

**SKRIPSI**

**SIMULASI KOMPUTASI ALIRAN TERHADAP  
PENEMPATAN BALOK HALANG PADA SALURAN  
PELUNCUR BANGUNAN PELIMPAH**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUH. SYAHRUL IHSAN MT  
D011 19 1066**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## SIMULASI KOMPUTASI ALIRAN TERHADAP PENEMPATAN BALOK HALANG PADA SALURAN PELUNCUR BANGUNAN PELIMPAH

Disusun dan diajukan oleh

**MUH. SYAHRUL IHSAN MT**  
**D011 19 1066**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 21 Februari 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



**Dr. Ir. Riswal K, ST., MT., IPM. AER.**  
NIP 197105052006041002

Pembimbing Pendamping,



**Ir. Andi Subhan Mustari, ST., M. Eng., IPM. AER.**  
NIP 197605312005011004

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng**  
NIP. 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muh. Syahrul Ihsan MT  
NIM : D011 19 1066  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**{SIMULASI KOMPUTASI ALIRAN TERHADAP PENEMPATAN BALOK HALANG PADA SALURAN PELUNCUR BANGUNAN PELIMPAH}**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, November 2023

ng Menyatakan



Muh. Syahrul Ihsan MT

## ABSTRAK

**MUH. SYAHRUL IHSAN MT.** *Simulasi Komputasi Aliran Terhadap Penempatan Balok Halang Pada Saluran Peluncur Bangunan Pelimpah* (dibimbing oleh Ir. Dr. Riswal Karamma, ST., MT., dan Ir. Andi Subhan Mustari, ST., M.Eng., IPM.)

Bangunan pelimpah adalah struktur yang dirancang untuk mengatur aliran air. Saluran peluncur bangunan pelimpah adalah bagian penting dari sistem bendungan yang berfungsi untuk mengatur dan mengalirkan air berlebih. Teknik penghalang seperti balok halang digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi kemungkinan erosi dalam saluran peluncur. Penelitian ini menggunakan simulasi komputasi untuk mempelajari bagaimana perilaku aliran akibat penempatan balok halang pada saluran peluncur bangunan pelimpah berdampak pada perubahan pola aliran air. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan skala model sebagai pemodelan spillway dan hasil dari penelitian tersebut di validasikan menggunakan software iRIC Nays2DH untuk membuat model numerik saluran peluncur spillway dengan menggunakan tiga variasi debit dan satu variasi balok halang dengan konfigurasi sesuai dengan yang dilakukan di laboratorium. Simulasi ini mengevaluasi pola aliran yang terjadi akibat adanya penempatan balok halang pada saluran peluncur, apakah sudah sesuai dengan hasil penelitian di laboratorium atau terdapat perbedaan di dalam hasil penelitian. Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana pengaruh variasi debit dan penempatan balok halang yang ditempatkan pada saluran peluncur berdampak pada perubahan pola aliran dan karakteristik aliran yang terjadi pada saluran peluncur akibat adanya balok halang.

Kata Kunci : Saluran Peluncur Spillway, Balok Halang, iRIC Nays2DH, Pola Aliran

## ABSTRACT

**MUH. SYAHRUL IHSAN MT.** *Computational Simulation of Flow with Respect to Placement of Obstacle Blocks in a Spillway Channel* (supervised by Ir. Dr. Riswal Karamma, ST., MT., dan Ir. Andi Subhan Mustari, ST., M.Eng., IPM.)

A spillway is a structure designed to regulate water flow. The spillway launch channel is an important part of the dam system that serves to regulate and drain overflow water. Barrier techniques such as obstruction blocks are used to improve operational efficiency and reduce the possibility of erosion in the spillway. This research uses computational simulation to study how the flow behavior due to the placement of obstruction blocks in the spillway channel affects the change in water flow pattern. This research was conducted in the laboratory using a scale model as the spillway modeling and the results of the research were validated using iRIC Nays2DH software to create a numerical model of the spillway launcher channel by using three variations of discharge and one variation of obstruction block with configuration according to what was done in the laboratory. This simulation evaluates the flow pattern that occurs due to the placement of the obstruction block in the spillway channel, whether it is in accordance with the results of laboratory research or there are differences in the research results. Hopefully, this research will provide a more in-depth understanding of how the influence of discharge variations and the placement of obstruction blocks placed in the launcher channel have an impact on changes in flow patterns and flow characteristics that occur in the launcher channel due to the presence of obstruction blocks.

Keywords : Spillway Launch Channel, Halang Block, iRIC Nays2DH, Flow Patterns.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Bangunan Pelimpah .....	5
2.3 Peredam Energi .....	6
2.4 Balok Halang.....	7
2.5 Karakteristik Aliran.....	7
2.5.1 Jenis Aliran .....	7
2.5.2 Sifat Aliran .....	9
2.5.3 Aliran Pada Saluran Terbuka .....	10
2.6 Debit.....	10
2.7 Distribusi Kecepatan .....	11
2.8 Angka Manning.....	12
2.9 iRIC .....	12
2.9.1 Solver Nays2DH .....	14
2.9.2 Karakteristik Aliran.....	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	16
3.2 Lokasi Penelitian.....	18
3.3 Metode Penelitian dan Sumber Data.....	18
3.3.1 Metode Penelitian.....	18
3.3.2 Sumber data.....	18
3.3.3 Variabel Penelitian .....	18
3.4 Rancangan Penelitian .....	19
3.4.1 Studi Literatur .....	19
3.4.2 Perancangan Model Penelitian .....	19

