

TUGAS AKHIR

SIMULASI MODEL *DAM BREAK* SATU DIMENSI PADA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE NUMERIK BEDA HINGGA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



MUHAMAD AMMAR SALFAYED

03011381924119

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**SIMULASI MODEL *DAM BREAK* SATU DIMENSI
PADA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE
NUMERIK BEDA HINGGA**

TUGAS AKHIR

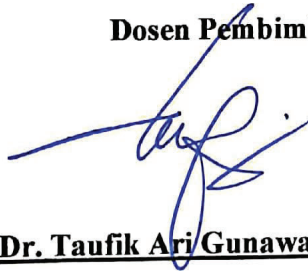
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

MUHAMAD AMMAR SALFAYED
03011381924119

Palembang, April 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T.

NIP. 197003291995121001

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Dr. Saloma, S.T., M.T

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat TUHAN yang melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Simulasi Model *Dam Break* Satu Dimensi Pada Saluran Terbuka Dengan Metode Numerik Beda Hingga**”. Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak yang telah membantu, diantaranya :

1. Orang tua, keluarga, yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T. M.T. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir ini.
6. Ibu Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T. yang selaku dosen pembimbing akademik penulis.
7. Irfaan Dzakiy, S. T., Angga Kusuma, S. T., dan Jemima Tobing sahabat saya yang sudah memberikan tempat tinggal di Bandung agar terselesaikannya tugas akhir ini.
8. Amri teman saya yang sudah membantu menemani perjalanan saya ke Bandung untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Putri Fathiah Humairoh, S. H. yang sudah memberi saya banyak dukungan, memberi bantuan perbaikan dan beberapa ide untuk menulis laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan yang berkenaan dengan proposal tugas akhir ini.

Inderalaya, April 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xiii
HALAMAN PERSETUJUAN	xiv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Fluida.....	8
2.3. Keadaan Aliran.....	9
2.4. Hukum Kekekalan Massa.....	11
2.5. Hukum Kekekalan Momentum.....	13
2.6. Persamaan Perairan Dangkal (<i>Shallow Water Equation</i>) Satu Dimensi.....	16
2.7. Metode Beda Hingga.....	17
2.7.1. Deret Taylor.....	18
2.7.2. Skema Maju.....	18
2.7.3. Skema Mundur.....	20
2.7.4. Skema Tengah.....	21
2.8. Karakteristik Persamaan Perairan Dangkal Pada Kasus <i>Dam Break</i>	22

