Installation of the crib building is one of the efforts to prevent or reduce the occurrence of scour in the channel. In this case, one side crib building is installed on a straight channel. where the crib building used is a permeable crib building type. This crib building has a distance of 80 cm and has a density of 1.2 cm and a crib diameter of 1.2 cm. from the results of research conducted by modeling with iRIC computational simulations, it was found that with changes in flow patterns caused by the presence of crib buildings, the flow velocity also changed, so that the previously high flow velocity could be damped or reduced flow velocity.

Keywords: Channel Basis, Flow Pattern, Flow Velocity, Krib Building, iRIC.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT BANGUNAN KRIB TIPE PERMEABEL DENGAN SIMULASI KOMPUTASI iRIC Nays2DH”** guna memenuhi sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Sipil Pengairan pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada;

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM. Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Eng. Muhsan Putra Hatta, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak Amrullah Mansida, ST., MT., IPM. Selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staff Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Terkhusus penulis ucapkan terima kasih kepada Kedua orang tua kami tercinta, yang telah mencurahkan seluruh cinta, kasih sayang yang hingga kapan pun penulis takkan bisa membalasnya.
8. Terima kasih juga kepada Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
9. Serta ucapan terima kasih kepada saudara-saudara seperjuangan Teknik 2015.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan baik ini maupun susunannya. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi pada pembaca.

"Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat".

Makassar, Mei 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Hidrolika Saluran.....	6
1. Karakteristik Aliran.....	7
2. Kecepatan Aliran.....	13
3. Debit Aliran.....	15
B. Gerusan Dasar.....	16

1. Factor yang Mempengaruhi Gerusan.....	19
2. Mekanisme Gerusan.....	20
C. Bangunan Krib.....	21
1. Definisi Krib.....	23
2. Klasifikasi Krib.....	24
3. Fungsi Krib.....	25
4. Perencanaan Krib.....	26
D. iRIC : Nays2DH.....	24
1. Solver Nays2DH.....	27
2. Fitur model transportasi sedimen dan model deformasi dasar sungai	28
3.....	
BAB III. METODE PENELITIAN.....	27
A. Metode Pengumpulan Data.....	27
B. Langkah-Langkah Simulasi iRIC : Nays2DH.....	29
C. Bagan Alur Penelitian.....	41
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Kecepatan aliran.....	42
B. Pola Aliran.....	46
C. Perubahan Dasar Saluran.....	47
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Contoh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk saluran	15
Gambar 2. Mekanisme gerusan akibat pola aliran air disekitar pilar	21
Gambar 3. Bagan pengoprasian software iRIC	25
Gambar 4. Model bangunan krib	28
Gambar 5. Model Simulasi	29
Gambar 6. Tampilan awal software iRIC	29
Gambar 7. Tampilan pemilihan solver	30
Gambar 8. Tampilan Pemilihan Metode pembuatan grid	30
Gambar 9. Tampilan menu Channel Shape	31
Gambar 10. Menu Cross Sectional Shape	32
Gambar 11. tampilan Menu Cross Shape Parameter	32
Gambar 12. Tampilan Groups Bed and Channel Shape	33
Gambar 13. tampilan menu Comfirmation	33
Gambar 14. tampilan hasil Grid	33
Gambar 15. tampilan inport obstacle	34

Gambar 16. Tampilan polygon import setting.....	35
Gambar 17. hasil input bangunan krib pada grid hitungan.....	35
Gambar 18. tampilan copy obstacle	35
Gambar 19. tampilan setelah ditambahkan polygon.....	36
Gambar 20. Tampilan setelah ditambahkan angka manning.....	36
Gambar 21. Tampilan Solver Type.....	37
Gambar 22. Menu Boudary Condition.....	37
Gambar 23. Tampilan untuk memasukkan debit.....	38
Gambar 24. Tampilan menu Time.....	38
Gambar 25. Tampilan menu Bed Material.....	39
Gambar 26. Tampilan running iRIC Nays2DH.....	39
Gambar 27. tampilan hasil running.....	40
Gambar 28. Bagan Alur Penelitian.....	41
Gambar 29. Pembagian segmen titik pengamatan.....	42
Gambar 30. Kecepatan aliran (a) dan arah aliran di sekitar bangunan krib (b).....	45
Gambar 31. Hasil pola aliran disekitar bangunan krib	47

Gambar 32. Hasil elevasi gerusan disekitaran bangunan krib.....	48
Gambar 33. Potongan I-I pada depan bangunan krib.....	50
Gambar 34. Elevasi dasar saluran pada potongan I-I	50
Gambar 35. Potongan II-II pada tengah krib	51
Gambar 36. Elevasi dasar saluran pada potongan II-II.....	51
Gambar 37. Potongan III-III pada belakang krib	52
Gambar 38. Elevasi dasar saluran Potongan III-III	52
Gambar 39. Potongan IV-IV pada depan bangunan krib kedua.....	53
Gambar 40. Elevasi dasar saluran potongan IV-IV	53
Gambar 41. Potongan V-V pada tengah krib kedua	54
Gambar 42. Elevasi dasar saluran potongan V-V	54
Gambar 43. Potongan VI-VI pada belakang krib kedua	55
Gambar 44. Elevasi dasar saluran potongan VI-VI	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data kondisi aliran pada simulasi yang akan dijalankan.....	29
Tabel 2. kecepatan aliran dari setiap titik pengamatan setiap bagian.....	43



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan yang bebas cenderung berubah sesuai waktu dan ruang. Alur sungai akan selalu ada alur yang lurus, kelokan (*meander*) dan bercabang. Pada kelokan sungai sering terjadi permasalahan yaitu penggerusan sungai baik penggerusan pada dasar sungai, hal ini dapat mengakibatkan keruntuhan pada dinding sungai sehingga dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur yang ada. (Junaidi, 2014).

Gerusan terjadi di suatu kecepatan aliran tertentu dimana sedimen ditranspor lebih besar dari pada sedimen yang diterima. Bila dasar saluran mudah tergerus akan terjadi lubang gerusan disekitar bangunan. (Nenny, 2014). Salah satu bangunan kontrol untuk menyeimbangkan dan melindungi dasar saluran serta tebing sungai adalah pemasangan krib (Andi Abd.Rahim, 2017).

Peningkatan kecepatan aliran serta kemampuan bangunan Krib dalam mengatur, dan mengubah arah aliran serta memperlambat kecepatan aliran pada daerah bangunan krib, akan mempengaruhi gerusan yang terjadi pada dasar sungai. (Patoni, 2017).

Analisis aliran pada saluran terbuka menuntut ketelitian akibat adanya perubahan karakteristik aliran air. Salah satu contoh adalah adanya bangunan yang di tempatkan pada saluran tersebut yang akan menyebabkan adanya perubahan ketinggian, kecepatan, energy serta pola pada aliran. Pola aliran tersebut akan berpengaruh pada kelancaran aliran dalam saluran.

Salah satu upaya dalam rekayasa saluran adalah menganalisa debit aliran dan pola aliran yang terjadi. Untuk itu diperlukan suatu pemodelan yang dapat mensimulasikan hidrodinamika pada saluran. Model yang diperlukan dapat berupa model fisik dan model numerik. Salah satu model yang dapat diterapkan dalam kasus hidrodinamika adalah model Nays2DH dari iRIC (International River Interface Cooperative) yang merupakan model dua dimensi (2D) yang di kembangkan oleh Yasuyuki Shimizu dari Hokkaido University.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis merasa perlu melakukan penelitian simulasi perubahan dasar saluran dengan menggunakan bantuan aplikasi iRIC Solver Nays2DH dengan judul **"Perubahan Dasar Saluran Akibat Bangunan Krib Tipe Permeabel Dengan Simulasi iRIC Nays2DH"**.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh model bangunan krib tipe permeabel terhadap perubahan pola aliran dengan metode iRIC Nays2DH ?

- 2) Bagaimana pengaruh model bangunan krib tipe permeabel terhadap perubahan dasar saluran dengan metode iRIC Nays2DH ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk mengetahui pengaruh model bangunan krib tipe permeabel terhadap perubahan pola aliran dengan metode iRIC Nays2DH.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh model bangunan krib tipe permeabel terhadap perubahan dasar saluran dengan metode iRIC Nays2DH.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Dapat menjadi referensi terkait perubahan dasar saluran akibat adanya model bangunan krib dengan metode iRIC Nays2DH.
- 2) Dapat memperlihatkan gambaran peran model bangunan krib terhadap perubahan pola aliran yang mempengaruhi dasar saluran dengan metode iRIC Nays2DH.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan krib yang optimal dalam penelitian tentang jarak dan kerapatan bangunan krib tipe permeabel maka

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

- 1) Penelitian ini terpusat pada perubahan dasar saluran akibat adanya bangunan krib tipe permeabel.
- 2) Penelitian ini menggunakan bangunan krib tipe permeabel sebagai faktor pengubah pola aliran.
- 3) Penelitian ini melihat fenomena perubahan pola aliran yang terjadi pada sekitar model krib dengan pengamatan visual.
- 4) Menggunakan saluran lurus persegi sebagai model.
- 5) Simulasi aliran pada saluran menggunakan aplikasi iRIC dengan Solver Nays2DH.
- 6) Menggunakan model krib tipe permeabel.
- 7) Model bangunan krib yaitu krib kayu bulat.

F. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN berisikan penjelasan umum mengenai materi pembahasan yakni latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA dalam bab ini terdapat kajian literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN pada bab ini berisi pemaparan mengenai pengumpulan data, manfaat penelitian, prosedur penelitian, dan analisis penelitian.

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

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



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrolika Saluran

Saluran menurut Ven Te Chow dalam buku terjemahan saluran hidrolika saluran terbuka oleh E.V Nensi Rosalina (1997:17) sungai atau saluran adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran alami (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*).

a. Saluran alami

Saluran alami merupakan saluran yang terbentuk secara alamiah di bumi mengikuti semua alur air mulai dari anak selokan dipengunungan, selokan kecil, kali, sungai kecil, sungai besar sampai ke muara sungai.

b. Saluran buatan

Saluran buatan merupakan saluran yang dibentuk oleh manusia seperti saluran pembangkit listrik, saluran banjir, dan sebagainya.

Menurut Suripin (2018), aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*Free Surface Flow*) atau aliran saluran terbuka (*Open Channel Flow*).

1) Karakteristik Aliran

a. Aliran laminar dan aliran turbulen

Aliran dikatakan laminar apabila partikel-partikel zat cair bergerak teratur dengan membentuk garis lintasan kontinu dan tidak saling berpotongan. Sedangkan pada aliran turbulen partikel-partikel zat cair bergerak tidak teratur dan garis lintasannya saling berpotongan. Faktor yang menentukan kondisi aliran menjadi turbulen dan laminar adalah pengaruh relative antara gaya kekentalan (viskositas) dan gaya inersia. Akibat sifat kental dari fluida, timbul gaya kental/ viskos. Semakin besar gaya viskos makin besar gangguan-gangguan pada aliran fluida sehingga arah kecepatan tidak lagi searah tetapi menjadi acak ke seberang arah. Profil kecepatan laminar mendekati bentuk parabola sedangkan turbulen pada bagian dekat permukaan hampir mendekati garis lurus (Umar Faruk, 2012).

Umumnya aliran terjadi pada saluran terbuka atau sungai adalah aliran turbulen, sehingga fenomena aliran ini menyebabkan perubahan hidrolika sungai, material dasar dan tebing sungai serta angkutan sedimen. Dalam teori Reynold (Re) mengklasifikasi jenis aliran berdasarkan kekentalan zat cair (μ), rapat massa zat cair (ρ), panjang karakteristik atau jari-jari hidrolis (L/R). (Victor L. Streeter dkk, 1998), Bambang Triatmodjo, (2008) dan Suwarno, (1991).

a) Aliran laminar

Apabila aliran mempunyai kecepatan relative rendah atau fluidanya sangat *viscous*, gangguan yang mungkin dialami oleh medan aliran akibat getaran, ketidakraturan permukaan batas dan sebagainya, relatif lebih cepat terendam oleh viskositas fluida tersebut atau aliran fluida tersebut disebut aliran laminar (Umar Faruk, 2012). Pada 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 (Ven Te Chow, 1992 dalam Rosalina Nensi, E.V). Jenis aliran pada saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) adalah aliran laminar dimana kondisi aliran dengan garis-garis aliran mengikuti jalur yang sejajar, sehingga tidak terjadi pencampuran antara bidang-bidang geser didalam fluida.

b) Aliran turbulen

Aliran turbulen terjadi pada aliran-aliran fluida yang bergerak tidak teratur, tidak tenang dan partikel-partikel airnya saling acak (Bambang Triatmodjo, 1993). Gaya kekentalan relative lemah di bandingkan dengan gaya kelebamannya. Pada aliran turbulen, butir-butir aliran air bergerak

menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun tidak tetap, walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan (Ven Te Chow. 1992 dalam Rosalina Nensi. E.V).