3.4.3 Perancangan Model Balok Halang.....	20
3.4.4 Pengumpulan Data .....	21
3.4.5 Analisis Data .....	21
3.4.6 Persiapan Alat dan Bahan .....	22
3.5 Simulasi iRIC .....	23
3.5.1 Metode Pengumpulan Data .....	23
3.5.2 Simulasi iRIC : Nays2DH.....	23
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Data Penelitian.....	34
4.1.1 Hasil Pengukuran Debit Pengaliran .....	34
4.2 Pembahasan Hasil Data Penelitian.....	34
4.2.1 Analisa Ketinggian Muka Air Diatas Pelimpah.....	34
4.2.2 Analisa Bilangan Froude Terhadap Karakteristik Aliran.....	39
4.3 Hasil Simulasi iRIC : Nays2DH .....	48
4.3.1 Analisa Kecepatan Aliran Hasil Simulasi iRIC : Nays2DH .....	48
4.3.2 Validasi Data Hasil Simulasi iRIC : Nays2DH.....	55
4.3.2 Analisa Pola Aliran Hasil Simulasi iRIC : Nays2DH.....	56
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Klasifikasi Aliran pada Saluran Terbuka.....	7
<b>Gambar 2.</b> Aliran Seragam dan Tidak Seragam.....	8
<b>Gambar 3.</b> Bagan pengoperasian software <i>iRIC</i> .....	13
<b>Gambar 4.</b> Bagan Alir Penelitian.....	16
<b>Gambar 5.</b> Diagram Alir Simulasi <i>iRIC</i> .....	17
<b>Gambar 6.</b> Rancangan Model Penelitian .....	20
<b>Gambar 7.</b> Model Balok Halang.....	21
<b>Gambar 8.</b> Model Simulasi <i>Grid</i> pada Software <i>iRIC</i> .....	23
<b>Gambar 9.</b> Tampilan Awal Software <i>iRIC</i> .....	24
<b>Gambar 10.</b> Tampilan Pemilihan Solver .....	24
<b>Gambar 11.</b> Tampilan Metode Pembuatan <i>Grid</i> .....	25
<b>Gambar 12.</b> Tampilan Menu <i>Channel Shape</i> .....	25
<b>Gambar 13.</b> Menu <i>Cross Sectional Shape</i> .....	26
<b>Gambar 14.</b> Tampilan Menu <i>Cross Shape Parameter</i> .....	26
<b>Gambar 15.</b> Tampilan <i>Groups Bed and Channel Shape</i> .....	27
<b>Gambar 16.</b> Tampilan Menu <i>Confirmation</i> .....	27
<b>Gambar 17.</b> Tampilan Import <i>Obstacle</i> .....	28
<b>Gambar 18.</b> Tampilan <i>Polygon Import Setting</i> .....	28
<b>Gambar 19.</b> Hasil Input Desain Bangunan Penelitian Pada <i>Grid</i> Hitungan.....	29
<b>Gambar 20.</b> Tampilan Hasil Copy <i>Obstacle</i> .....	29
<b>Gambar 21.</b> Tampilan Setelah Ditambahkan <i>Polygon</i> .....	30
<b>Gambar 22.</b> Tampilan Setelah Ditambahkan Angka Manning .....	30
<b>Gambar 23.</b> Tampilan <i>Solver Type</i> .....	31
<b>Gambar 24.</b> Menu <i>Boudary Condition</i> .....	31
<b>Gambar 25.</b> Tampilan Untuk Memasukkan Nilai Debit .....	32
<b>Gambar 26.</b> Tampilan Menu Time .....	32
<b>Gambar 27.</b> Tampilan Proses <i>Running</i> .....	33
<b>Gambar 28.</b> Tampilan Hasil <i>Running</i> .....	33
<b>Gambar 29.</b> Grafik Tinggi Muka Air Q1.....	35
<b>Gambar 30.</b> Grafik Tinggi Muka Air Q2.....	35
<b>Gambar 31.</b> Grafik Tinggi Muka Air Q3.....	36
<b>Gambar 32.</b> Grafik Tinggi Muka Air Tanpa Balok Halang .....	36
<b>Gambar 33.</b> Grafik Tinggi Muka Air Q1 dengan Balok Halang.....	37
<b>Gambar 34.</b> Grafik Tinggi Muka Air Q2 dengan Balok Halang.....	37
<b>Gambar 35.</b> Grafik Tinggi Muka Air Q3 dengan Balok Halang.....	38
<b>Gambar 36.</b> Grafik Tinggi Muka Air dengan Balok Halang.....	38
<b>Gambar 37.</b> Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> Q1 .....	40
<b>Gambar 38.</b> Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> Q2 .....	41
<b>Gambar 39.</b> Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> Q3 .....	42
<b>Gambar 40.</b> Grafik Perbandingan Bilangan <i>Froude</i> Tiap Debit Aliran .....	43
<b>Gambar 41.</b> Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> Q1 dengan Balok Halang .....	44
<b>Gambar 42.</b> Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> Q2 dengan Balok Halang .....	45