2.9. Solusi Eksak Persamaan <i>Shallow Water Equations</i> (SWE)	23
BAB III METODELOGI PENELITIAN	36
3.1. Studi Literatur	36
3.2. <i>Flowchart</i> / Bagan Alur Penelitian	36
3.3. Penurunan Persamaan Gelombang Perairan Dangkal Untuk Solusi <i>Dam Break</i> (<i>Shallow Water Equation</i>) Satu Dimensi	37
3.3.1. Sistem Koordinat	38
3.3.2. Syarat Batas	39
3.4. Persamaan Kontinuitas	40
3.5. Persamaan Momentum	42
3.6. Masalah pada <i>Dam Break</i>	45
3.7. Solusi Numerik Beda Hingga Grid Kolokasi (<i>Crowhust-Li FDM</i>)	47
3.7.1. Beda Mundur untuk Variabel Waktu t	47
3.7.2. Beda Pusat untuk Variabel Ruang x	48
3.8. Solusi Numeris Beda Hingga <i>MacCormack</i>	53
3.8.1. Tahap Prediktor pada Metode Beda Hingga <i>MacCormack</i>	54
3.8.2. Tahap Korektor pada Metode Beda Hingga <i>MacCormack</i>	54
3.9. Metode Beda Hingga <i>The Lax-Friedrichs</i>	55
3.9.1. Beda Maju untuk Variabel Waktu t dan Beda Pusat untuk Variabel Ruang x	55
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	57
4.1. Metode Beda Hingga Grid Kolokasi (<i>Crowhust- Li FDM</i>)	58
4.2. Metode Beda Hingga <i>LaxFriedrichs</i>	60
4.3. Metode Beda Hingga <i>MacCormack</i>	61
BAB V PENUTUP	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Jenis fluida berdasarkan gaya gesernya.....	9
Gambar 2. 2 massa aliran yang keluar dari area W_0 melalui periode waktu yang kecil Δt (González & Thalhammer, 2006).....	12
Gambar 2. 3 Lintasan partikel. (González & Thalhammer, 2006).....	13
Gambar 2. 4 Ilustrasi keadaan fluida untuk konteks satu dimensi (Hati,2020).....	17
Gambar 2. 5 Ilustrasi Skema Maju (Routh, 2015).....	19
Gambar 2. 6 Ilustrasi Skema Mundur (Routh, 2015).....	20
Gambar 2. 7 Ilustrasi Skema Tengah (Routh, 2015).....	21
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian.....	36
Gambar 3.2 Sistem koordinat kartesian (González & Thalhammer, 2006).....	38
Gambar 3.3 Kondisi batas pada perairan dangkal.....	39
Gambar 3.4 Ruang titik sepanjang ruas Δx	41
Gambar 3.5 Ilustrasi Penurunan Persamaan Momentum.....	44
Gambar 3.6 Ilustrasi Kondisi Kasus Dam Break (Purwitaningsih & Mungkasi, 2018).....	46
Gambar 4. 1 Ilustrasi kasus dam break.....	57
Gambar 4.2. Grafik Simulasi Numerik menggunakan Metode Beda Hingga Grid Kolokasi.....	58
Gambar 4. 3 Grafik galat kecepatan air (u) dan kedalaman air (h) menggunakan metode beda hingga Grid Kolokasi.....	59
Gambar 4.4. Gambar Grafik Simulasi Numerik Metode Beda Hingga Lax-Friedrichs.....	60
Gambar 4. 5 Grafik galat kecepatan air (u) dan kedalaman air (h) menggunakan metode beda hingga LaxFriedrichs.....	61
Gambar 4.6. Gambar Grafik Simulasi Numerik dengan Metode Beda Hingga Mac- Cormack.....	62
Gambar 4. 7 Grafik galat kecepatan air (u) dan kedalaman air (h) menggunakan metode beda hingga MacCormack.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Simulasi Numerik dengan Metode Beda Hingga Grid Kolokasi	59
Tabel 4.2. Hasil Simulasi Numerik dengan Metode Beda Hingga <i>LaxFriedrichs</i>	60
Tabel 4.3. Hasil Simulasi Numerik dengan Metode Beda Hingga <i>MacCormack</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1..... Lampiran Coding Metode Beda Hingga Grid Kolokasi.....	69
2..... Lempiran Coding Grafik Galat Metode Beda Hingga Grid Kolokasi	72
3..... Lampiran Coding Metode Beda Hingga <i>LaxFriedrcihs</i> dan <i>MacCormack</i>	73
4..... Lempiran Coding Grafik Galat Metode Beda Hingga <i>LaxFriedrichs</i>	81
5..... Lempiran Coding Grafik Galat Metode Beda Hingga <i>MacCormack</i>	82
6..... Lembar Asistensi Dosen.....	83
7..... Hasil Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir.....	86
8..... Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir.....	87
9..... Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	88

SIMULASI MODEL *DAM BREAK* SATU DIMENSI PADA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE NUMERIK BEDA HINGGA

Muhamad Ammar Salfayed¹⁾, Taufik Ari Gunawan²⁾

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: ammarsalfayed30@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: taufikarigunawan@ft.unsri.ac.id