Fluida dapat dianggap bergerak dalam bentuk lapisan-lapisan dengan pertukaran molekuler yang hanya terjadi diantara lapisan-lapisan yang terbatas untuk kondisi tersebut. Gangguan yang timbul semakin besar hingga tercapai kondisi peralihan pada kecepatan aliran yang bertambah besar atau efek viskositas yang berkurang. Terlampauinya kondisi peralihan menyebabkan sebagian gangguan tersebut menjadi semakin kuat, dimana partikel bergerak secara fluktuasi atau acak dan terjadi pencampuran gerak partikel antara lapisan-lapisan yang berbatasan (Umar Faruk, 2012).

b. Aliran kritis, subkritis, super kritis (berdasarkan bilangan froude, Fr)

Menurut Bambang Triatmodjo (2008) menguraikan aliran melalui saluran terbuka dapat dibedakan menjadi aliran sub kritis, aliran kritis, dan aliran super kritis. Aliran disebut sub kritis suatu gangguan terjadi di suatu titik pada aliran dapat menjalar kearah hulu dan dipengaruhi oleh kondisi hilir atau aliran dipengaruhi kondisi hilir. Aliran super kritis apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga ganggun yang terjadi tidak menjalar ke hulu. Aliran dapat dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitude kecil. Gelombang gravitasi dapat di

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

Kecepatan gelombang memberikan efek terhadap karakteristik aliran, jika aliran bergerak sangat cepat sehingga kecepatan aliran lebih besar dari kecepatan gelombang ($V > c$), hal ini menyebabkan kondisi apakah aliran subkritis atau super kritis. Karakteristik aliran mendapatkan perlawanan pada aliran sub kritis dibandingkan dengan aliran super kritis. Jika $Fr > 1$, maka disebut super kritis dan $Fr = 1$ disebut aliran kritis, (Bruce R. Munson, 2005). Sedangkan menurut Victor L. Streeter (1988) dijelaskan bahwa dengan angka froude lebih kecil atau sam dengan satu ($Fr < 1$) disebut aliran sub kritis karena kecepatan aliran rendah sehingga gangguan kecil dapat melintas ke hulu dan dengan demikian perubahan kondisi-kondisi hulu disebut aliran tenang. Perubahan kecil pada kondisi hilir tidak mengakibatkan perubahan kondisi hulu, aliran dikendalikan oleh kondisi hulu. Jika aliran dengan kecepatan tetap sama dengan kecepatan gelombang elementer disebut aliran kritis. Dan aliran yang dikendalikan oleh kondisi hilir. Aliran terjadi pada kecepatan tinggi dengan demikian gangguan kecil, seperti gelombang elementer, hanyut ke hilir. Maka disebut aliran super kritis atau ($Fr > 1$).

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

(1) Aliran kritis

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

(2) Aliran sub kritis

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

(3) Aliran super kritis

Apabila $Fr > 1$, berarti gaya kelembaban yang dominan dan aliran menjadi superkritis.

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

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (2)$$

Dimana:

Fr = Angka Froude

v = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Gaya gravitasi (m/det)

Aliran pada saluran terbuka mengalami perlawanan yang sangat kompleks karena dipengaruhi oleh banyak variable, dimana tergantung antara satu dengan lainnya dan intraksinya tidak dapat diketahui dengan baik.

Kesulitan lainnya, terutama pada kondisi lokasinya adalah bagaimana menentukan variable-variabel yang mempengaruhi aliran dan sebaliknya variable-variabel yang mana dihasilkan oleh aliran.

Nilai n dikenal dengan nama koefisien kekasaran Manning, di mana dipengaruhi (Haryono, 2013) :

- a) Kekasaran permukaan;
- b) Tetumbuhan;
- c) Ketidak teraturan saluran;
- d) Trase saluran;
- e) Pengendapan dan penggerusan;
- f) Hambatan;
- g) Ukuran dan bentuk saluran;
- h) Tarif air dan debit.

Untuk penentuan nilai n yang wajar diperlukan:

1. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi nilai n ;
2. Mencocokkan tabel dari nilai-nilai n untuk berbagai tipe saluran;
3. Memeriksa dan memahami sifat beberapa saluran yang koefisien kekasarannya telah diketahui;
4. Menentukan n dengan cara analitis berdasarkan distribusi kecepatan teoritis pada penampang saluran dan data pengukuran kekasaran.

Sehingga angka kekasaran dapat dinyatakan seperti persamaan berikut (Gilley et al.1991 dalam Haryono, 2013):

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (7)$$

dimana:

V = kecepatan rata-rata (m/detik)

R = jari-jari hidrolis = A/P (m)

S = kemiringan (%)

n = faktor kekasaran

A = luas basah potongan melintang (m^2)

P = penampang basah saluran (m)

2) Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran sungai merupakan komponen aliran yang sangat penting. Hal ini disebabkan oleh pengukuran debit sungai secara langsung disuatu penampang sungai tidak dapat dilakukan (paling tidak dengan cara konvensional). Kecepatan aliran diukur dalam dimensi satuan panjang setiap satuan waktu, umumnya dinyatakan dalam m/dtk (Harto, 1993 dalam Indreswari Nur Kumalawati, 2012).

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

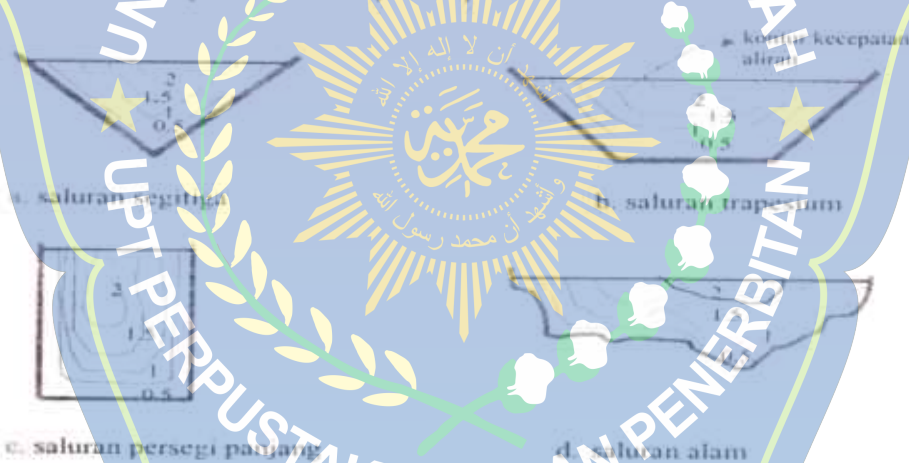
suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Addison, 1944; Chow, 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009). Selanjutnya Chow mengatakan bahwa kecepatan maksimum umumnya terjadi pada jarak 0,05 sampai 0,25 dikalikan kedalaman airnya dihitung dari permukaan air seperti pada gambar (a). namun pada sungai yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maksimumnya makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi distribusi kecepatan seperti ditunjukkan pada gambar (b). (Addison, 1994 dalam Robert. J Kodatie, 2009).

Kecepatan yang diperoleh adalah kecepatan permukaan sungai, bukan kecepatan rata-rata penampang sungai. Untuk memperoleh kecepatan rata-rata penampang sungai, nilai tersebut harus dikalikan dengan factor koreksi C, besar C ini berkisar antara 0.85-0.95. Hal lain yang harus diperhatikan adalah bahwa pengukuran dengan cara ini tidak boleh dilakukan hanya satu kali, karena distribusi kecepatan aliran permukaan tidak merata. Oleh sebab itu dianjurkan paling tidak dilakukan tiga kali yaitu bagian sepertiga kiri, tengah, dan sepertiga kanan sungai.

Dalam aliran melalui saluran terbuka, distribusi kecepatan tergantung pada banyak factor, seperti bentuk saluran, kekasaran dinding dan juga debit aliran. Distribusi kecepatan tidak merata disetiap titik pada tampang lintang. Distribusi kecepatan pada vertical dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran pada berbagai kedalaman. Semakin banyak titik pengukuran

akan memberikan hasil semakin baik. Biasanya pengukuran kecepatan dilapangan dilakukan dengan menggunakan *current meter*.

Untuk keperluan praktis dan ekonomis, dimana sering diperlukan kecepatan rerata pada vertical, pengukuran kecepatan dilakukan hanya pada satu atau dua titik tertentu. Kecepatan rerata dapat diukur pada 0,6 kali kedalaman dari muka air, atau harga rerata dari kecepatan pada 0,2 dan 0,8 kali kedalaman. Ketentuan ini hanya berdasarkan hasil pengamatan dilapangan dan tidak ada penjelasan secara teoritis. Besar kecepatan rerata ini bervariasi antara 0,8 dan 0,95 kecepatan di permukaan dan biasanya di ambil sekitar 0,85 (Ahmad Zikri, 2016).



Gambar 1. Contoh distribusi kecepatan aliran untuk beberapa macam bentuk saluran. (Chow, 1959 dalam Robert. J Kodatie, 2009)

3) Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam system

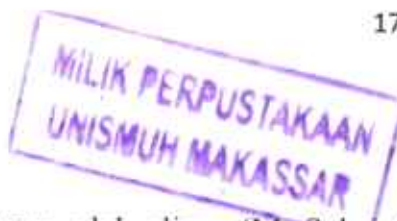
satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dtk) (Chay Asdak, 2014). Sumber air terbesar berasal dari curah hujan, di bagian hulu umumnya curah hujannya lebih tinggi, di banding di daerah tengah dan hilir. Sumber lainnya berasal dari aliran bawah tanah, yang di bedakan menjadi air sub surface runoff, mata air dan air bawah tanah (base flow) (Tarsoen Waryono, 2014).

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

- 1) Pengukuran volume air sungai
- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan
- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*)

B. Gerusan Dasar

Gerusan adalah fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran pada dasar dan tebing saluran alluvial atau proses menurunnya atau proses semakin dalamnya dasar sungai dibawah elevasi permukaan alami (datum) karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Hoffmans and Verheij, 1997 dalam Rahmadani, 2014). Erosi atau penggerusan terjadi akibat adanya turbulensi tambahan yang disebabkan oleh terganggunya aliran maupun arahnya. Akibatnya terjadi material dasar atau



tebing saluran yang hanyut atau bergerak terbawa oleh aliran (M. Sahriat Tanjung, 2016).

Proses penggerusan dan transportasi sedimen merupakan suatu fenomena alam yang ada dan terjadi pada aliran sungai. Proses penggerusan terjadi secara alamiah sebagai bagian dari morfologi sungai, berupa tikungan atau penyempitan aliran, dan dapat terjadi pula akibat adanya bangunan sungai (man-made structures) yang menghalangi aliran, berupa krib, pilar, abutment jembatan dan sebagainya. Keberadaan bangunan sungai tersebut dipandang dapat mengubah geometri alur serta pola aliran sungai (Didik Purwanto, 2015). Menurut Raudviki dan Ettema (1982) dalam Lutjito 2015 tipe gerusan dikelompokkan menjadi:

1. Gerusan umum (*general scour*) di alur sungai.
2. Gerusan di lokalisir (*general scour*) di alur sungai.
3. Gerusan lokal (*local scour*) disebabkan oleh pola aliran lokal.

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).

Fenomena tersebut dapat menyebabkan erosi dan degradasi di sekitar bukaan jalan air (water way opening) jembatan. Degradasi ini berlangsung

terus menerus hingga tercapainya keseimbangan antara suplai dengan angkutan sedimen yang saling memperbaiki. Gerusan dapat terjadi dalam dua kondisi, yaitu kondisi tanpa angkutan sedimen (*clear water scour*) dan kondisi dengan angkutan sedimen (*live-bed scour*). Clear-water scour terjadi jika tidak ada gerakan material dasar, atau secara teoritik menunjukkan bahwa tegangan geser dasar (T^0) lebih kecil atau sama dengan tegangan geser dasar kritis (T_c). Live-bed scour terjadi disertai dengan adanya angkutan sedimen dari material dasar, akibat aliran dalam saluran yang menyebabkan material dasar bergerak (Didik Purwanto, 2015).

Menurut Laurser (1952) menjelaskan bahwa fenomena gerusan mempunyai sifat alami yaitu :

- 1) Besar gerusan akan sama selisihnya antara jumlah material yang di transport keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang ditranspor masuk ke dalam daerah gerusan.
- 2) Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah di daerah gerusan bertambah (karena erosi).
- 3) Untuk kondisi aliran akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas, besarnya akan asimtotik terhadap waktu.

Factor variable-variabel yang berpengaruh pada gerusan local, seperti : gaya gravitasi (g), kerapatan fluida (ρ_w), kecepatan aliran (U), kekentalan (μ), kedalaman aliran (h), material dasar sungai (diameter butiran sedimen,

d_z), kerapatan massa (ρ_s), distribusi butiran, jenis butiran, factor genetik pilar (tebal pilar, diameter(d_k), panjang krib (L), bentuk krib, sudut arah krib (α), jenis antar krib (λ). Variable yang berpengaruh cukup banyak, sehingga variable dominan yang menjadi bahan uji dengan kedalaman gerusan (d_s) merupakan fungsi $d_s = f \rho_s, \mu, U, d_z, h, L, d_k, \rho_w, \alpha$.

1. Faktor Yang Mempengaruhi Gerusan

a) Kecepatan aliran

Menurut Laursen (1952, dalam Garden dan Raju, 1977), gerusan terjadi pada suatu kecepatan aliran tertentu dimana sedimen yang di transport lebih besar dari sedimen yang di suplai. Dalam ilmu teknik sungai yang penting adalah pengaruh pengaliran yang dapat berakibat buruk karena dibangunnya suatu bangunan silangan pada sungai berupa penempatan beberapa pilar dan cara menanggulangnya. Akibat buruk tersebut terutama terjadinya penggusuran (scouring) dikeliling pilar. Oleh karena itu bahaya penggusuran bagi terancamnya tiang harus di perhitungkan.

Kedalaman gerusan lokal maksimum rata-rata disekitar pilar sangat tergantung pada nilai relative kecepatan alur sungai (perbandingan antara kecepatan rerata aliran dan kecepatan geser), nilai diameter butiran dasar (butiran seragam/tidak seragam) dan diameter pilar. Sehingga gerusan lokal maksimum rerata tersebut merupakan gerusan lokal maksimum dalam kondisi setimbang (Amrullah, 2019).