<b>Gambar 43.</b> Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> Q3 dengan Balok Halang .....	46
<b>Gambar 44.</b> Grafik Perbandingan Bilangan <i>Froude</i> Tiap Debit Aliran dengan Menggunakan Balok Halang .....	47
<b>Gambar 45.</b> Hasil running program <i>iRIC</i> : <i>Nays2DH</i> aliran debit Q1 .....	49
<b>Gambar 46.</b> Hasil running program <i>iRIC</i> : <i>Nays2DH</i> aliran debit Q2 .....	49
<b>Gambar 47.</b> Hasil running program <i>iRIC</i> : <i>Nays2DH</i> aliran debit Q3 .....	50
<b>Gambar 48.</b> Grafik Kecepatan Aliran tanpa Balok Halang .....	51
<b>Gambar 49.</b> Hasil Running Program <i>iRIC</i> : <i>Nays2DH</i> Aliran Debit Q1 dengan Balok Halang .....	52
<b>Gambar 50.</b> Hasil Running Program <i>iRIC</i> : <i>Nays2DH</i> Aliran Debit Q2 dengan Balok Halang .....	52
<b>Gambar 51.</b> Hasil Running Program <i>iRIC</i> : <i>Nays2DH</i> Aliran Debit Q3 dengan Balok Halang .....	53
<b>Gambar 52.</b> Grafik Perbandingan Kecepatan Aliran dengan Balok Halang .....	54
<b>Gambar 53.</b> Hasil Simulasi Pola Aliran Q1 .....	56
<b>Gambar 54.</b> Hasil Simulasi Pola Aliran Q1 dengan Balok Halang .....	57
<b>Gambar 55.</b> Hasil Simulasi Pola Aliran Q2 .....	58
<b>Gambar 56.</b> Hasil Simulasi Pola Aliran Q2 dengan Balok Halang .....	59
<b>Gambar 57.</b> Hasil Simulasi Pola Aliran Q3 .....	60
<b>Gambar 58.</b> Hasil Simulasi Pola Aliran Q3 dengan Balok Halang .....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1</b> Hasil Pengukuran Debit Aliran .....	34
<b>Tabel 2</b> Hasil Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Q1 .....	39
<b>Tabel 3</b> Hasil Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Q2 .....	40
<b>Tabel 4</b> Hasil Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Q3 .....	41
<b>Tabel 5</b> Bilangan <i>Froude</i> Tiap Debit Aliran.....	42
<b>Tabel 6</b> Hasil Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Q1 dengan Balok Halang .....	44
<b>Tabel 7</b> Hasil Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Q2 dengan Balok Halang .....	45
<b>Tabel 8</b> Hasil Perhitungan Bilangan <i>Froude</i> Q3 dengan Balok Halang .....	46
<b>Tabel 9</b> Bilangan <i>Froude</i> Tiap Debit Aliran dengan Balok Halang.....	47
<b>Tabel 10</b> Hasil Simulasi Kecepatan Aliran tanpa Balok Halang.....	51
<b>Tabel 11</b> Hasil Simulasi kecepatan Aliran dengan Balok Halang.....	54
<b>Tabel 12</b> Hasil Validasi data tanpa balok halang .....	55
<b>Tabel 13</b> Hasil Validasi data dengan balok halang .....	55

**DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL**

---

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
$Q$	Debit Pengaliran
$Cd$	Koefisien debit
$Hd$	Tinggi Muka Air di Atas Mercu
$h$	Kedalaman Aliran
$A$	Luas Penampang
$Fr$	Angka Froude
$R$	Jari – Jari Hidrolik Saluran
$v$	Kecepatan Aliran
$g$	Gaya Gravitasi
$n$	Faktor Kekasaran
$S$	Kemiringan Saluran

---

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kecepatan Aliran.....	65
Lampiran 2 Data Ketinggian Muka Air .....	68

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “**SIMULASI KOMPUTASI ALIRAN TERHADAP PENEMPATAN BALOK HALANG PADA SALURAN PELUNCUR BANGUNAN PELIMPAH**” ini, dapat selesai guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

Ada banyak hambatan dan rintangan yang penulis rasakan selama menyusun penulisan skripsi ini. Namun, berkat bantuan dari banyak pihak, skripsi ini bisa berhasil diselesaikan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Ir. Riswal Karamma, ST., MT., IPM. ASEAN. Eng.**, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
3. Bapak **Ir. Andi Subhan Mustari, ST., M.Eng., IPM. ASEAN. Eng.**, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Teman seangkatan Teknik Sipil dan Lingkungan **PORTLAND 2020**, atas segala pengalaman dan cerita suka dukanya.
6. Orang terdekat saya, **Dyan Azizah Wulandari** atas segala dukugannya.

Saya ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih saya yang tulus kepada ayah saya, **Muh. Tabrah**, dan ibu saya, **Salmia Achmad**, atas doa dan dukungannya sepanjang hidup saya. Teristimewa saya sampaikan terimakasih kepada adik **Muh. Syahban**, atas perhatian dan dukungannya.

Kepada semua pihak, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi untuk pengembangan selanjutnya yang lebih baik lagi.