Abstrak

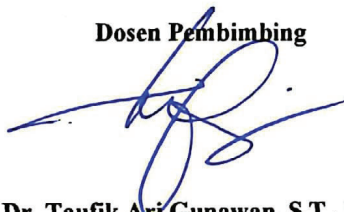
Bendungan (*dam*) merupakan bangunan hidrolik yang memiliki resiko tinggi terjadinya bencana alam. Penyebabnya dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti limpasan, cacat pondasi, atau kebocoran. Upaya mitigasi dilakukan dengan berbagai pemodelan matematik kasus *dam break*. Pemodelan matematik ini dilakukan untuk mengevaluasi aliran fluida yang terjadi agar dapat dianalisis kemungkinan bencananya. Persamaan perairan dangkal (*Shallow Water Equations*) yang diturunkan oleh Adhemar Jean Claude Barre de Saint- Venant, merupakan persamaan umum digunakan dalam pemodelan matematik pada satunya *dam break*. Penyelesaian persamaan ini akan diselesaikan dengan metode numerik beda hingga yang unggul dalam segi komputasi. Metode numerik ini dapat dilakukan dengan bantuan program MATLAB. Akan digunakan tiga metode numerik beda hingga, yaitu metode beda hingga Grid Kolokasi (*Crowhust-Li FDM*), *LaxFriedrichs*, *MacCormack*. *Output* yang didapat berupa grafik tinggi muka air dan kecepatan fluida. Ditemukan bahwa metode beda hingga *MacCormack* memberikan hasil yang lebih akurat dalam penyelesaian kasus *dam break*.

Kata Kunci: *Crowhust-Li FDM*, *Dam Break*, *LaxFriedrichs*, *MacCormack*, metode beda hingga, *Shallow Water Equations*

Palembang, April 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T.

NIP. 197003291995121001

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saizma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

SIMULASI MODEL *DAM BREAK* SATU DIMENSI PADA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE NUMERIK BEDA HINGGA

Muhamad Ammar Salfayed¹⁾, Taufik Ari Gunawan²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: ammarsalfayed30@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: taufikarigunawan@ft.unsri.ac.id

Abstract

Dams are hydraulic structures that have a high risk of natural disasters. This can be caused by several factors such as overflow, foundation defects, or leakage. Mitigation efforts are carried out through various methods including mathematical modeling of dam break scenarios. This mathematical modeling is performed to evaluate the fluid flow that occurs and analyze the likelihood of a disaster. The Shallow Water Equations, derived by Adhemar Jean Claude Barre de Saint-Venant, are the general equations used in mathematical modeling of dam break scenarios. These equations are solved using superior numerical methods in terms of computation, such as the Finite Difference Method with Collocation Grid (Crowhurst-Li FDM), Lax-Friedrichs method, and MacCormack method. These numerical methods can be performed using MATLAB programs. The output obtained includes water surface elevation and fluid velocity graphs. It was found that the MacCormack finite difference method provided more accurate results in solving dam break scenarios.

Keywords: *Crowhurst-Li FDM, Dam Break, LaxFriedrichs, MacCormack, finite difference method, Shallow Water Equations.*

Palembang, April 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T.

NIP. 197003291995121001

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saoma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

SIMULASI MODEL *DAM BREAK* SATU DIMENSI PADA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE NUMERIK BEDA HINGGA

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 27 Maret 2023

Muhamad Ammar Salfayed; Dibimbing oleh Dr. Taufik Ari Gunawan, S. T., M. T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvi + 88 halaman, 20 gambar, 3 tabel, 9 lampiran

Bendungan (*dam*) merupakan bangunan hidrolis yang memiliki resiko tinggi terjadinya bencana alam. Penyebabnya dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti limpasan, cacat pondasi, atau kebocoran. Upaya mitigasi dilakukan dengan berbagai dengan pemodelan matematik kasus *dam break*. Pemodelan matematik ini dilakukan untuk mengevaluasi aliran fluida yang terjadi agar dapat dianalisis kemungkinan bencananya. Persamaan perairan dangkal (*Shallow Water Equations*) yang diturunkan oleh Adhemar Jean Claude Barre de Saint- Venant, merupakan persamaan umum digunakan dalam pemodelan matematik pada satunya *dam break*. Penyelesaian persamaan ini akan diselesaikan dengan metode numerik beda hingga yang unggul dalam segi komputasi. Metode numerik ini dapat dilakukan dengan bantuan program MATLAB. Akan digunakan tiga metode numerik beda hingga, yaitu metode beda hingga Grid Kolokasi (*Crowhust- Li FDM*), *LaxFriedrichs*, *MacCormack*. *Output* yang didapat berupa grafik tinggi muka air dan kecepatan fluida. Ditemukan bahwa metode beda hingga *MacCormack* memberikan hasil yang lebih akurat dalam penyelesaian kasus *dam break*.