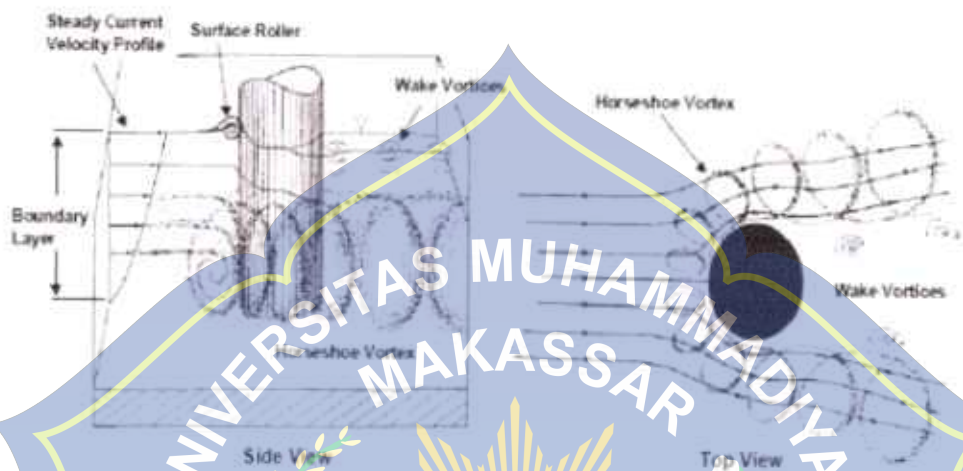
b) Gradasi Sedimen

Gradasi sedimen merupakan salah satu factor yang mempengaruhi kedalaman dan luas gerusan pada kondisi air bersih (clean water scour). Kedalaman gerusan (d_s/d_k) tak berdimensi sebagai fungsi dari karakteristik gradasi sedimen material dasar (σ/d_{50}). Dimana σ adalah standar deviasi untuk ukuran butiran dan d_{50} adalah ukuran partikel butiran rerata nilai kritikal dari σ/d_{50} untuk melindunginya hanya dapat dicapai dengan bidang dasar, tetapi tidak dengan lubang gerusan dimana kekuatan lokal pada butirannya tinggi yang disebabkan, meningkatnya aliran turbulen (pusaran air) (Amrullah, 2019).

2. Mekanisme Gerusan

Menurut miller (2003) dalam Wibowo (2007), jika struktur ditempatkan pada suatu arus air, aliran air disekitar struktur tersebut akan berubah, dan gradien kecepatan vertical (*vertical velocity gradient*) dari aliran akan berubah menjadi gradien tekanan (*pressure gradient*) pada ujung permukaan struktur tersebut. Gradien tekanan (*pressure gradient*) ini merupakan hasil dari aliran bawah yang membentur bed. Pada dasar struktur, aliran bawah ini membentuk pusaran yang pada akhirnya menyapu sekeliling dan bagian bawah struktur dengan memenuhi seluruh aliran. Hal ini dinamakan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*), karena dilihat dari atas bentuk pusaran ini mirip tapal kuda.

Pada permukaan air, interaksi aliran dan struktur membentuk busur ombak (*bow wave*) yang disebut sebagai gulungan permukaan (*surface roller*). Pada saat terjadi pemisahan aliran pada struktur bagian dalam mengalami wake vortices.



Gambar 2. Mekanisme gerusan akibat pola aliran air disekitar pilar (sumber: miller, 2003)

C. Bangunan Krib

1. Defenisi Krib

Istilah krib (*groynes*, *spur*, atau *tanggul tangkis*) berasal dari Bahasa belanda yang didefinisikan sebagai konstruksi tanggul yang dibangun tegak lurus tepian sungai, menjolok kearah tengah, dengan kegunaan secara spesifik adalah mengubah atau membelokkan arah aliran dan mengubah pola dan sifat aliran untuk suatu tujuan tertentu (Ahmad Syarif Sukri dan Riswal K, 2018). Dengan pemasangan krib pada sungai maka akan terjadi suatu

perubahan pola aliran, begitu pula dengan jarak pemasangan antar krib tentu akan berpengaruh pada karakteristik aliran suatu sungai (Farouk Maricar dkk, 2017).

Tujuan utama dalam pemasangan krib adalah sebagai pengatur arah arus, mengurangi kecepatan arus sepanjang tebing, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul dan tebing terhadap gerusan dan mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai dibelokan. Pemasangan krib dapat mengalirkan 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 di perkirakan akan terjadi dan mempengaruhi kestabilannya (Sosrodarsono Suyono, 2008).

2. Klasifikasi Krib

Pemilihan jenis krib harus mempertimbangkan data dan informasi tentang tujuan dibuatnya suatu krib, yang dapat meliputi : fungsi krib merupakan suatu pelindung tebing tidak langsung, yang bertujuan secara aktif mengatur arus sungai dan mempunyai efek positif yang berfungsi untuk memperbaiki alinyemen sungai. Dalam pemilihan jenis krib, dapat dibedakan berdasarkan beberapa hal, yang meliputi (Riswal K, 2018) :

1. Berdasarkan bahan pembuatannya, material krib dapat dibagi menjadi:
 - a. Krib beton bertulang

- b. Krib pasangan batu
 - c. Krib bronjong, dan
 - d. Krib kayu
2. Berdasarkan sifat hidrolisnya, krib dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu :
- a. Krib permeabel
 - b. Krib impermeable
 - c. Krib semi-permeabel
3. Fungsi Krib

Krib banyak digunakan di sungai/disaluran 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 pelindung tebing sungai secara tidak langsung dari gerusan lokal atau bahaya gejala meander. Misalnya pada tebing sungai yang dekat daerah potensial, pada kelokan sungai.
- 2) Krib sebagai pengatur/ pengarah arus sungai sesuai dengan tujuannya misal pada bagian atas bangunan pengambil terjadi perubahan arah arus.
- 3) Krib sebagai perbaikan alinyemen sungai untuk keperluan tertentu. Krib di pasang pada kiri kanan tebing sungai untuk mempertahankan lebar dan kedalaman sungai yang di pakai untuk navigasi.

4. Perencanaan Krib

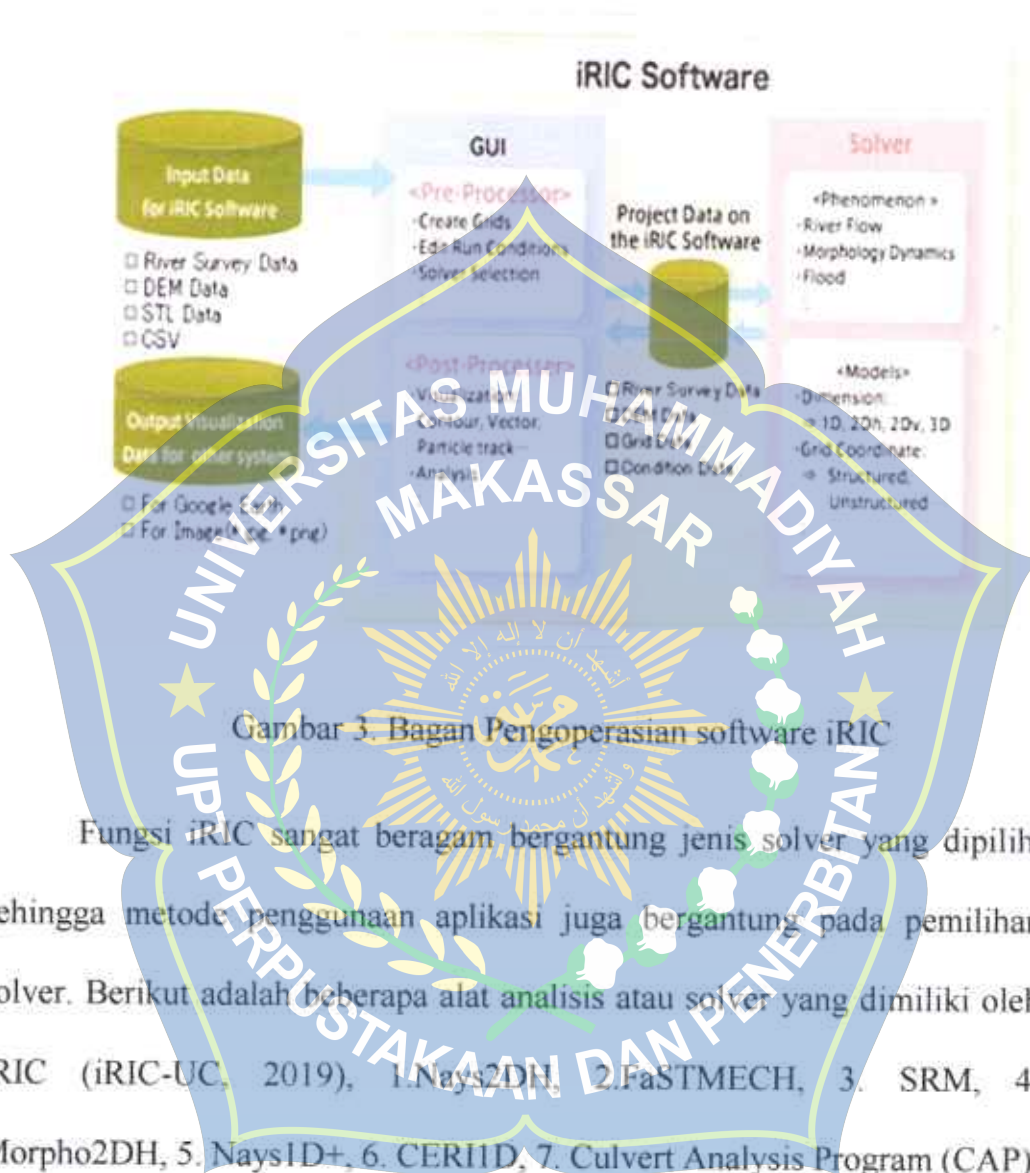
Krib perlu direncanakan dengan beberapa persiapan antara lain survei mengenai topografi, debit dan kecepatan aliran sungai dan transportasi sedimen yang ada disungai. Tipe dan cara pembuatan krib ditetapkan secara empiris dengan memperhatikan pengalaman masa lalu dalam pembuatan krib yang hampir sejenis (Ahmad Zikri, 2016).

D. iRIC : Nays2D 3.0

iRIC (International River Interface Cooperative) adalah software analisis aliran dan perubahan dasar sungai penggabungan dari MD_SWMS (Multi Dimensional Surface Water Modeling System) yang dikembangkan USGS dan RicNays melalui foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (i-ric.org).

Aplikasi perangkat lunak The International River Interface Cooperative (iRIC) menyediakan ruang simulasi sungai yang terintegrasi. iRIC menyediakan lingkungan yang komprehensif dan terpadu dimana data yang diperlukan oleh pemecah analisis sungai (solvers) dapat dihimpun, sungai dapat disimulasikan, dan hasil analisis simulasi sungai dapat divisualisasikan. Secara umum pengoperasian simulasi menggunakan

perangkat lunak iRIC mempunyai tiga tahapan utama, yaitu tahap Pre-Processing, tahap Solver Console, dan tahap Post-Processing.



Gambar 3. Bagan Pengoperasian software iRIC

Fungsi iRIC sangat beragam bergantung jenis solver yang dipilih, sehingga metode penggunaan aplikasi juga bergantung pada pemilihan solver. Berikut adalah beberapa alat analisis atau solver yang dimiliki oleh iRIC (iRIC-UC, 2019), 1. Nays2DH, 2. FastMECH, 3. SRM, 4. Morpho2DH, 5. Nays1D+, 6. CER11D, 7. Culvert Analysis Program (CAP), 8. Slope Area Computation (SAC), 9. Mflow_02, 10. River2D, 11. NaysCUBE, 12. NaysEddy, 13. STORM, 14. Nays2DFlood, 15. ELIMO, 16. DHABSIM, 17. EvaTRiP.

1. Solver Nays2DH

Alat analisis solver Nays2DH merupakan model komputasi yang dimiliki software iRIC yang dapat melakukan simulasi aliran horizontal dua dimensi (2D), angkutan sedimen, dan simulasi perubahan morfologi dasar dan tepi sungai. Meskipun iRIC telah memiliki beberapa alat analisis dua dimensi seperti Nays2D, Morpho2D, FaSTMECH, dan sebagainya, developer iRIC percaya bahwa pengguna aplikasi ini pastinya terkadang sulit untuk menentukan jenis solver yang tepat untuk digunakan terhadap kasus yang ingin mereka simulasikan. Oleh karena itu developer iRIC memutuskan untuk melakukan kombinasi Nays2D dan Morpho2D untuk menyediakan alat analisis yang lebih kuat dan lebih mudah digunakan oleh pengguna iRIC, yang dinamakan Solver Nays2DH.

Intinya kedua solver memiliki kelebihan tersendiri, tetapi mereka termasuk sama-sama menangani simulasi dalam dua dimensi (2D). Dengan digabungkannya kedua solver ini dalam solver Nays2DH, pengguna dapat melakukan simulasi angkutan sedimen berdasarkan fungsi yang telah diterapkan pada kedua solver (Nays2D dan Morpho2D).

Selain itu dengan digabungkannya kedua solver ini, pengguna juga dapat melakukan simulasi gabungan terhadap model pertemuan sungai, model erosi tepi, simulasi angkutan sedimen dasar dan sedimen suspense

(bed load-suspended load) terhadap sedimen campuran, dan sebagainya (Shimizu & Takebayashi, 2014).

2. Persamaan Dasar

Persamaan dasar dalam system koordinasi orthogonal (x, y) adalah sebagai berikut :

Persamaan kontinuitas

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (8)$$

Persamaan momentum dengan arah x dan y

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x + \frac{F_x}{\rho} \quad (9)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -gh \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y + \frac{F_y}{\rho} \quad (10)$$

Dimana h adalah kedalaman air, t adalah waktu, u dan v adalah kecepatan rata-rata di x dan y , g adalah gaya gravitasi, H adalah kedalaman air, τ_x dan τ_y adalah komponen tegangan geser dasar sungai pada x dan y , F_x dan F_y adalah komponen gaya hambat oleh vegetasi.

3. Boundary Condition (Kondisi Batas)

1. Fitur Model Transportasi Sedimen dan Model Deformasi Dasar Sungai.

- Model ini memungkinkan pengguna untuk memilih pengguna untuk memilih antara melakukan perhitungan daerah aliran saja dan

melakukan perhitungan deformasi dasar sungai Bersama dengan perhitungan daerah aliran.