Makassar November 2023

Muh. Syahrul Ihsan MT

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pelimpah (*Spillway*) merupakan salah satu bangunan pelengkap dari bendungan yang berfungsi sebagai pengaman terhadap bahaya air banjir yang melimpas diatas bendungan (*overtopping*). Selain itu, bangunan pelimpah juga berfungsi agar debit dari hujan rancangan yang terjadi cepat mengalir sehingga debit air tidak sempat meluas. Menurut Ratna Musa (2019) Karakteristik aliran yang melewati bangunan pelimpah akan tergantung kepada bentuk dan sifat pelimpah itu sendiri. Untuk kepentingan bangunan air seperti bendungan dan bangunan air lainnya maka perihal karakteristik aliran sangatlah penting untuk menentukan bangunan yang akan dipilih sesuai kebutuhannya. Saluran terbuka merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Salah satu bangunan pelengkap yang dimiliki oleh saluran terbuka adalah bangunan pelimpah yang berfungsi menjaga saluran dari bahaya pelimpahan

Andi Abd.Rahim (2017) mengatakan salah satu bangunan kontrol untuk menyeimbangkan dan melindungi dasar saluran serta tebing sungai adalah pemasangan krib. Rageh (1999) melakukan penelitian terhadap pengaruh pemasangan *buffle block* pada loncatan hidraulik radial. Pada penelitian disimpulkan bahwa pemasangan baffled block memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam meningkatkan kehilangan energi dibandingkan peredam energi tanpa *buffle block*. Hasil penelitian Rageh (1999) ini dapat digunakan sebagai penguat dasar teori penelitian bahwa pemasangan balok halang memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam meningkatkan kehilangan energi dan efektivitas peredam energi.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh penempatan balok halang pada saluran peluncur bangunan pelimpah kemudian melakukan analisa terkait perubahan pola aliran yang terjadi dibandingkan dengan saluran tanpa penggunaan balok halang. Pada penelitian ini dilakukan di laboratorium dimana nantinya hasil dari penelitian kemudian di validasikan dengan software *iRIC Nays2dh*. Togar Simatupang dan Arif (2017)

menjelaskan bahwa pemodelan adalah proses membangun atau membentuk sebuah model dari suatu sistem yang nyata dalam bahasa formal tertentu. Dan model yang sudah diformulasikan dapat diuji kesesuaiannya dengan sistem nyata secara ilmiah. Maka untuk memperkecil kesalahan pengembangan dan hasil dari model, dapat dilakukan penyesuaian - penyesuaian tertentu.

Penelitian dilakukan di laboratorium hidrolika Unhas dengan menggunakan *flume* dengan pemodelan *spillway* kemudian hasil data dari laboratorium berupa data yang didapatkan berupa data kecepatan aliran dan ketinggian muka air di input kedalam simulasi perangkat lunak *iRIC Nays2DH* yang hasilnya nanti di validasikan apakah sesuai dengan hasil data yang ada di dalam penelitian laboratorium.

Dengan latar belakang tersebut yang melandasi penulis membuat perencanaan pemodelan dua dimensi untuk disusun menjadi tugas akhir yang berjudul **“SIMULASI KOMPUTASI ALIRAN TERHADAP PENEMPATAN BALOK HALANG PADA SALURAN PELUNCUR BANGUNAN PELIMPAH”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh karakteristik aliran terhadap penempatan balok halang pada saluran peluncur ?
2. Bagaimanakah pengaruh penempatan balok halang pada saluran peluncur terhadap perubahan pola aliran dengan menggunakan simulasi perangkat lunak *iRIC Nays2DH* ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh penempatan balok halang pada saluran peluncur terhadap perubahan pola aliran dan perubahan karakteristik aliran menggunakan simulasi perangkat lunak *iRIC Nays2DH*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

1. Penambahan wawasan terkait penggunaan perangkat lunak *iRIC* untuk melihat perubahan pola aliran yang terjadi pada bangunan pelimpah dan mengetahui karakteristik aliran yang terjadi akibat penempatan balok halang .
2. Pembahasan dan hasil dari analisis pola aliran pada bangunan pelimpah dengan variasi model peredam energi dapat bermanfaat untuk perkembangan teknologi dan informasi yang akan digunakan kedepannya .

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup meliputi batasan materi dan batasan wilayah dari penelitian ini agar lebih terarah sesuai tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Model yang digunakan adalah model *flume* laboratorium hidraulika
2. Data analisa merupakan data primer dari hasil pengukuran di *flume* laboratorium hidraulika
3. Blok halang yang digunakan merupakan tipe balok halang yang di letakkan secara vertikal ( 90° )
4. Analisis data hasil penelitian menggunakan perangkat lunak *iRIC* : *Nays2DH*.



## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu adalah hasil dari penelitian - penelitian terdahulu yang telah dipublikasikan dan masih relevan dengan simulasi hidrodinamika. Penelitian terdahulu digunakan untuk mengetahui metode dan hasil penelitian yang masih relevan dengan hidrodinamika. Beberapa dari penelitian tersebut digunakan sebagai tolak ukur untuk menganalisis penelitian ini.