Kata Kunci: *Crowhust-Li FDM*, *Dam Break*, *LaxFriedrichs*, *MacCormack*, metode beda hingga, *Shallow Water Equations*

SUMMARY

SIMULATION OF ONE- DIMENSIONAL DAM BREAK MODEL IN OPEN CHANNEL WITH FINITE DIFFERENCE METHODS

Scientific papers in form of Final Projects, March 27th 2023

Muhamad Ammar Salfayed; Guide by Advisor Dr. Taufik Ari Gunawan, S. T., M. T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvi + 88 pages, 20 images, 3 tables, 9 attachments

Dams are hydraulic structures that have a high risk of natural disasters. This can be caused by several factors such as overflow, foundation defects, or leakage. Mitigation efforts are carried out through various methods including mathematical modeling of dam break scenarios. This mathematical modeling is performed to evaluate the fluid flow that occurs and analyze the likelihood of a disaster. The Shallow Water Equations, derived by Adhemar Jean Claude Barre de Saint-Venant, are the general equations used in mathematical modeling of dam break scenarios. These equations are solved using superior numerical methods in terms of computation, such as the Finite Difference Method with Collocation Grid (Crowhurst-Li FDM), Lax-Friedrichs method, and MacCormack method. These numerical methods can be performed using MATLAB programs. The output obtained includes water surface elevation and fluid velocity graphs. It was found that the MacCormack finite difference method provided more accurate results in solving dam break scenarios.

Keywords: *Crowhurst-Li FDM, Dam Break, LaxFriedrichs, MacCormack, finite difference method, Shallow Water Equations*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ammar Salfayed

NIM : 03011381924119

Judul : Simulasi Model *Dam Break* Satu Dimensi Pada Saluran Terbuka Dengan Metode Numerik Beda Hingga

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Maret 2023



Muhamad Ammar Salfayed
NIM. 03011381924119

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Model *Dam Break* Satu Dimensi pada Saluran Terbuka dengan Metode Numerik Beda Hingga” yang disusun oleh, Muhamad Ammar Salfayed, 03011381924119 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Maret 2023.

Palembang, 27 Maret 2023

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Dr. Taufi Ari Gunawan, S. T., M. T.
NIP. 197003291995121001



Anggota:

2. Ir. Sarino, MSCE
NIP. 195909061987031004



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 1976103120022122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ammar Salfayed

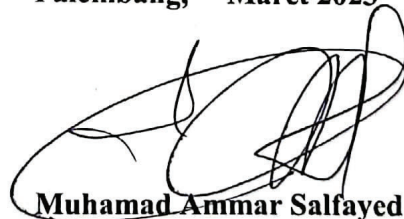
NIM : 03011381924119

Judul : Simulasi Model *Dam Break* Satu Dimensi Pada Saluran Terbuka Dengan Metode Numerik Beda Hingga

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2023



Muhamad Ammar Salfayed

NIM. 03011381924119

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhamad Ammar Salfayed
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 089671027026
E-mail : ammarsalfayed30@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Islam Az- Zahrah Palembang			SD	2006- 2012
SMP Negeri 1 Palembang			SMP	2012- 2015
SMA Negeri 17 Palembang		MIPA	SMA	2015- 2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019- 2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Muhamad Ammar Salfayed
03011381924119

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manusia adalah makhluk dengan kandungan air sebesar 60-70% di dalam tubuhnya. Hal ini menunjukkan bahwa manusia tidak dapat hidup tanpa adanya air. Menurut Lembaga Survei Geologi Amerika Serikat, bumi sendiri mengandung sekitar 326 juta kubik mil air. Sebesar 72% bumi ditutupi oleh air, tetapi 97% airnya asin dan tidak layak untuk diminum. 70% air minum dalam bentuk es dan kurang dari 1% air minum dunia siap digunakan.