- b. Untuk angkutan sedimen, pengguna dapat memilih antara bedload saja dan bedload+suspendedload.
- c. Untuk distribusi ukuran butir, pengguna dapat memilih antara seragam dan tidak seragam. Ketika ukuran butir yang tidak seragam dipilih, perubahan dalam distribusi ukuran butir dalam arah yang dalam selama perhitungan dapat disimpan pada basis multilayer.
- d. Laju suplai sediment pada kondisi batas hulu dapat diatur. Pengguna dapat mengatur rasio "laju penyediaan angkutan sedimen dari ujung hulu" ke "laju angkutan sedimen keseimbangan".
- e. Transport sediment dan keseimbangan massanya pada fix bed dapat dihitung dengan menggunakan model lapisan bedload. Selain itu, pengguna dapat mengatur ketinggian dasar sungai atau memperbaiki dasar sungai.
- f. Pengguna dapat memilih total formula pengangkutan beban bedload dari antara [rumus Mayer Peter dan Muller] dan [rumus Ashida dan Michiue]. Untuk menghitung vector transportasi beban dasar, pengguna dapat memilih [rumus Watanabe] atau [rumus Ashida, Egashira dan Liu].

- g. Pengaruh aliran sekunder pada transportasi beban dasar dapat dihitung baik dari model ekuilibrium maupun model non-ekuilibrium (gunakan persamaan vortisitas rata-rata kedalaman).
- h. Pengguna dapat memilih fluks ke atas dari sedimen tersuspensi dari dasar sungai dari sungai di antara [rumus Lane Kalinske] dan [rumus Itakura dan Kishi].
- i. Factor morfologi yang merupakan parameter akselerator evolusi sedimen dasar dapat diatur.
- j. Solver menggabungkan model keruntuhan lereng. Kemiringan curam yang realistis terkadang dapat terjadi dalam evolusi lapisan, jika disimulasikan dengan hanya menggunakan persamaan exner. Dalam model ini, jika sudut dasar sungai melebihi sudut kritis, yang merupakan parameter pengguna, dasar langsung dikoreksi untuk menyesuaikan sudut dasar (tidak lebih besar dari sudut kritis). Dengan menerapkan model ini, pengguna dapat memperlakukan evolusi morfologi yang berkembang seperti erosi tepian, yang tidak dapat ditangkap dengan baik hanya dengan menggunakan persamaan kontinuitas dasar sungai.
- k. Erosi tepian memperhitungkan sudut mati. Lebih khusus lagi, Ketika kemiringan dasar sungai melebihi angel of repose seiring dengan berlangsungnya deformasi dasar sungai, penyesuaian dilakukan

dengan cara bertukar sedimen dengan sel-sel sekitarnya sehingga kemiringan bed angel menurun dan jatuh lebih rendah dari angel of repose. Selain itu, jika saluran melebar dari erosi tepian, kisi-kisi perhitungan secara otomatis bergerak.

2. Karakteristik Model Aliran

- a. System koordinat yang digunakan adalah system koordinat secara umum. Bentuk (batas) sungai yang kopleks dapat dipertimbangkan/dihitung pada pemodelan.
- b. Skema TVD-MacCormack (orde ketelitian tingkat 2) biasa digunakan untuk jangka konfeksi pada persamaan momentum sebagai perbedaan metode yang digunakan.
- c. Model persamaan 0 biasa digunakan untuk perhitungan pada difusi/persebaran aliran turbulen.
- d. Kondisi batas special meliputi kedalaman air bagian hilir akhir dan debit air pada bagian hulu akhir.
- e. Kedalaman normal rata-rata secara longitudinal/ memanjang digunakan sebagai kedalaman air awal. Kemiringan dasar sungai rata-rata secara longitudinal digunakan untuk menghitung kedalaman normal. Ketika elevasi mula-mula didalam grid numerik lebih rendah dari elevasi air mula-mula pada bagian hilir, elevasi mula-mula pada

bagian hilir akan digunakan untuk kondisi awal kedalaman air dalam grid numerik.

- f. Hukum manning digunakan untuk memperkirakan tegangan geser pada dasar sungai. Angka koefisien manning dapat didistribusikan secara horizontal.
- g. Hambatan dalam suatu domain/daerah perhitungan dapat dipertimbangkan berdasar data dan ketinggian area yang tidak tererosi. Dengan menggunakan data tersebut, pilar pada jembatan dan bangunan lainnya dapat dipertimbangkan dalam perhitungan.
- h. Tanaman vegetasi dapat diperhitungkan/dianggap sebagai gaya Tarik atau gaya penahan yang bekerja pada arus aliran. Tingkat/jumlah lapisan yang tertutupi oleh tanaman dan tinggi tanaman dapat digunakan untuk estimasi besarnya gaya Tarik atau gaya penahan yang bekerja.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Untuk melakukan simulasi menggunakan software iRIC yang akan digunakan pada penelitian ini dibutuhkan beberapa data. Data yang akan digunakan pada software iRIC adalah data geometri saluran, debit, slope, penampang krib, dan angka manning.

Tabel 1. Data kondisi aliran pada simulasi yang akan dijalankan

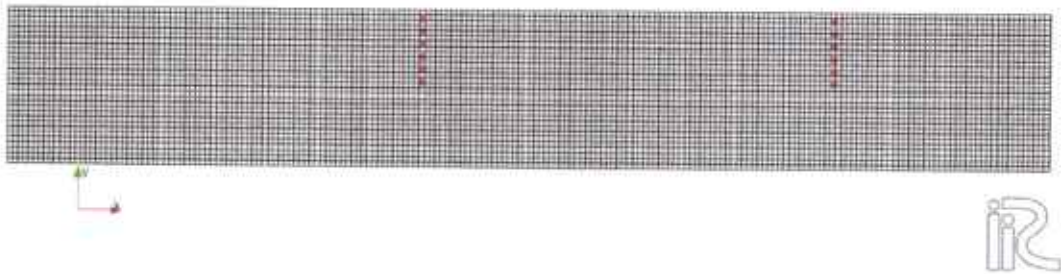
Jenis Data	Nilai
Debit (m^3/s)	0.084
Durasi waktu running (menit)	6
Panjang saluran (m)	2
Lebar saluran (m)	0.3
Kemiringan Saluran (slope)	0.001
Angka manning	0.01
Diameter material dasar (mm)	0.25

Model krib yang digunakan pada penelitian ini menggunakan krib model silinder terbuat dari kayu yang di bentuk sesuai model. Dimana ukuran silinder dengan ketinggian 15 cm dan dengan diameter 1,2 cm. model krib di diletakkan di tepi model saluran pada jarak 80 cm dari hulu.



Gambar 4. Model Krib Silinder

Pada software iRIC geometri saluran akan diubah kedalam bentuk grid. Pada penelitian kali ini grid yang akan digunakan dengan cara coba-coba (trial and error). Grid yang digunakan untuk lebar sebanyak 30 kotak sedangkan untuk panjang sebanyak 200 kotak. Sehingga satu kotak grid mewakili 1 cm. Model simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 5. model simulasi software iRIC: Nays2DH 3.0

B. Langkah-Langkah Simulasi iRIC: Nays2DH

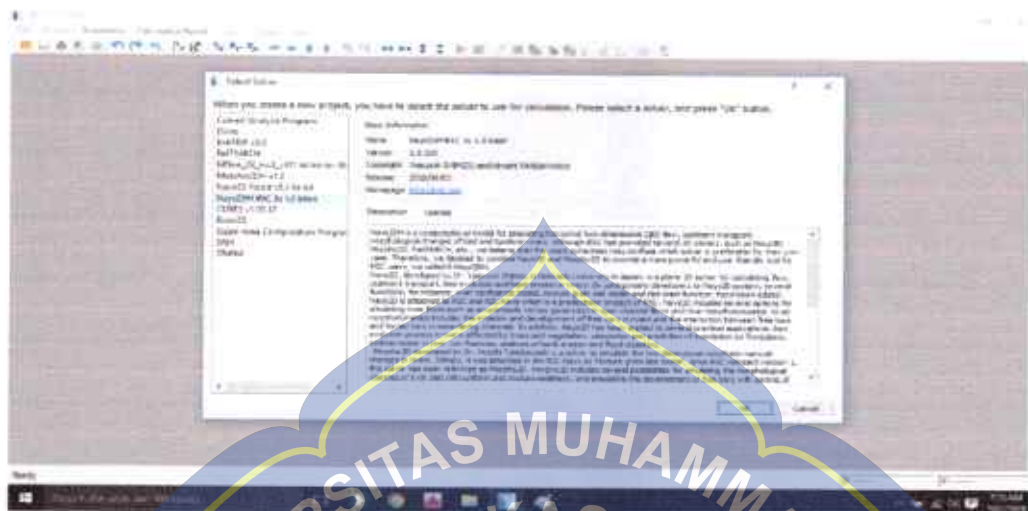
Langkah-langkah yang dilakukan untuk simulasi pola aliran yang terjadi pada bangunan melintang bentuk persegi dengan program iRIC: Nays2DH adalah sebagai berikut:

1. Tahap Pre-Processing
 - a. Buka software iRIC, klik Create New Project



Gambar 6. Tampilan awal software iRIC

- b. Pilih Nays2DH untuk memodelkan pola aliran disekitar bangunan melintang. Lalu klik ok.



Gambar 7. Tampilan pemilihan solver

- c. Untuk membuat geometri saluran pada software iRIC: Nays2DH 3.0 pilih toolbar grid >> Select Algorithm to Create Grid, setelah itu pilih Multifunction Grid Generator, lalu klik OK.



Gambar 8. Tampilan pemilihan metode pembuatan grid

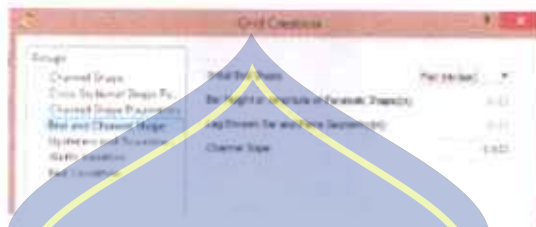
- d. Pada jendela Grid Creation ada beberapa menu pada kolom Groups. Pertama pilih menu Channel Shape. Select Channel Shape adalah pilihan bentuk saluran, karena saluran yang digunakan berbentuk lurus, maka pilih Straight, sedangkan Cross Sectional Shape adalah bentuk dari potongan melintang saluran, karena potongan melintang salirannya seragam maka pilih single Cross Section.



Gambar 9. Tampilan menu *Channel Shape*

- e. Pada Groups Cross Sectional Shape Parameters terdapat pilihan Width yaitu lebar saluran dalam satuan meter, untuk lebar saluran masukkan angka 0.3, selain itu ada pilihan Number Of Grid in Lateral Direction yaitu jumlah grid pada arah lateral, pada pilihan ini masukkan angka 30.

- g. Pada Groups Bed and Channel Shape terdapat pilihan Initial Bed Shape dan Channel Slope yaitu bentuk dasar saluran dan kemiringan saluran. Pada Initial Bed Shape pilih Flat (no bar), sedangkan pada Channel Slope masukkan angka 0.001. Lalu klik Create Grid.



Gambar 12. Tampilan Groups Bed and Channel Shape

- h. Apabila muncul kolom Confirmation, Do you want to map geographic data to grid attributes now, Klik yes.

Gambar 13. tampilan menu Confirmation

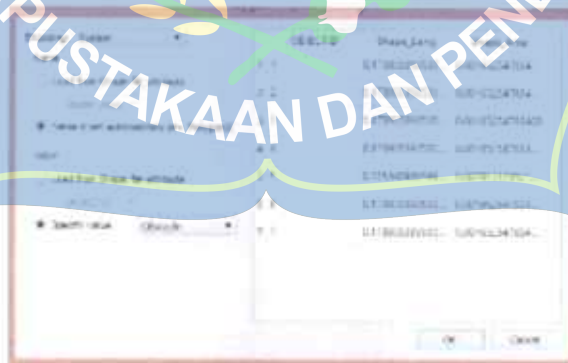


Gambar 14. tampilan hasil Grid

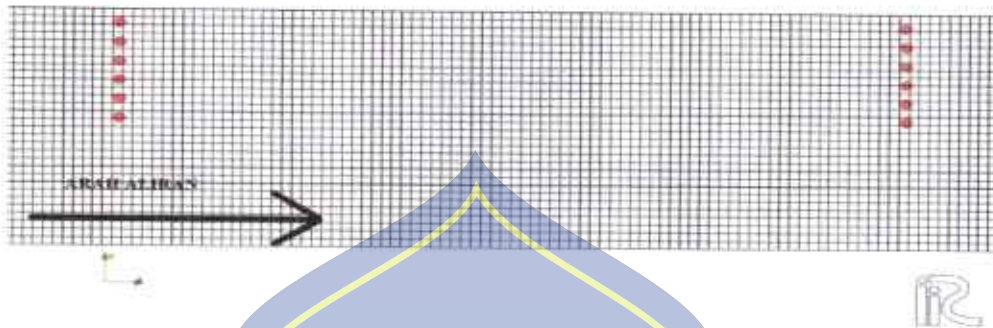
- i. Untuk membuat bangunan krib pada saluran, klik obstacle pada menu Object browser. Lalu klik kanan pada obstacle, dan pilih Import. Kemudian pilih folder dimana file bangunan krib disimpan, lalu klik open. Pada polygon imprt setting pada kolom Name pilih is net automatically dan pada kolom Value klik specify value pilih obstacle. Kemudian klik OK.



Gambar 15. tampilan inport obstacle



Gambar 16. Tampilan polygon import setting



Gambar 17. hasil input bangunan krib pada grid hitungan

- j. Untuk membuat dasar krib tersebut tidak berubah selama proses running. Klik kanan pada pilar yang sudah dibuat, kemudian pilih copy, lalu pilih Fixed or Movable Bed, klik OK. Selanjutnya pilih Fixed bed dan klik Ok.