Adipura (2013) melakukan penelitian “**pengaruh variasi kemiringan tubuh hilir bendung dan penempatan baffled block pada kolam olak tipe solid roller bucket terhadap loncatan hidrolis dan peredaman energi**”. Adipura (2013) menyimpulkan bahwa efisiensi kehilangan energi bertambah seiring berkurangnya variasi debit. Selain itu pemasangan *baffled block* yang diletakkan pada awal radius lengkungan adalah yang paling efektif dalam mereduksi energi aliran. Hasil penelitian Adipura (2013) ini dapat digunakan sebagai dasar pemikiran dalam melakukan pemasangan balok halang pada saluran peluncur dengan variasi debit di penelitian ini.

Pudyono (2013) melakukan penelitian “**pola gerusan akibat aliran superkritis di hilir pintu air menggunakan endsill dan baffled block dengan simulasi model integrasi numerik**”. Pada penelitian disimpulkan bahwa pemasangan baffled block memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam mengurangi gerusan (gerusan berkurang 20%-30%) dibandingkan pemasangan endsill (gerusan berkurang 10%- 15%). Hasil penelitian Pudyono (2013) ini dapat digunakan sebagai penguat dasar teori penelitian bahwa pemasangan balok halang memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam mereduksi energi aliran yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan pola aliran.

Rageh (1999) melakukan penelitian terhadap “**pengaruh pemasangan baffled block pada loncatan hidraulik radial**”. Pada penelitian disimpulkan bahwa pemasangan *baffled block* memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam meningkatkan kehilangan energi dibandingkan peredam energi tanpa *baffled block*. Hasil penelitian Rageh (1999) ini dapat digunakan sebagai penguat dasar teori

penelitian bahwa pemasangan balok halang memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam meningkatkan kehilangan energi dan efektivitas peredam energi.

## 2.2 Bangunan Pelimpah

Pelimpah (*Spillway*) merupakan salah satu bangunan pelengkap dari bendungan yang berfungsi sebagai pengaman terhadap bahaya air banjir yang melimpas diatas bendungan (*overtopping*). Selain itu, bangunan pelimpah juga berfungsi agar debit hujan rancangan yang terjadi cepat mengalir sehingga debit air tidak sempat meluas (Ratna Musa, 2019).

Pelimpah berfungsi untuk melimpahkan debit air yang dianggap berlebihan untuk menanggulangi bahaya *overtopping* terhadap beberapa jenis kelengkapan bangunan air, sehingga ketinggian air tidak melebihi batas yang ditetapkan agar tidak terjadi kerusakan pada sebuah bendungan. Dengan adanya *spillway*, elevasi muka air di hulu di desain tidak akan melampaui batas maksimum berkaitan dengan debit banjir rencana.

(Prayudi et al., 2022) menjelaskan bahwa pada bendungan urugan, bendungan *spillway* harus terbuat dari beton dengan penempatan pada lokasi yang mempunyai daya dukung kuat, kemiringan yang curam, jarak dengan alur sungai lebih pendek serta aliran yang searah dengan aliran downstream sungai sehingga saluran peluncur dan pelepasannya ke sungai tidak terlalu panjang serta mempunyai hidrolis yang baik. Sangat tidak diperkenankan untuk menempatkan *spillway* harus di luar as bendungan.

(Prayudi et al., 2022) menekankan bahwa untuk bendungan beton cenderung membutuhkan *spillway* yang lebih sederhana. Biasanya menyatu dengan bendungan berupa *spillway ski-jump*. Karena penggunaan *chute spillway* atau pelimpah peluncur pada bendungan beton membutuhkan biaya yang sangat tinggi. Disebabkan berbagai macam kondisi, baik yang berkaitan dengan struktur *spillway* itu sendiri maupun tinggi muka air di hilir, umumnya diperlukan model tes hidrolik untuk mendapatkan desain terbaik *spillway*.

### 2.3 Peredam Energi

Peredam energi adalah kelengkapan dari bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau meredam energi akibat kecepatan aliran yang tinggi. Sebagian besar kerusakan bangunan air di Indonesia disebabkan oleh penggerusan lokal (*lokal scouring*) yang terjadi di hilir, faktor utama terjadinya penggerusan yang dalam pada bagian hilir adalah peredam energi yang belum berfungsi secara efektif (Kustamar, 2006).

(Desyta Ulfiana, 2018) menjelaskan bahwa kondisi pengaliran yang terjadi pada saluran peluncur adalah aliran super kritis yang memiliki kecepatan tinggi. Kondisi ini yang menyebabkan sungai di hilir bendung atau bendungan mengalami gerusan. Untuk menghindari agar tidak terjadi gerusan yang membahayakan geometri sungai pada bagian dasar dan tebing sungai, maka sebelum aliran air di alirkan ke sungai harus diperlambat dan diubah pada kondisi pengaliran subkritis.

Bangunan peredam energi yang dipakai biasanya adalah kolam olakan (*Stilling Basin*). Dimensi kolam olak sangat ditentukan oleh kondisi loncatan air. Beberapa penelitian telah mengkaji loncatan air pada aliran horizontal dan saluran yang mempunyai kemiringan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh USBR (*United State Beureau Of Reclamation*). Penelitian yang telah dilakukan oleh USBR menghasilkan beberapa tipe kolam olak peredam energi yang mempunyai spesifikasi masing-masing. Salah satu tipe II. Peredam energi USBR tipe II dilengkapi dengan gigi-gigi pemancar aliran dibagian hulu dasar kolam dan ambang bergerigi dibagian hilirnya. Kolam olakan tipe ini digunakan untuk aliran dengan tekanan hidrostatis yang tinggi dan dengan debit yang besar ( $Q = 45 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$ ), tekanan hidrostatis  $> 60 \text{ m}$  dan bilangan froude  $> 4.5$ ). Gigi-gigi pemancar aliran berfungsi untuk lebih meningkatkan efektifitas peredaman, sedangkan ambang bergerigi berfungsi sebagai penstabil loncatan hidrolis dalam kolam olakan tersebut. Kolam olakan tipe ini sangat sesuai untuk bendungan tipe urugan dan penggunaannya cukup luas.