Ada enam negara di dunia (Brasil, Rusia, Kanada, Indonesia, Cina, dan Kolombia) yang memiliki 50% air minum dunia. Pada saat yang sama, sepertiga populasi dunia tinggal di negara-negara yang akses air minumnya terbatas. Menurut Survei Geologi AS, konsentrasi air minum yang tersimpan di dalam tanah lebih besar daripada bentuk cair di permukaan.

Di dalam kehidupan sehari-hari banyak ditemukan fenomena bencana akibat air, seperti banjir, *dam break*, tsunami. Di dalam bidang teknik sipil konstruksi bangunan hidrolik dibuat untuk menghindari fenomena bencana alam yang diakibatkan air ini. Perencanaan bangunan hidrolik seperti bendungan, gorong-gorong, saluran pembuangan, dan lainnya sudah banyak dilaksanakan.

Pada konstruksi bangunan hidrolik penampang pada struktur ini bisa terbuka atau tertutup (Chaudhry, 2020) pada bagian atasnya. Untuk struktur yang bagian atasnya tertutup disebut dengan saluran tertutup dan struktur yang bagian atasnya terbuka disebut dengan saluran terbuka. Sebagai contoh terowongan dan pipa termasuk dalam saluran tertutup sedangkan sungai, kali, muara, bendungan termasuk saluran terbuka.

Dari contoh konstruksi bangunan hidrolik, bangunan hidrolik yang dibangunpun mampu memberikan potensi bencana alam. Hal ini terjadi biasanya diakibatkan karena konstruksi bangunan yang dibuat kurang baik. Bangunan hidrolik yang potensinya paling besar mengakibatkan bencana adalah konstruksi bangunan hidrolik bendungan (*dam*). Pencegahan mitigasi akibat *dam break* dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah dengan memodelkan kejadian *dam break* ke dalam model matematik.

Penggunaan model matematik untuk simulasi fenomena hidrolik sering digunakan sebagai alat prediksi untuk mengevaluasi bangunan konstruksi agar dapat dianalisis kemungkinan terjadinya bencana. Persamaan *Saint Venant*, merupakan persamaan yang diturunkan oleh Adhemar Jean Claude Barre de Saint- Venant pada tahun 1884, termasuk salah satu dari beberapa model matematika yang umum dipakai untuk merepresentasikan aliran fluida pada saluran terbuka seperti *dam break*.

Persamaan *Saint- Venant* berbentuk sistem persamaan diferensial yang terdiri atas persamaan kontinuitas dan persamaan momentum yang memuat suku sumber (gaya luar) yang dapat disebabkan oleh gaya gravitasi, topografi dasar, kekasaran dasar saluran. Sering disebut sebagai persamaan perairan dangkal (*Shallow Water Equations*), persamaan *Saint-Venant* dapat dilihat sebagai model hidrostatis dari persamaan Navier-Stokes, diturunkan dari kedalaman rata-rata dan mengasumsikan skala vertikal yang lebih kecil daripada skala horizontal, dengan mengabaikan viskositas dan turbulensi dengan mengabaikan pengaruh angin.

Penyelesaian persamaan perairan dangkal memiliki dua komponen penting yang belum diketahui, yaitu komponen kecepatan dan kedalaman air, dimana h adalah kedalaman air dan u adalah kecepatan air. Variabel t mewakili waktu dan x adalah variabel spasial satu dimensi. Secara umum, penyelesaian persamaan gelombang perairan dangkal cukup sulit untuk dicari penyelesaiannya. Oleh karena itu, penyelesaian metode numerik dengan memodelkan persamaan perairan dangkal ke dalam model matematis digunakan sebagai salah satu cara penyelesaian persamaan tersebut.