Gambar 18. tampilan copy obstacle

- k. Untuk membuat dasar saluran berdeformasi selama proses running klik kanan pada Fixed or Movable bed, kemudian pilih Add >> Polygon. Selanjutnya gambar polygon mengelilingi saluran. Setelah selesai pilih Movable Bed.



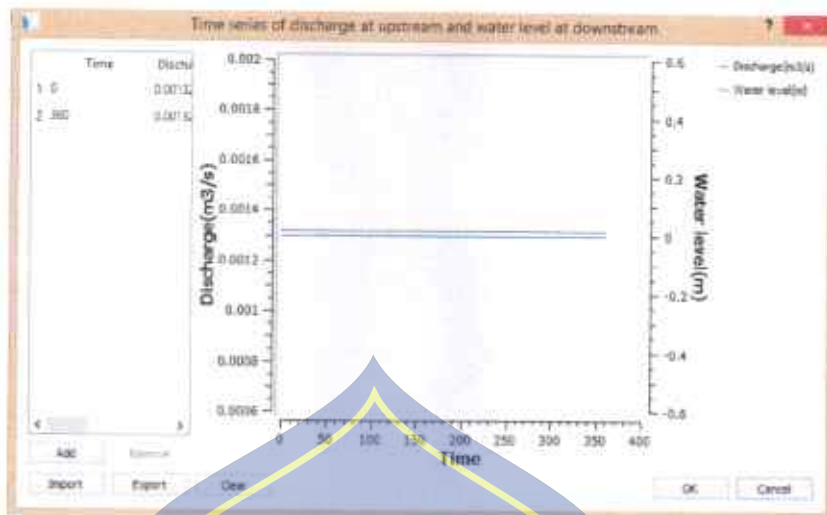
Gambar 19. tampilan setelah ditambahkan polygon

- l. Untuk menentukan koefisien Manning pada dasar saluran. Klik kanan pada Manning's roughness coefficient, kemudian pilih add >> Polygon. Kemudian buat polygon yang mencakup seluruh saluran, lalu masukkan angka koefisien manning sebesar 0.01.



Gambar 20. Tampilan setelah ditambahkan angka manning

- m. Setelah itu pilih menu Calculation Condition >> Setting, untuk mengatur kondisi saluran saat dilakukan running.
- n. Pada kolom Groups terdapat beberapa pilihan, pertama pilih Solver Type, yaitu tipe pemecahan masalah yang akan dipilih. Pada Bed deformation ganti dengan enable.



Gambar 23. Tampilan untuk memasukkan debit

- p. Menu Time adalah menu untuk mengatur waktu running. Output time interval adalah waktu yang akan dimunculkan saat running, Calculate time step adalah jangka waktu kalkulasi yang akan digunakan, Start time of output adalah waktu awal running. Sedangkan Start time of bed deformation adalah waktu mulai terjadinya deformasi.



Gambar 24. Tampilan menu Time

Menu Bar, lalu klik Open New 2D Post-Processing Window. Selanjutnya parameter-parameter hasil simulasi dapat ditampilkan sesuai kebutuhan melalui jendela Object Browser. Berdasarkan Solver Nays2DH yang digunakan, Solver ini dapat menyajikan hasil simulasi berupa kecepatan aliran, kedalaman aliran, nilai angka Froude, nilai tegangan geser dan sebagainya.

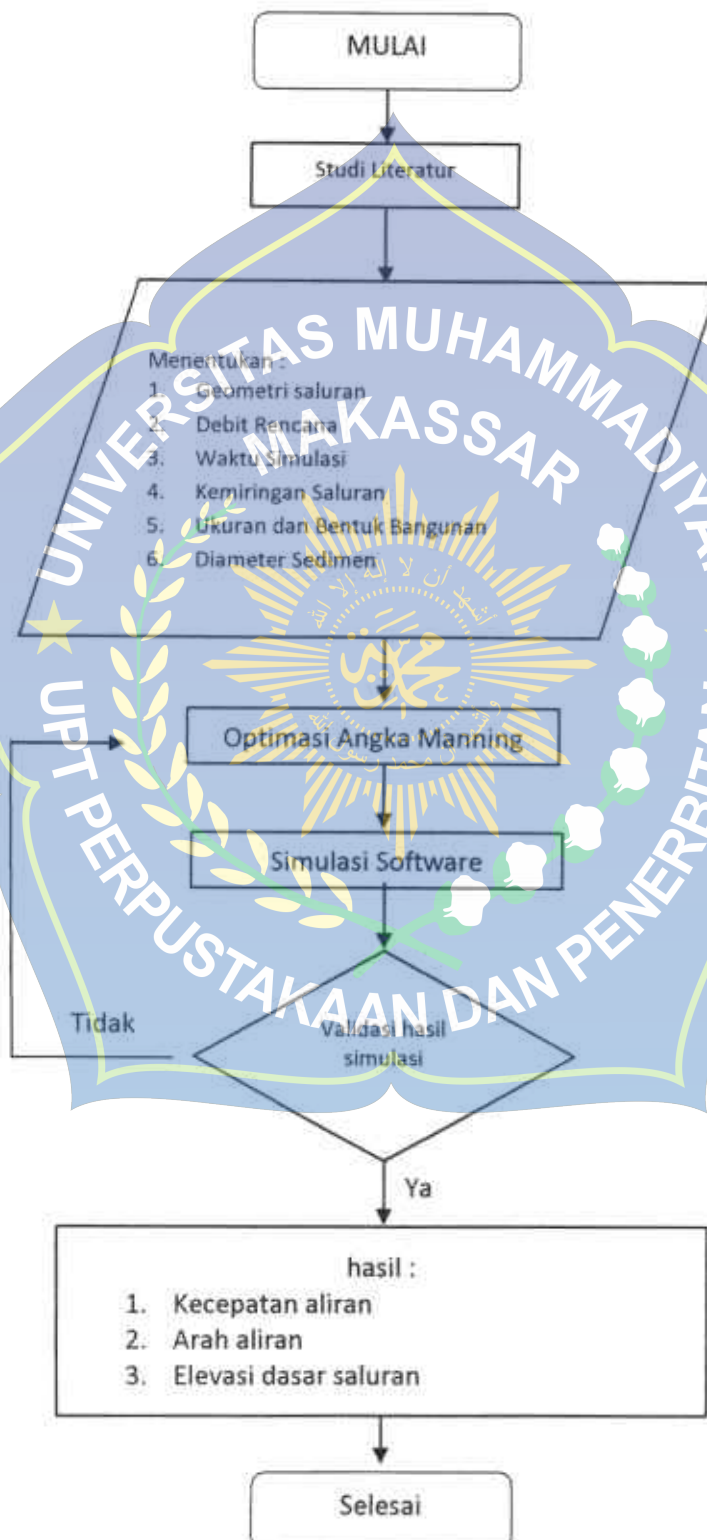


Gambar 27. tampilan hasil running

Setelah di-running banyak hasil yang bias dilihat, seperti kecepatan, elevasi, pola gerusan, dan arah aliran. Untuk pembahasan lebih lanjut dapat dilihat pada bab hasil dan pembahasan.

C. Bagan Alur Penelitian

Secara garis besar, prosedur penelitian pada simulasi software iRIC dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 28 . Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Debit

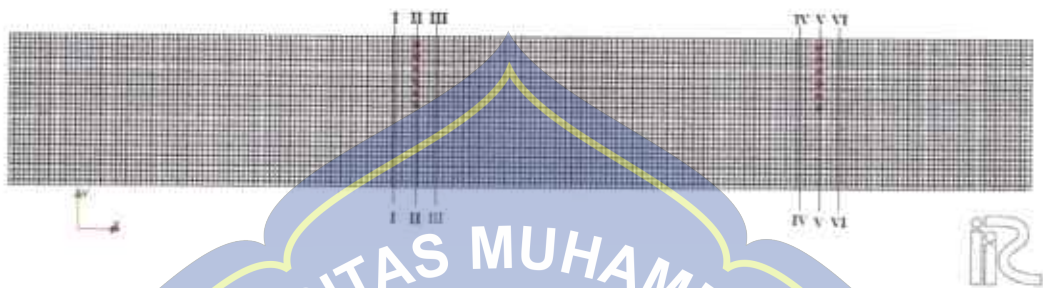
Debit yang digunakan pada penelitian ini di ambil dari debit Thompson dengan tinggi muka air 0,323 dan bukaan stop crant 90°. Debit di ambil dari perhitungan :

$$\begin{aligned} Q &= 1,417 \cdot H^{\frac{5}{2}} \\ &= 1,417 \cdot 0,323^{\frac{5}{2}} \\ &= 0,084 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

B. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran setelah dilakukan simulasi mempunyai karakteristik yang berbeda pada setiap bentuk bangunan melintang. Kecepatan aliran akan berubah jika terdapat perubahan morfologi pada penampang saluran seperti adanya bangunan krib yang terdapat di tepi saluran. Selain adanya perubahan morfologi saluran, kecepatan aliran juga dipengaruhi oleh bentuk penampang dari bangunan krib itu sendiri. Pada simulasi ini menggunakan dimensi saluran yang memiliki panjang 2 m dan lebar 0,3 m, menggunakan bangunan krib yang tegak lurus terhadap saluran dan di setiap bangunan memiliki 6 batang krib dengan diameter 0,012 m dan tinggi 0.15 m. Pada simulasi ini

menggunakan debit sebesar $0.084 \text{ m}^3/\text{s}$. Adapun titik pengamatan yang akan dilihat pada bagian sekitaran bangunan krib. Titik pengamatan di bagi dalam 6 segmen yang masing berada pada hulu, posisi krib, dan hilir bangunan krib. Segmen-segmen tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah.

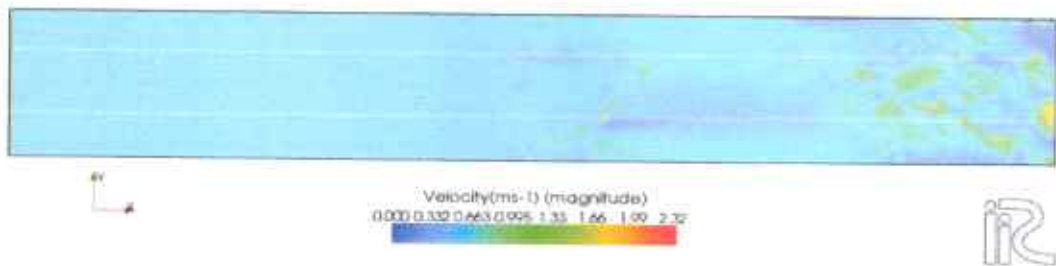


Gambar 29. Pembagian segmen titik pengamatan

Dari setiap segmen diatas, data yang diambil setiap 1 cm atau setiap satu kotak grid. Hasil kecepatan aliran yang didapatkan dari setiap segmen titik pengamatan diatas dapat dilihat pada tabel dibawah.

Setelah dilakukan simulasi didapatkan hasil kecepatan aliran seperti ditunjukkan pada tabel diatas, dari tabel di atas dapat dilihat disetiap segmen pengamatan debit yang terjadi cukup beragam.

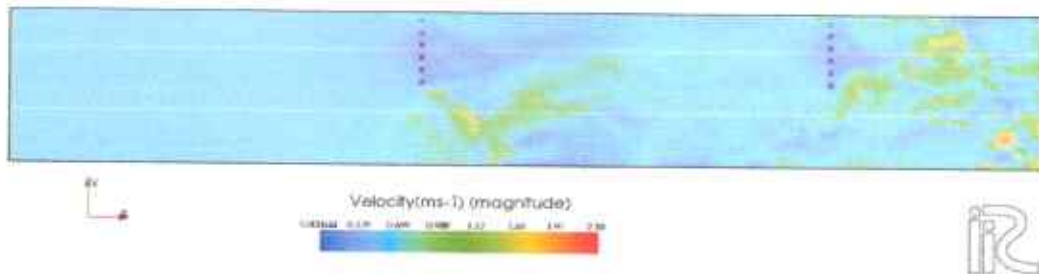
Kecepatan aliran pada saluran dari hasil simulasi digambarkan dengan skala warna dari yang terendah 0.000 m/s yang digambarkan dengan warna biru sampai dengan kecepatan tertinggi yaitu 0.7047 m/s yang digambarkan oleh warna merah.



Gambar 30. Kecepatan aliran pada saluran tanpa bangunan krib

Nilai kecepatan aliran pada saluran tanpa bangunan krib dapat dilihat pada gambar diatas dimana persebaran kecepatan aliran cukup merata, namun di bagian hulu sedikit terjadi perubahan kecepatan aliran. Di tandai dari warna biru yang menunjukkan kecepatan aliran terendah dan warna merah menunjukkan kecepatan aliran tertinggi.

Nilai kecepatan pada setiap segmen pengambilan data cukup merata, sebagaimana pada segmen pertama dimana nilai kecepatan aliran terendah yaitu 0,481 m/s sedangkan nilai kecepatan aliran tertinggi pada segmen ini yaitu 0,4894 m/s dari setiap titik pengamatan. Sama halnya dengan segmen lain yang nilainya cukup seragam dan data kecepatan aliran untuk setiap segmen akan ditunjukkan seperti pada lampiran.