TWI (*Tail Water Level*) dari USBR Tipe II tidak boleh kurang dari *sequent depth* ( $h_2'$ ) dan keamanan minimal sebesar 5% dari *sequent depth* telah direkomendasikan oleh (Purwanto et al., 2017) Panjang dari peredam energi ( $l_b$ )

didekati dengan  $lb/h2' = 4$  pada kisaran yang direkomendasikan dari bilangan froude  $4 < F1 < 14$ .

## 2.4 Balok Halang

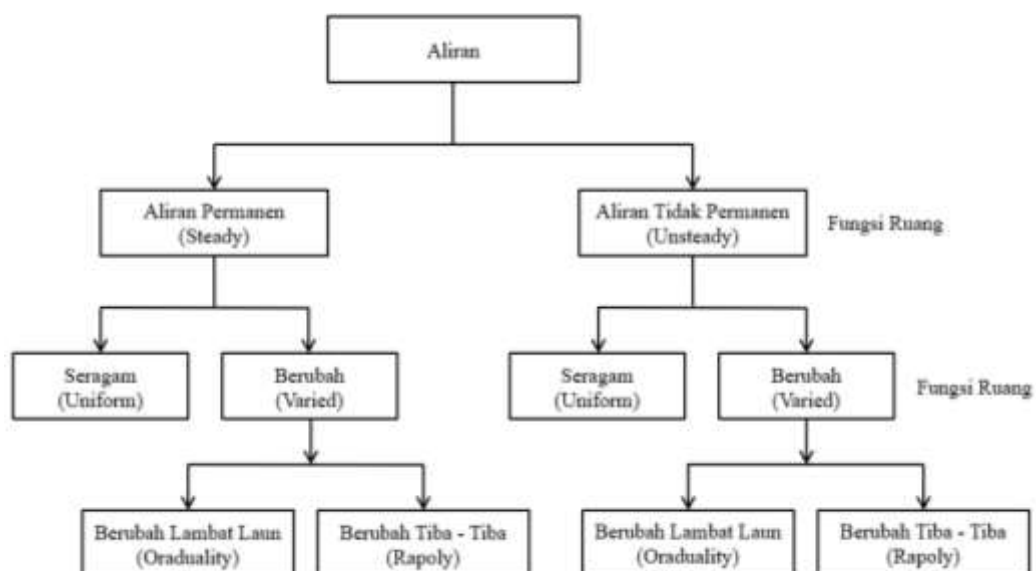
Cara paling efektif untuk mereduksi panjang kolam olak adalah pemasangan balok peredam energi pada kolam olak. Salah satu balok peredam yang memiliki fungsi cukup signifikan dalam mereduksi energi aliran adalah *baffled block*. *Baffled block* menyebabkan terjadinya loncatan hidraulik dan mereduksi momentum sehingga mereduksi kecepatan aliran (Desyta ulfiana, 2018).

## 2.5 Karakteristik Aliran

### 2.5.1 Jenis Aliran

#### 1. Aliran Permanen dan Aliran Tidak Permanen

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*). Jika kecepatan pada suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu maka alirannya disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*) (Indarto, 2016) juga mengklasifikasikan aliran tunak dan tidak tunak sebagai berikut:



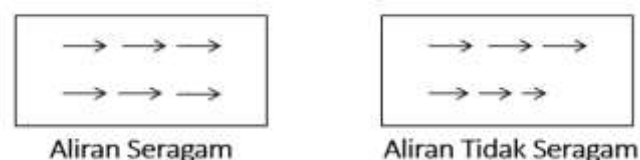
**Gambar 1.** Klasifikasi Aliran pada Saluran Terbuka

- a. Aliran tunak dan seragam (*steady uniform flow*), menggambarkan suatu kondisi aliran yang tidak berubah sepanjang sungai dan sepanjang waktu.
- b. Aliran tunak tetapi tidak seragam (*steady nonuniform flow*), menggambarkan kondisi aliran yang berubah dari titik ke titik di dalam sungai, tetapi pola tersebut tetap sepanjang waktu.
- c. Aliran tidak tunak tetapi seragam (*unsteady uniform flow*), menggambarkan suatu jenis aliran pada saat yang sama dan kondisi di setiap titik seragam, tetapi berubah sejalan dengan perubahan waktu.
- d. Aliran tidak tunak dan tidak seragam (*unsteady nonuniform flow*), menyatakan suatu aliran yang kondisi alirannya selalu berubah dari titik ke titik maupun dari waktu ke waktu.