Banyak metode numerik yang telah dikembangkan di masa lalu untuk menyelesaikan persamaan tersebut, mulai dari metode volume hingga, elemen hingga, beda hingga, metode karakteristik dan lain-lain. Dengan metode beda hingga ini, persamaan diferensial didekati dengan satu set persamaan aljabarnya. Perkiraan ini umumnya ditingkatkan dengan penggunaan istilah dan jarak kisi (*node*). Metode beda hingga dimulai dengan formulasi diferensial dari masalah dan dilanjutkan dengan mendiskritisasi turunannya. Metode beda hingga ini memiliki keunggulan dalam hal komputasinya karena tidak memerlukan syarat- syarat tertentu dalam pendiskritisasiannya.

Pada tugas akhir ini beberapa metode beda hingga akan dibahas dalam penyelesaian simulasi model *dam break* satu dimensi dengan menggunakan metode

beda hingga. Metode beda hingga yang digunakan adalah metode beda hingga grid kolokasi (*Crowhurst-Li FDM*), *Lax-Friedrichs*, dan *Mac-Cormack*. Pada model grid kolokasi nilai pendekatannya ditentukan berdasarkan semua variabel u dan h yang tidak diketahui secara bersamaan (Crowhurst & Li, 2013). Pada model *Lax-Friedrichs* yang memiliki akurasi tingkat satu dalam ruang dan waktu mengimplementasikan skema beda hingga maju untuk waktu dan beda hingga tengah untuk ruangnya. Kemudian nilai ruang yang bernilai u_i^n direratakan dan disubstitusikan menjadi $u_i^n = \frac{u_{i+1}^n + u_{i-1}^n}{2}$ (Hati & Marwati, 2020.). Untuk beda hingga *Mac-Cormack* menggunakan tahap prediktor dan korektor (Fikri & Sumardi, 2022; Magdalena & Eka Pebriansyah, 2022) dimana pada tahap prediktor menggunakan skema beda hingga maju dan beda hingga mundur untuk tahap korektornya.

Penelitian ini akan membandingkan hasil perhitungan solusi numerik dari metode beda hingga grid kolokasi, metode beda hingga *Lax-Friedrichs*, dan metode beda hingga *Mac-Cormack*. Dari ketiga metode tersebut akan dibandingkan dengan solusi eksaknya untuk memperoleh hasil nilai galat terkecil dan grafik yang paling mendekati solusi eksaknya. Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui metode beda hingga mana yang baik digunakan dalam penyelesaian kasus *dam break*.