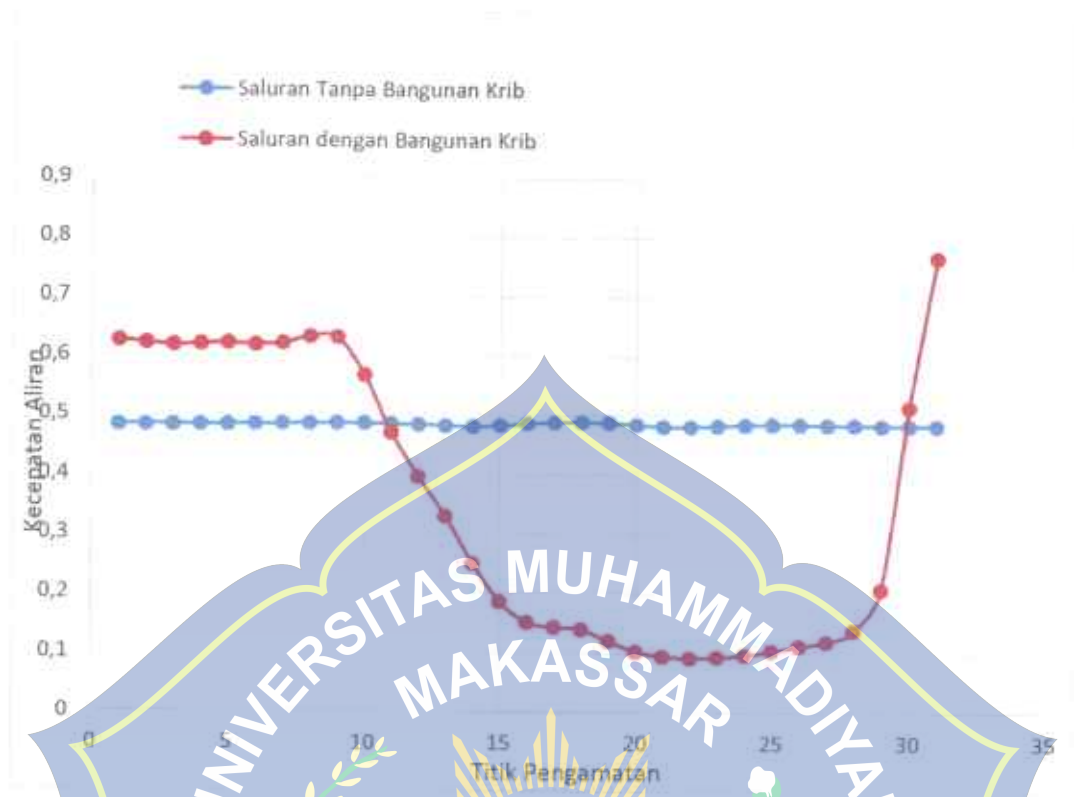


Gambar 31 . Kecepatan aliran pada saluran dengan bangunan krib

Kecepatan aliran pada saluran dengan bangunan krib seperti gambar diatas menunjukkan kecepatan aliran mengalami perubahan yang setelah melewati bangunan krib, dimana ditunjukkan dengan persebaran warna yang dimana warna biru gelap menunjukkan nilai kecepatan aliran terendah dan warna merah menunjukkan nilai kecepatan aliran paling tinggi.

Nilai kecepatan aliran yang di hasilkan memiliki perubahan di setiap segmen pengamatan. Adapun nilai kecepatan aliran pada segmen pertama dimana nilai terendah yaitu 0.0922 m/s dan kecepatan aliran dengan nilai tertinggi yaitu 0.7699 m/s.

Dengan melihat hasil di atas, dapat di lihat bahwa nilai kecepatan aliran pada saluran tanpa bangunan krib cukup mengalami perubahan setelah dengan adanya bangunan krib, di tinjau dari segmen pertama yang seperti pada grafik di bawah.



Gambar 32. grafik perbandingan nilai kecepatan aliran saluran tanpa bangunan krib dan saluran dengan bangunan krib pada segmen I.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai kecepatan aliran pada saluran tanpa bangunan krib mengalami perubahan yang cukup signifikan setelah adanya bangunan krib. Segmen I ini berada di hulu bangunan krib 1, dimana nilai kecepatan aliran berubah pada setiap titik pengamatan.

C. Pola Aliran

Arah aliran pada kondisi normal mengalir dari hulu saluran menuju ke hilir saluran. Dalam teori hidrolika air akan mengalir dari daerah yang memiliki tekanan yang rendah. Namun arah aliran dapat berbelok jika

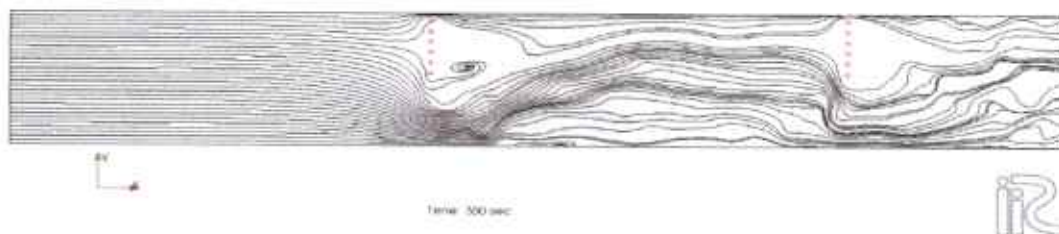
menemui hambatan pada saluran seperti adanya bangunan krib. Adanya hambatan yang menyebabkan arah aliran berbelok dan menyebabkan turbulensi aliran yang akan berpengaruh terhadap kedalaman dan pola gerusan yang terjadi.

Dalam simulasi menggunakan iRIC: Nays2DH 3.0 pola aliran dapat dimodelkan dengan menggunakan garis aliran (streamline), pola aliran pada bangunan krib yang dimodelkan dengan software iRIC: Nays2DH 3.0 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 33. Pola aliran pada saluran tanpa bangunan krib

Pola aliran yang terlihat pada gambar diatas merupakan pola aliran pada saluran tanpa bangunan krib dimana pola aliran tersebut cukup tenang meskipun di beberapa titik kurang tenang.



Gambar 34. Pola aliran pada saluran dengan bangunan krib

Pada gambar diatas terlihat arah dan pola aliran sangat dipengaruhi oleh adanya bangunan krib. Dilihat dari hilir terlihat bahwa terjadi turbulensi disekitar bangunan krib karena adanya bangunan krib yang mengubah arah aliran. Setelah melewati krib, pola aliran akan kembali normal secara perlahan.

D. Perubahan Elevasi Dasar Saluran

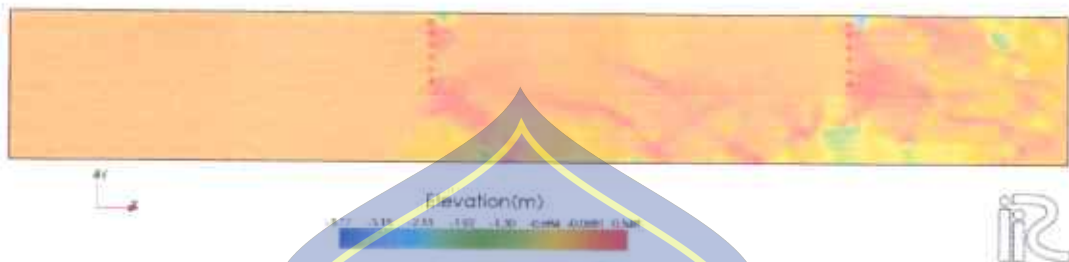
Pola gerusan disekitar bangunan krib terjadi karena aliran dihalangi oleh krib. Hal ini menyebabkan terganggunya pola aliran sehingga menyebabkan terjadinya pusaran air (vortex) disekitar pilar. Besarnya gerusan ditentukan oleh besarnya pusaran yang terjadi dan kecepatan aliran di sekitar krib.

Pada simulasi menggunakan software iIRC Nays2DH 3.0 pola gerusan ditampilkan dengan elevasi dasar saluran seperti ditunjukan pada gambar di bawah.



Gambar 35. Elevasi dasar saluran tanpa bangunan krib

Elevasi dasar saluran tanpa bangunan krib dapat dilihat pada gambar diatas dimana nilainya cukup seragam dan merata di setiap segemen, hanya ada sedikit perubahan elevasi di bagian hulu saluran.



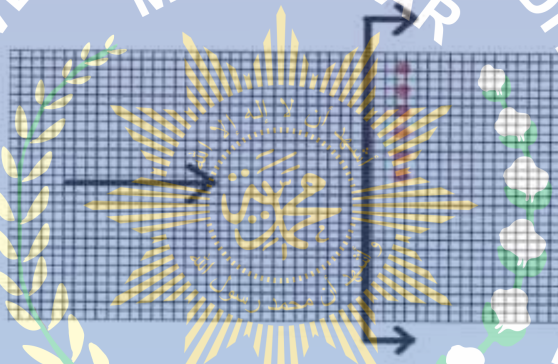
Gambar 36. Elevasi dasar saluran dengan bangunan krib

Elevasi dasar saluran yang akan ditunjukkan dengan skala warna. Warna merah menunjukkan elevasi dasar saluran tertinggi dan warna biru menunjukkan elevasi dasar saluran terendah. Elevasi dasar saluran berubah ketika terdapat bangunan krib.

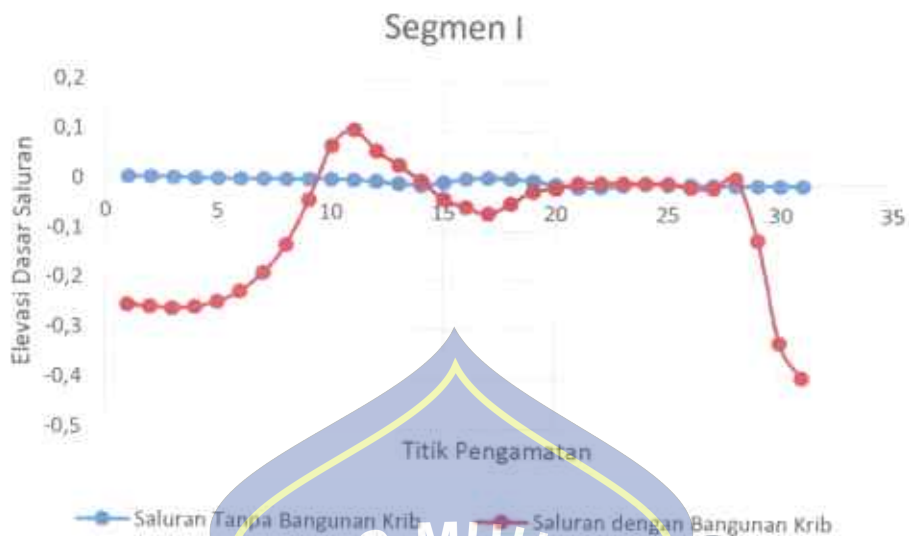
Terlihat bahwa yang terjadi disekitar krib hanya sedikit mengalami perubahan elevasi dasar saluran. Dimana elevasi dasar saluran dibagian hulu sebelum krib berwarna kuning sama dengan warna pada sekitar bangunan krib. Perubahan elevasi yang terjadi disisi kanan dan kiri krib berupa penurunan elevasi dasar (gerusan) terlihat dari warna hijau dan biru muda. Selain penurunan elevasi dasar, terjadi juga kenaikan elevasi dasar (endapan) yang ditandai dengan warna kemerahan setelah bangunan krib ke arah hilir.

Perubahan elevasi dasar saluran terlihat kurang jelas pada model matematik untuk penurunan maupun kenaikan elevasinya. Maka dilakukan tinjauan dari beberapa potongan disekitar bangunan krib. Peninjauan tersebut dilakukan untuk pengakuratan analisa mengenai perubahan elevasi dasar saluran terutama analisa mengenai gerusan di sekitar krib. Peninjauan dilakukan dengan menggunakan grafik yang dibuat dari Microsoft Excel. Peninjauan ini dilakukan dengan 6 segmen sebagai berikut.

1. Tinjauan potongan I-I pada hulu krib kedua



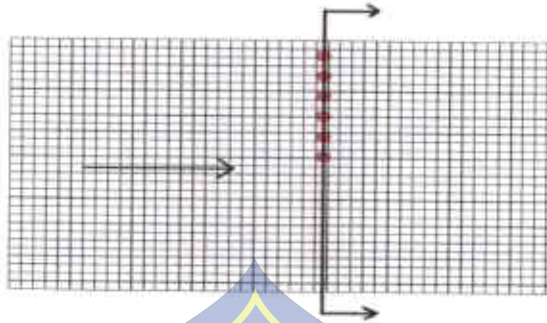
Gambar 37. Potongan I-I pada hulu bangunan krib I



Gambar 38. Perbandingan Elevasi dasar saluran pada potongan I-I

Potongan I-I merupakan potongan melintang pada Hulu krib yang terdapat pada grid $i = 78$. Pada potongan ini terlihat pada saat saluran tanpa bangunan krib, elevasi dasar salurannya cukup merata. Sedangkan pada saat saluran terdapat bangunan krib terjadi gerusan pada sisi kanan dan kiri saluran, dan di bagian bangunan krib tidak mengalami perubahan elevasi.

2. Tinjauan potongan II-II pada tengah Krib



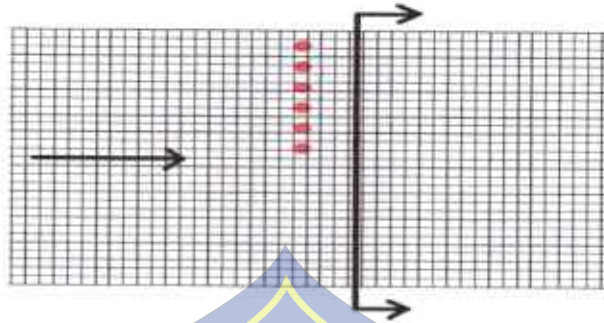
Gambar 39. Potongan II-II pada tengah krib



Gambar 40. Perbandingan Elevasi dasar saluran pada potongan II-II

Potongan II-II merupakan potongan melintang pada posisi krib yang terdapat pada grid $i = 81$. Pada potongan ini dengan saluran tanpa bangunan krib elevasi dasarnya tidak banyak mengalami perubahan, sedangkan pada saluran dengan bangunan krib terjadi gerusan pada sisi kanan dan kiri saluran, selain mengalami penurunan elevasi terjadi juga kenaikan elevasi dasar saluran yang relative kecil di sekitaran krib.