## 2. Aliran Seragam dan Aliran Tidak Seragam

Jika kecepatan aliran pada suatu waktu tertentu tidak berubah sepanjang saluran yang ditinjau maka alirannya disebut aliran seragam (*uniform flow*). Namun, jika kecepatan aliran pada saat tertentu berubah terhadap jarak, alirannya disebut aliran tidak seragam atau aliran berubah (*nonuniform flow or varied flow*).

Bergantung pada laju perubahan kecepatan terhadap jarak, aliran dapat diklasifikasikan menjadi aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) dan aliran berubah tiba-tiba (*rapidly varied flow*). Aliran berubah lambat laun, perubahan kecepatan terjadi secara gradual terhadap jarak sehingga pengaruh percepatan pada aliran antara dua potongan yang berdekatan dapat diabaikan. Aliran berubah tiba-tiba adalah suatu aliran yang kedalaman airnya berubah secara signifikan pada jarak pendek. Hal ini terjadi di mana ada gangguan lokal terhadap keseimbangan antara gravitasi dan gesekan atau ketidaksesuaian antara kedalaman di hulu dan hilir (loncat air) (Suripin, 2018).



**Gambar 2.** Aliran Seragam dan Tidak Seragam

## 3. Aliran Laminer dan Aliran Turbulen

Jika partikel zat cair bergerak mengikuti alur tertentu dan aliran tampak seperti gerakan serat-serat atau lapisan-lapisan tipis yang parallel maka alirannya disebut aliran laminar. Sebaliknya, jika partikel zat cair bergerak mengikuti alur yang tidak beraturan, baik ditinjau terhadap ruang maupun waktu maka alirannya disebut aliran turbulen.

Faktor yang menentukan keadaan aliran adalah pengaruh relatif antara gaya kekentalan (*viskositas*) dan gaya inersia. Jika gaya viskositas dominan, alirannya laminar. Jika gaya inersia yang dominan, maka alirannya turbulen.

### 2.5.2 Sifat Aliran

(Prayudi et al., 2022) bahwa kedalaman gerusan di hilir kolam olakan tanpa proteksi terdapat hubungan yang erat antara kedalaman gerusan maksimum dan kedalaman aliran di hilir kolam olak dengan angka *froude*, dimana semakin kecil angka *froude* maka kedalaman gerusan maksimum berbanding kedalaman aliran semakin besar.

Menurut (Chow V.T, 1959) dalam buku open channel hydraulics di jelaskan bahwa akibat gaya tarik bumi terhadap aliran dinyatakan dengan rasio inersia dan gaya tarik bumi ( $g$ ). Rasio ini ditetapkan sebagai bilangan *froude* untuk saluran terbuka dinyatakan sebagai berikut :

- a. Aliran subkritis, jika bilangan *froude* lebih kecil dari satu ( $Fr < 1$ ). Untuk aliran subkritis, kedalaman biasanya lebih besar dan kecepatan aliran rendah (semua riak yang timbul dapat bergerak melawan arus).
- b. Aliran kritis, jika bilangan *froude* sama dengan satu ( $Fr = 1$ ) dan gangguan permukaan misalnya akibat riak yang terjadi akibat batu yang dilempar ke dalam sungai tidak akan bergerak menyebar melawan arus.
- c. Aliran superkritis, jika bilangan *froude* lebih besar dari satu ( $Fr > 1$ ). Untuk aliran superkritis, kedalaman aliran relative lebih kecil dan kecepatan tinggi (segala riak yang ditimbulkan dari suatu gangguan adalah mengikuti arah arus).

Apabila yang dipertimbangkan adalah besarnya perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dan gaya gravitasi maka aliran dapat dibagi menjadi : aliran subkritis, kritis dan aliran superkritis. Parameter tidak berdimensi yang membedakan tipe aliran tersebut adalah angka *froude* ( $Fr$ ) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembaman dengan gaya gravitasi.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gD}}$$

Dimana:

- $Fr$  = Bilangan Froude
- $v$  = Kecepatan rata - rata penampang (m/s)
- $D$  = Kedalaman maksimum aliran (m)
- $g$  = Gaya gravitasi ( $m/s^2$ )

Jika:

- $Fr < 1$             aliran subkritis
- $Fr = 1$             aliran kritis
- $Fr > 1$             aliran superkritis

### 2.5.3 Aliran Pada Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dengan muka air bebas pada semua titik di sepanjang saluran dengan tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (masih ada muka air bebas) masih termasuk dalam aliran terbuka (Chow, 1992 dan Raju, 1986).

Aliran yang melalui saluran terbuka dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu aliran sub kritis (mengalir), super kritis (meluncur) dan aliran kritis. Aliran disebut sub kritis apabila suatu gangguan yang terjadi di suatu titik pada aliran dapat menjalar ke arah hulu. Aliran sub kritis dipengaruhi oleh kondisi hilir, dengan kata lain keadaan di hilir akan mempengaruhi aliran di sebelah hulu. Apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga gangguan yang terjadi tidak menjalar ke hulu maka aliran adalah super kritis (Triatmodjo, 1993).

## 2.6 Debit

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume) yang melewati sungai persatuan waktu. Dalam system satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik perdetik ( $m^3/dtk$ ) (Chay Asdak, 2010). Sumber air terbesar berasal dari curah hujan, di bagian hulu umumnya curah hujannya lebih tinggi, dibandingkan di daerah tengah hilir. Sumber lainnya berasal dari aliran bawah tanah, yang di

bedakan menjadi air *sub surface run off*, mata air dan air bawah tanah (*base flow*) (Tarsoen Waryono, 2014).