Dari uraian di atas, menegaskan bahwa pentingnya kajian mengenai penyelidikan persamaan yang berkaitan dengan aliran fluida terhadap waktu. Oleh karena itu, penulis menyusun penelitian tugas akhir dengan judul “***Simulasi Model Dam Break Satu Dimensi Pada Saluran Terbuka Dengan Metode Beda Hingga.***”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dibuat rumusan masalah penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana memodelkan simulasi *dam break* satu dimensi secara matematik di saluran terbuka secara ruang dan waktu?
2. Bagaimana cara mengkonversi model matematik tersebut kedalam model numerik?
3. Bagaimana mensimulasi model numerik tersebut menggunakan aplikasi *MATLAB*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka dapat dibuat tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Menyusun persamaan pengatur aliran satu dimensi pada *dam break* untuk aliran yang bergerak di saluran terbuka.
2. Menerapkan metode numerik beda hingga untuk memodelkan simulasi *dam break* satu dimensi di saluran terbuka.
3. Memodelkan simulasi *dam break* satu dimensi di saluran terbuka dengan beberapa metode numerik beda hingga menggunakan *MATLAB*.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penilitan ini mengenai model aliran dua dimensi saluran terbuka secara numerik adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan persamaan pengatur aliran satu dimensi.
2. Menggunakan metode beda hingga dalam menyelesaikan persamaan pengatur untuk memodelkan simulasi *dam break* satu dimensi.
3. Menggunakan aplikasi *MATLAB* dalam penyelesaian metode beda hingga.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaudhry, M. H. (2020). *Open-Channel Flow*, Springer Nature Switzerland, 553, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-96447-4> ©
- Crowhurst, P., & Li, Z. (2013). *Numerical solutions of one-dimensional shallow water equations. Proceedings - UKSim 15th International Conference on Computer Modelling and Simulation, UKSim 2013*, 55–60. <https://doi.org/10.1109/UKSim.2013.63>
- Fikri, I. N., & Sumardi, S. (2022). *the Simulation of One-Dimensional Shallow Water Wave Equation With Maccormack Schemes. BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 16(2), 729–742. <https://doi.org/10.30598/barekengvol16iss2pp729-742>
- González, C., Ostermann, A., & Thalhammer, M. (2006). *A second-order Magnus-type integrator for nonautonomous parabolic problems. Journal of Computational and Applied Mathematics*, 189(1–2), 142–156. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2005.04.036>
- Hati, S. P., Yulianti, K., & Marwati, R. (2020). *Simulasi Sistem Persamaan Gelombang Air Dangkal Menggunakan Metode Numeris Lax- Friedrichs Simulation of Shallow Water Equations Using Lax-Fredrichs Method*. 8(1), 1–14.
- Machalińska-Murawska, J., & Szydłowski, M. (2013). *Lax-Wendroff and McCormack schemes for numerical simulation of unsteady gradually and rapidly varied open channel flow. Archives of Hydroengineering and Environmental Mechanics*, 60(1–4), 51–62. <https://doi.org/10.2478/heem-2013-0008>
- Magdalena, I., & Eka Pebriansyah, M. F. (2022). *Numerical treatment of finite difference method for solving dam break model on a wet-dry bed with an obstacle. Results in Engineering*, 14(March), 100382. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100382>
- Pasereng, B. S., Natakusumah, D. K., & Nugroho, E. O. (2021). *MAC-CORMACK FLUX CORRECTED TRANSPORT SCHEME FOR SIMULATION OF SUPER CRITICAL FLOW*. 159–170.
- Pratiwi, A. E., Widjajanti, T., & Wyrasti, A. F. (2013). *Penurunan Persamaan Saint-Venant Secara Geometris. Beta*, 6(2), 172–200.
- Purnaditya, N. P. (2020). *Penerapan Konsep Lagrangian-Eularian Dalam Pengembangan Dasar Model Matematika Hidraulika Aliran dan Transportasi*

- Polutan: Sebuah Kajian Literatur. Jurnal Fondasi*, 9(2), 175.
<https://doi.org/10.36055/jft.v9i2.9005>
- Purwitaningsih, C. H., & Mungkasi, S. (2018). *A finite volume method for solving the gravity wave-model equations. Journal of Physics: Conference Series*, 1090(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1090/1/012047>
- Putri, P. I. D., Iskandar, R. F., Adityawan, M. B., Kardhana, H., & Indrawati, D. (2020). *2D Shallow Water Model for Dam Break and Column Interactions. Journal of the Civil Engineering Forum*, 6(3), 237.
<https://doi.org/10.22146/jcef.54307>
- Rahaman, M., & Andallah, L. (2018). *Numerical simulation of shallow water dam break flow problem. International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9(11), 13–22.
- Routh, H. (2015). *Model Matematika. Galang Tanjung*, 2504, 1–9.
- Setiyowati, R., & Riestiana, V. A. (2021). *Simulasi Numerik Persamaan Gelombang Air Dangkal 1D dengan Topografi Tidak Datar Menggunakan Metode Beda Hingga. Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 18(2), 95.
<https://doi.org/10.12962/limits.v18i2.6170>
- Skema, I., Volume, L. F., Gibran, R. R., Adytia, D., & Tarwidi, D. (2018). *Simulasi Dam Break dengan menggunakan Persamaan Air Dangkal dengan*. 5(3), 8373–8382.