3. Tinjauan potongan III-III pada hilir bangunan krib



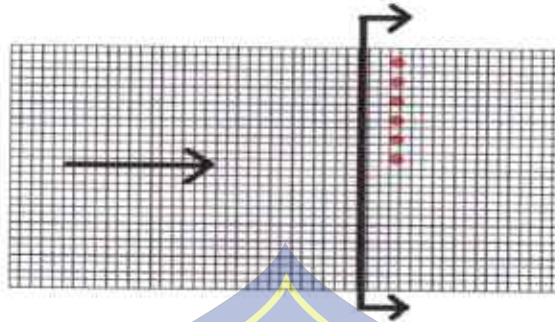
Gambar 41. Potongan III-III pada belakang krib



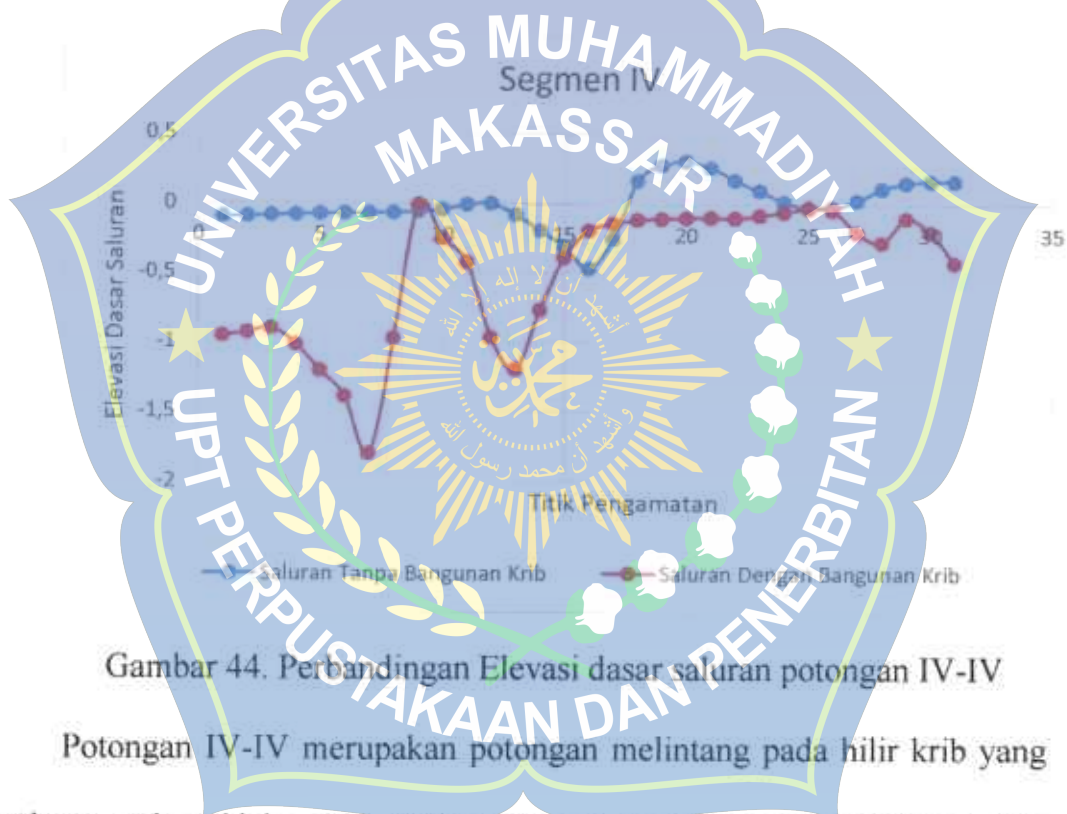
Gambar 42. Perbandingan Elevasi dasar saluran Potongan III-III

Potongan III-III merupakan potongan melintang pada hilir krib yang terdapat pada grid $i = 84$. Pada potongan ini saluran tanpa bangunan krib memiliki elevasi yang cukup merata dan tidak banyak perubahan, sedangkan pada saluran dengan bangunan krib terjadi gerusan pada sisi kanan dan kiri saluran, selain mengalami penurunan elevasi terjadi juga kenaikan elevasi dasar pada bagian bangunan krib.

4. Tinjauan potongan IV-IV pada hulu krib kedua



Gambar 43. Potongan IV-IV pada depan bangunan krib kedua

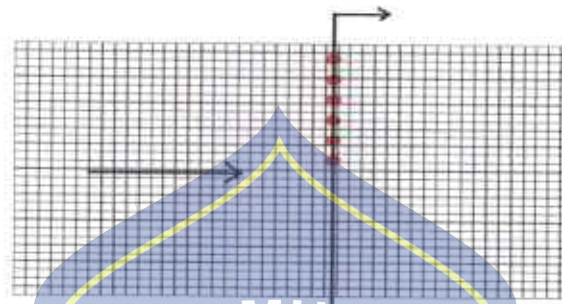


Gambar 44. Perbandingan Elevasi dasar saluran potongan IV-IV

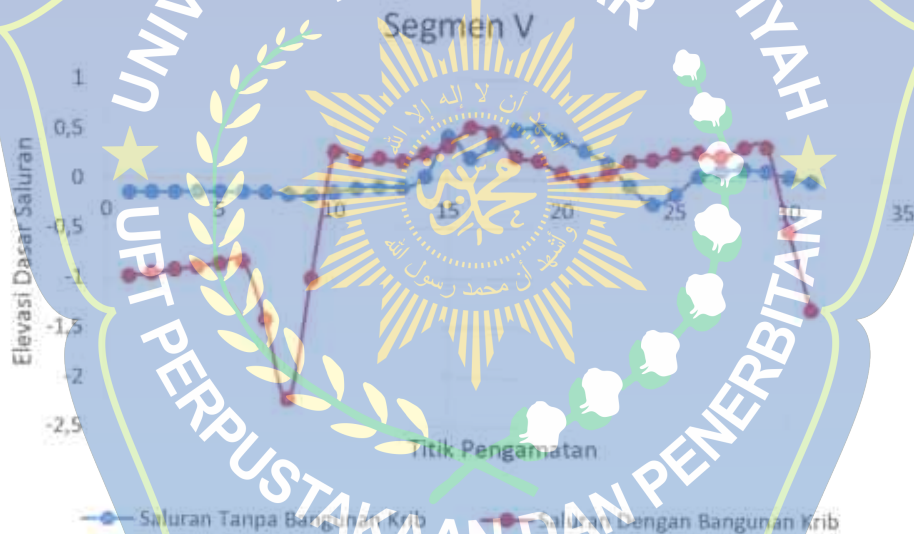
Potongan IV-IV merupakan potongan melintang pada hilir krib yang terdapat pada grid $i = 157$. Pada potongan ini dengan saluran tanpa krib terjadi perubahan dasar di sekitaran krib namun tidak terlalu besar, sedangkan pada saluran dengan bangunan krib terjadi gerusan pada sisi

kanan dan kiri saluran, selain mengalami penurunan elevasi terjadi juga kenaikan elevasi dasar yang relative kecil pada posisi bangunan krib.

5. Tinjauan potongan V-V pada tengah krib kedua



Gambar 45 Potongan V-V pada tengah krib kedua

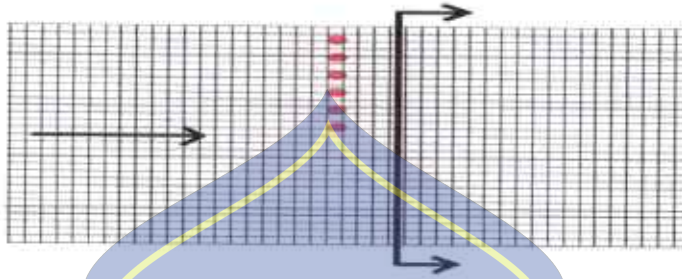


Gambar 46. Perbandingan Elevasi dasar saluran potongan V-V

Potongan V-V merupakan potongan melintang pada hilir krib yang terdapat pada grid $i = 160$. Pada potongan ini dengan saluran tanpa krib terjadi perubahan elevasi dasar yang cukup kecil pada bagian bangunan krib, sedangkan pada saluran dengan bangunan krib terjadi gerusan pada sisi

kanan dan kiri saluran, selain mengalami penurunan elevasi terjadi juga kenaikan elevasi dasar yang relative kecil pada posisi bangunan krib.

6. Tinjauan Potongan VI-VI pada belakang krib kedua



Gambar 47. Potongan VI-VI pada belakang krib kedua



Gambar 48. Elevasi dasar saluran potongan VI-VI

Potongan III-III merupakan potongan melintang pada hilir krib yang terdapat pada grid $i = 163$. Pada potongan ini terjadi gerusan pada sisi kanan saluran, selain mengalami penurunan elevasi terjadi juga kenaikan elevasi dasar yang terjadi sejajar dengan krib atau tepatnya di belakang krib. Hal

tersebut terjadi cukup besar pada saat saluran tanpa bangunan krib dan dengan saluran dengan bangunan krib.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pada penelitian ini menghasilkan 2 kesimpulan yaitu perubahan pola aliran dan perubahan dasar saluran akibat adanya bangunan krib pada saluran. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada simulasi software IRIC Nays2DH 3.0 dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan hasil simulasi komputasi IRIC Nays2DH pola aliran berubah dengan adanya pemasangan bangunan krib. Perubahan pola aliran dapat dilihat dengan adanya perubahan arah aliran, serta perubahan nilai kecepatan aliran dimana nilai kecepatan aliran tertinggi sebelum adanya bangunan krib adalah 1.55 m/s m sedangkan setelah adanya bangunan krib nilainya sebesar 0.57 m/s.
2. Berdasarkan hasil simulasi komputasi IRIC Nays2DH Perubahan dasar saluran di akibatkan dengan adanya pemasangan bangunan krib adalah adanya perubahan elevasi yang di sekitaran bangunan krib. Dimana elevasi dasar sebelum adanya bangunan krib yang tertinggi adalah 0.011 m sedangkan setelah adanya bangunan krib nilainya 0.028 m. Hal ini menunjukan bahwa bangunan krib dapat menimbulkan pengendapan

,sehingga untuk mecegah banjir bangunan krib dihindarkan pemasanganya pada aliran sungai yang lurus.



B. Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat dilakukan pengujian lapangan yang selanjutnya dibandingkan dengan hasil simulasi.
2. Software Iric perlu dilakukan pengujian untuk berbagai macam profil sungai dengan jari-jari tikungan sungai bervariasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Md. S., Hasan, Md. M., Haque, M. (2017). Two-Dimensional Simulation of Flows in an Open Channel with Groin-Like Structures by iRIC NAYS2DH. *Math Probl Eng*. P: 1-10.
- Ariyanto, A. (2014). *Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal (Model Pilar Berpenampang Bujur sangkar, Bulat dan Jajar Genjang)*. *Jurnal APTEK*, 1(1), 40-49.
- Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Bambang Triatmodjo. (1993) *Hidraulika II*. Yogyakarta.
- Bambang. Triatmodjo. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta.
- Chow , V.T., Rosalina, E.V.N. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka Ven Te Chow ; Alih Bahasa E.V.Nensi Rosalina*. 16, 609.
- Faruk, U. (2012). *Analisis Pengaruh Aliran Turbulen Terhadap Karakteristik Lapisan Batas Pada Pelat Datar Panas*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Humairah, A. M. (2014). *Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Uji Model Laboratorium)* (Doctoral dissertasion, Universitas Sriwijaya).
- Ikhsan, C., Raharjo, A. P., Legono, D., & Kironoto, B. A. (2016). *Efek Tegangan Geser Dasar yang Terjadi pada Lapisan Pelindung Terhadap Karakteristik Kemiringan Dasar Saluran*. *Jurnal Teknik Sipil*, 23(3). 197-202.
- Junaidi, F.F. (2014). *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai dengan Pulau Kemaro)*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol.2 (3). Universitas Sriwijaya.

- Kumalawati, I.R. (2012). Tinjauan Morfologi, Porositas dan Angkutan Sedimen Permukaan Dasar Sungai Pabelan Pasca Erupsi Gunung Merapi Tahun 2010. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Kurniawan, R., Sutikno, S., & Sujatmoko, B. (2017). *Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Pengindraan Jauh* (Doctoral dissertation, Universitas Riau).
- Nenny, H. A. I. (2014). Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Gerusan Lokal Disekitar Pilar Heksagonal (Uji Model Laboratorium). *Jurnal HidroVol*, 7(14).
- Patoni, M. (2017). *Studi Pengaruh Bentuk Krib Kombinasi Permeabel dan Impermeabel Terhadap Pola Aliran dan Gerusan*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Purwanto, D. (2015). MODEL PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN DENGAN PEMASANGAN GROUND SILL DAN ABUTMEN BERSAYAP. *Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 11(1), 79-89.
- Putro, H., Hadihardaja, J. (2013). Variasi Koefisien Kekasaran manning (n) pada Flume Akrilik pada Variasi Kemiringan Saluran dan Debit Aliran. *Media Komunikasi Teknik Sipil* 19 (2), 141-146. Universitas Diponegoro.
- Rahim, A. A., Maricsr, F., & Pongmunda, S. (2017). *Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Shimizu, Y., & Takebayashi, H. (2014). iRIC Software-Changing River Science. Nays2DH Solver Manual, 1-2.
- Sukri, A. S. (2018). PENGARUH BENTUK KRIB TIPE TIANG TERHADAP POLA ALIRAN. STABILITA || *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6(3), 1-8.

Suripin. (2018). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*.

Tanjung, M. S., Fatimah, E., & Masimin, M. (2017). KAJIAN PERLETAKAN KRIB PADA ALIRAN SUNGAI KRUENG ACEH. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 123-136.