(Triatmojo B,1992) Debit pengaliran pada saluran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V$$

dimana :

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{det)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/det)}$$

$$A = \text{Luas penampang aliran (m}^2\text{)}$$

Kalibrasi terhadap alat ukur debit *thompson* dimaksudkan untuk menentukan koefisien debit  $C_d$ . Berdasarkan rumus debit pada persamaan berikut :

$$Q = \frac{8}{15} \times C_d \times H^{2.5} \times \sqrt{2 \times g}$$

dimana:

$$Q = \text{debit aliran (m}^3/\text{s)}$$

$$C_d = \text{Koefisien debit}$$

$$g = \text{grafitasi bumi ( m/s}^2\text{)}$$

$$h = \text{kedalaman air pada bak pengukuran debit (m)}$$

Untuk menentukan nilai  $C_d$  dari persamaan diatas, harus diketahui besarnya tinggi aliran ( $h$ ) pada alat ukur debit. Agar diperoleh hasil  $C_d$  yang lebih teliti maka dilakukan pengukuran tinggi  $h$  dan  $Q$  yang berbeda- beda.

## 2.7 Distribusi Kecepatan

Dalam aliran melalui saluran terbuka, distribusi kecepatan tergantung pada banyak faktor, seperti bentuk saluran, kekasaran dinding dan juga debit aliran. Distribusi kecepatan tidak merata di setiap titik pada tampang lintang. Distribusi kecepatan pada vertikal dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran pada berbagai kedalaman. Semakin banyak titik pengukuran akan memberikan hasil semakin baik. Biasanya pengukuran kecepatan di lapangan dilakukan dengan menggunakan current meter Untuk keperluan praktis dan ekonomis, dimana sering diperlukan



kecepatan rerata pada vertikal, 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 di lapangan dan tidak ada penjelasan secara teoritis. Besar kecepatan rerata ini bervariasi antara 0,8 dan 0,95 kecepatan di permukaan dan biasanya diambil sekitar 0,85 (Triatmojo B, 1996).

## 2.8 Angka Manning

Untuk keperluan praktis, aliran dalam saluran dapat dianggap seragam dalam keadaan normal, yaitu apabila tidak terjadi banjir atau aliran berubah yang jelas tampak akibat ketidakaturan saluran.

Rumus kecepatan manning seperti pada persamaan berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

dimana :

V = kecepatan rata - rata (m/detik)

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan energi (%)

Sehingga angka kekasaran dapat dinyatakan seperti (Gilley et al. 1991) :

$$n = \frac{1}{V} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

dimana :

V = kecepatan rata-rata (m/detik)

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

S = kemiringan energi (%)

n = faktor kekasaran

A = luas basah potongan melintang (m<sup>2</sup>)

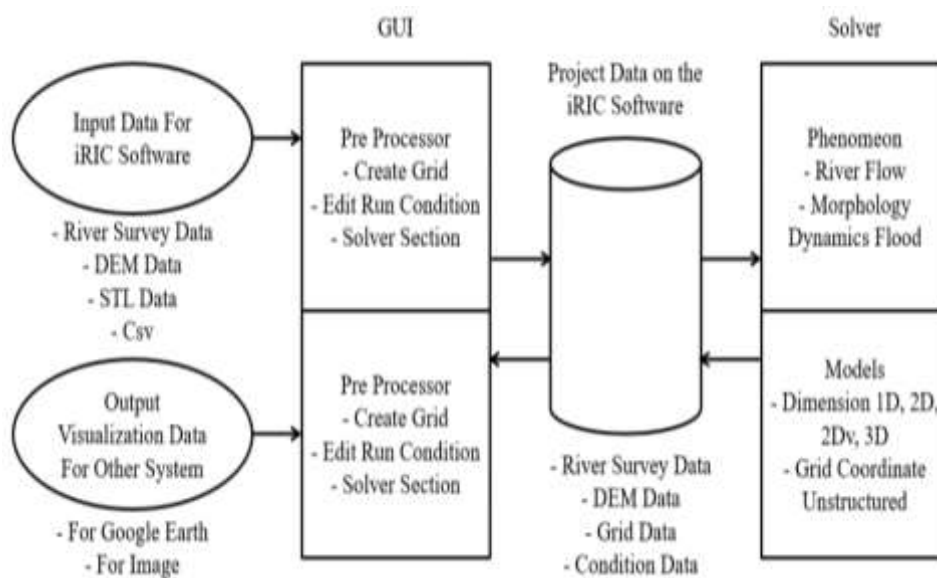
P = penampang basah saluran (m)

## 2.9 iRIC

*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. CERI1D
7. Culvert Analysis Program (CAP)
8. Slope Area Computation (SAC)

9. Mflow\_02
10. River2D
11. NaysCUBE
12. NaysEddy
13. SToRM
14. Nays2DFlood

### **2.9.1 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*.

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

### **2.9.2 Karakteristik Aliran**

- a. System koordinat yang digunakan adalah system koordinat secara umum. Bentuk (batas) sungai yang kompleks 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. 32
- 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.