Waryono, T. (2002). Bentuk Struktur dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai. Makalah Sidang II (Geografi Fisik), *Seminar dan Konggres Geografi Nasional*.

Zikri, A. (2016). *Model Laboratorium Pola Aliran Pada Krib Permeabel Terhadap Variasi Jarak Antar Krib dan Debit Aliran di Sungai Berbelok*. Universitas Riau.





**DATA HASIL SIMULASI NILAI KECEPATAN ALIRAN
PADA SALURAN TANPA BANGUNAN KRIB**



segment I	titik pengamatan	kecepatan aliran	titik pengamatan	kecepatan aliran	segment II	titik pengamatan	kecepatan aliran	titik pengamatan	kecepatan aliran	segment III	titik pengamatan	kecepatan aliran	titik pengamatan	kecepatan aliran	segment IV	titik pengamatan	kecepatan aliran	titik pengamatan	kecepatan aliran	segment V	titik pengamatan	kecepatan aliran	titik pengamatan	kecepatan aliran	segment VI	titik pengamatan	kecepatan aliran			
31	0.485	0.4859	31	0.487	31	0.4859	0.4859	31	0.487	31	0.4859	0.4859	31	0.487	31	0.4859	0.4859	31	0.487	31	0.4859	0.4859	31	0.4859	0.4859	31	0.0207	0.0158	31	0.0275
30	0.485	0.4858	30	0.4867	30	0.4858	0.4858	30	0.4867	30	0.4858	0.4858	30	0.4867	30	0.4858	0.4858	30	0.4867	30	0.4858	0.4858	30	0.4858	0.4858	30	0.1471	0.1478	30	0.1208
29	0.4852	0.4856	29	0.486	29	0.4856	0.4856	29	0.486	29	0.4856	0.4856	29	0.486	29	0.4856	0.4856	29	0.486	29	0.4856	0.4856	29	0.4856	0.4856	29	0.4086	0.3557	29	0.2744
28	0.4856	0.4849	28	0.4849	28	0.4849	0.4849	28	0.4849	28	0.4849	0.4849	28	0.4849	28	0.4849	0.4849	28	0.4849	28	0.4849	0.4849	28	0.4849	0.4849	28	0.5256	0.4708	28	0.3722
27	0.4863	0.484	27	0.484	27	0.484	0.484	27	0.484	27	0.484	0.484	27	0.484	27	0.484	0.484	27	0.484	27	0.484	0.484	27	0.484	0.484	27	0.5522	0.5179	27	0.4317
26	0.4869	0.4833	26	0.4833	26	0.4833	0.4833	26	0.4833	26	0.4833	0.4833	26	0.4833	26	0.4833	0.4833	26	0.4833	26	0.4833	0.4833	26	0.4833	0.4833	26	0.5589	0.507	26	0.4654
25	0.4869	0.4834	25	0.4834	25	0.4834	0.4834	25	0.4834	25	0.4834	0.4834	25	0.4834	25	0.4834	0.4834	25	0.4834	25	0.4834	0.4834	25	0.4834	0.4834	25	0.5691	0.4663	25	0.4963
24	0.4861	0.4855	24	0.4855	24	0.4855	0.4855	24	0.4855	24	0.4855	0.4855	24	0.4855	24	0.4855	0.4855	24	0.4855	24	0.4855	0.4855	24	0.4855	0.4855	24	0.5752	0.4534	24	0.5173
23	0.4841	0.4879	23	0.4879	23	0.4879	0.4879	23	0.4879	23	0.4879	0.4879	23	0.4879	23	0.4879	0.4879	23	0.4879	23	0.4879	0.4879	23	0.4879	0.4879	23	0.5651	0.4901	23	0.5076
22	0.4823	0.4879	22	0.4879	22	0.4879	0.4879	22	0.4879	22	0.4879	0.4879	22	0.4879	22	0.4879	0.4879	22	0.4879	22	0.4879	0.4879	22	0.4879	0.4879	22	0.5552	0.5706	22	0.4881
21	0.4827	0.4872	21	0.4872	21	0.4872	0.4872	21	0.4872	21	0.4872	0.4872	21	0.4872	21	0.4872	0.4872	21	0.4872	21	0.4872	0.4872	21	0.4872	0.4872	21	0.4969	0.6395	21	0.4878
20	0.4853	0.4857	20	0.4857	20	0.4857	0.4857	20	0.4857	20	0.4857	0.4857	20	0.4857	20	0.4857	0.4857	20	0.4857	20	0.4857	0.4857	20	0.4857	0.4857	20	0.3926	0.6123	20	0.5837
19	0.4882	0.4813	19	0.4813	19	0.4813	0.4813	19	0.4813	19	0.4813	0.4813	19	0.4813	19	0.4813	0.4813	19	0.4813	19	0.4813	0.4813	19	0.4813	0.4813	19	0.3514	0.5977	19	0.6059
18	0.4894	0.4762	18	0.4762	18	0.4762	0.4762	18	0.4762	18	0.4762	0.4762	18	0.4762	18	0.4762	0.4762	18	0.4762	18	0.4762	0.4762	18	0.4762	0.4762	18	0.3789	0.5158	18	0.3846
17	0.4888	0.477	17	0.477	17	0.477	0.477	17	0.477	17	0.477	0.477	17	0.477	17	0.477	0.477	17	0.477	17	0.477	0.477	17	0.477	0.477	17	0.377	0.4144	17	0.5191
16	0.4866	0.4844	16	0.4844	16	0.4844	0.4844	16	0.4844	16	0.4844	0.4844	16	0.4844	16	0.4844	0.4844	16	0.4844	16	0.4844	0.4844	16	0.4844	0.4844	16	0.3606	0.4991	16	0.7047
15	0.4828	0.4896	15	0.4896	15	0.4896	0.4896	15	0.4896	15	0.4896	0.4896	15	0.4896	15	0.4896	0.4896	15	0.4896	15	0.4896	0.4896	15	0.4896	0.4896	15	0.3854	0.5971	15	0.5595
14	0.481	0.4887	14	0.4887	14	0.4887	0.4887	14	0.4887	14	0.4887	0.4887	14	0.4887	14	0.4887	0.4887	14	0.4887	14	0.4887	0.4887	14	0.4887	0.4887	14	0.4138	0.6121	14	0.4757
13	0.4826	0.4853	13	0.4853	13	0.4853	0.4853	13	0.4853	13	0.4853	0.4853	13	0.4853	13	0.4853	0.4853	13	0.4853	13	0.4853	0.4853	13	0.4853	0.4853	13	0.4396	0.571	13	0.515
12	0.4844	0.4821	12	0.4821	12	0.4821	0.4821	12	0.4821	12	0.4821	0.4821	12	0.4821	12	0.4821	0.4821	12	0.4821	12	0.4821	0.4821	12	0.4821	0.4821	12	0.4565	0.5431	12	0.6483
11	0.4856	0.4808	11	0.4808	11	0.4808	0.4808	11	0.4808	11	0.4808	0.4808	11	0.4808	11	0.4808	0.4808	11	0.4808	11	0.4808	0.4808	11	0.4808	0.4808	11	0.4547	0.5528	11	0.6806
10	0.4865	0.4816	10	0.4816	10	0.4816	0.4816	10	0.4816	10	0.4816	0.4816	10	0.4816	10	0.4816	0.4816	10	0.4816	10	0.4816	0.4816	10	0.4816	0.4816	10	0.4449	0.5452	10	0.6244
9	0.4868	0.4832	9	0.4832	9	0.4832	0.4832	9	0.4832	9	0.4832	0.4832	9	0.4832	9	0.4832	0.4832	9	0.4832	9	0.4832	0.4832	9	0.4832	0.4832	9	0.4404	0.5167	9	0.5561
8	0.4863	0.4845	8	0.4845	8	0.4845	0.4845	8	0.4845	8	0.4845	0.4845	8	0.4845	8	0.4845	0.4845	8	0.4845	8	0.4845	0.4845	8	0.4845	0.4845	8	0.4526	0.4954	8	0.505
7	0.4855	0.4853	7	0.4853	7	0.4853	0.4853	7	0.4853	7	0.4853	0.4853	7	0.4853	7	0.4853	0.4853	7	0.4853	7	0.4853	0.4853	7	0.4853	0.4853	7	0.4834	0.4972	7	0.4835
6	0.4848	0.4855	6	0.4855	6	0.4855	0.4855	6	0.4855	6	0.4855	0.4855	6	0.4855	6	0.4855	0.4855	6	0.4855	6	0.4855	0.4855	6	0.4855	0.4855	6	0.5222	0.5155	6	0.4918
5	0.4841	0.4848	5	0.4848	5	0.4848	0.4848	5	0.4848	5	0.4848	0.4848	5	0.4848	5	0.4848	0.4848	5	0.4848	5	0.4848	0.4848	5	0.4848	0.4848	5	0.5573	0.5402	5	0.5114
4	0.4837	0.4835	4	0.4835	4	0.4835	0.4835	4	0.4835	4	0.4835	0.4835	4	0.4835	4	0.4835	0.4835	4	0.4835	4	0.4835	0.4835	4	0.4835	0.4835	4	0.5844	0.563	4	0.5308
3	0.4834	0.4826	3	0.4826	3	0.4826	0.4826	3	0.4826	3	0.4826	0.4826	3	0.4826	3	0.4826	0.4826	3	0.4826	3	0.4826	0.4826	3	0.4826	0.4826	3	0.6038	0.5804	3	0.547
2	0.4833	0.482	2	0.482	2	0.482	0.482	2	0.482	2	0.482	0.482	2	0.482	2	0.482	0.482	2	0.482	2	0.482	0.482	2	0.482	0.482	2	0.6198	0.5925	2	0.5553
1	0.4833	0.4817	1	0.4817	1	0.4817	0.4817	1	0.4817	1	0.4817	0.4817	1	0.4817	1	0.4817	0.4817	1	0.4817	1	0.4817	0.4817	1	0.4817	0.4817	1	0.6278	0.5973	1	0.5565

**DATA HASIL SIMULASI NILAI KECEPATAN ALIRAN
PADA SALURAN DENGAN BANGUNAN KRIB**



DATA HASIL SIMULASI NILAI ELEVASI DASAR PADA
SALURAN TANPA BANGUNAN KRIB



Segmen I titik pengamatan	kecepatan aliran	Segmen II titik pengamatan	kecepatan aliran	Segmen III titik pengamatan	kecepatan aliran	Segmen IV titik pengamatan	kecepatan aliran	Segmen V titik pengamatan	kecepatan aliran	Segmen VI titik pengamatan	kecepatan aliran
31	-0.0039	31	-0.0045	31	-0.0042	31	0.1682	31	-0.0064	31	-0.0482
30	-0.0041	30	-0.0046	30	-0.0047	30	0.1668	30	0.0357	30	-0.0528
29	-0.0044	29	-0.0048	29	-0.0054	29	0.1564	29	0.0928	29	-0.0328
28	-0.0046	28	-0.006	28	-0.0072	28	0.1114	28	0.1127	28	-0.0083
27	-0.0047	27	-0.008	27	-0.0096	27	0.0282	27	0.0976	27	0.0106
26	-0.0038	26	-0.009	26	-0.0094	26	-0.0221	26	0.0388	26	0.0274
25	-0.0028	25	-0.0102	25	-0.008	25	-0.0239	25	-0.1408	25	0.0185
24	-0.0024	24	-0.0076	24	-0.0133	24	0.0176	24	-0.2395	24	0.0088
23	-0.0058	23	-5.3846	23	-0.0161	23	0.0967	23	-0.055	23	0.0198
22	-0.0098	22	0.0039	22	-0.007	22	0.1699	22	0.1658	22	0.0616
21	-0.0104	21	0.0036	21	0.0015	21	0.2639	21	0.2921	21	0.1893
20	-0.0059	20	0.0019	20	0.0041	20	0.3086	20	0.4072	20	0.3358
19	0.0021	19	-0.0062	19	0.0055	19	0.2767	19	0.5088	19	0.3736
18	0.0067	18	-0.0181	18	0.0056	18	0.1624	18	0.4948	18	0.4486
17	0.0073	17	-0.0199	17	-0.0046	17	-0.2524	17	0.3598	17	0.5342
16	0.0057	16	-0.0021	16	-0.0219	16	-0.4698	16	0.2138	16	0.4208
15	-0.0023	15	0.0147	15	-0.0209	15	-0.3056	15	0.4292	15	0.3261
14	-0.0085	14	0.0128	14	-0.0013	14	-0.1933	14	0.025	14	0.1223
13	-0.0054	13	0.0033	13	0.0102	13	-0.0793	13	-0.0812	13	-0.0078
12	-0.0015	12	-0.0034	12	0.0097	12	0.0006	12	-0.0761	12	0.0278
11	0.0011	11	-0.004	11	0.0066	11	-0.0075	11	-0.0927	11	-0.1311
10	0.0024	10	-0.0028	10	0.002	10	-0.0427	10	-0.1384	10	-0.2905
9	0.0025	9	-0.0017	9	-0.0037	9	-0.0578	9	-0.1668	9	-0.3517
8	0.002	8	0.0003	8	-0.004	8	-0.0628	8	-0.1573	8	-0.3311
7	0.002	7	0.0025	7	-0.0003	7	-0.0667	7	-0.1378	7	-0.2625
6	0.0021	6	0.0044	6	0.0031	6	-0.0701	6	-0.133	6	-0.1932
5	0.0018	5	0.0056	5	0.0096	5	-0.074	5	-0.133	5	-0.167
4	0.0025	4	0.0064	4	0.0156	4	-0.0786	4	-0.1336	4	-0.1641
3	0.0035	3	0.0061	3	0.0162	3	-0.0845	3	-0.1351	3	-0.1628
2	0.0041	2	0.0051	2	0.0142	2	-0.0925	2	-0.1387	2	-0.1632
1	0.0041	1	0.0048	1	0.0137	1	-0.0971	1	-0.1414	1	-0.1641

[illegible]