STUDI PENGARUH BENTUK GEOMETRI PENGHALANG PADA ALIRAN *DAM BREAK* DENGAN PENDEKATAN KOMPUTASI DINAMIKA FLUIDA

INDAH GELISAH MANURUNG
H1071201020

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

STUDI PENGARUH BENTUK GEOMETRI PENGHALANG PADA ALIRAN *DAM BREAK* DENGAN PENDEKATAN KOMPUTASI DINAMIKA FLUIDA

INDAH GELISAH MANURUNG
H1071201020

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada program Studi Geofisika



PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	Studi Analisis Pengaruh Bentuk Geometri Penghalang pada Aliran *Dam Break* dengan Pendekatan Komputasi Dinamika Fluida
Nama Mahasiswa	Indah Gelisah Manurung
NIM	H1071201020
Jurusan/Program Studi	Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	23 Juli 2025
SK Pembimbing	734/UN 22.8/TD.06/2024 /Tanggal 4 Maret 2024
SK Penguji	2273/UN 22.8/TD.06/2025 / Tanggal 17 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si
NIP19791025005011002

Pembimbing II

Dr. Joko Sampurno, S.Si., M.Si
NIP198408252008011004

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Riza Adriat, S.Si., M.Si.
NIP198905162019031013

Anggota Penguji

Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc.
NIP198206082008122001

Pimpinan Sidang
(Merangkap anggota penguji)

Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si
NIP19791025005011002

Sekretaris Sidang
(Merangkap anggota sidang)

Dr. Joko Sampurno, S.Si., M.Si
NIP198408252008011004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: Indah Gelisah Manurung
NIM	: H1071201020
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Geofisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur-unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya

Pontianak, 23 Juli 2025



Indah Gelisah Manurung
H1071201020

Studi Analisis Pengaruh Bentuk Geometri Penghalang pada Aliran *Dam Break* dengan Pendekatan Komputasi Dinamika Fluida

Abstrak

Bendungan adalah salah satu elemen infrastruktur yang memiliki peran vital dalam pengelolaan aliran air dan pemanfaatannya untuk beragam tujuan seperti irigasi, pembangkit listrik, dan sektor pertanian. Salah satu contoh kegagalannya adalah *dam break.* Untuk meminimalkan kerugian yang dapat ditimbulkan akibat keruntuhan bendungan, maka perlu dilakukan mitigasi bencana dalam rangka melakukan upaya tindakan preventif dengan cara melakukan simulasi pemodelan keruntuhan Bendungan. Analisis kegagalan *dam break* dilakukan dengan pemodelan menggunakan bantuan *software OpenFOAM* dengan metode pendekatan Komputasi Dinamika Fluida. Kondisi simulasi aliran dam break dengan kanal setinggi 0,30 M dan kedalaman awal 0.25 m. Kemudian paramater bentuk geometri yang digunakan dengan 4 jenis bentuk penghalang yaitu: Segitiga, Trapesium A, Trapesium B, dan Persegi Panjang yang diletakkan di hilir aliran. Solusi persamaan Persamaan Air Dangkal (SWEs) berbasis VOF (*Volume of Fluida) dan Reynolds-Averaged Persamaan Navier-Stokes (RANS)* dengan model turbulensi K-Omega. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa bentuk penghalang Persegi panjang dapat mengurangi kegagalan bendungan dengan baik. Hasil dari simulasi yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa bentuk yang baik mengatasi *dam break* di bagian hilir adalah Persegi Panjang. Namun, untuk mitigasi dibagian hulu adalah yang baik diterapkan adalah bentuk Trapesium B. Hal ini juga dibuktikan dengan nilai MAE dan Korelasi yang saling terikat.

Kata kunci *: Dam Break, Komputasi Dinamika Fluida, Geometri Penghalang, Water Level, Kecepatan, OpenFOAM, K-Omega.*

Study of the Influence of Obstacle Geometry on Dam Break Flow Using a Computational Fluid Dynamics Approach

Abstract

A dam is one of the vital infrastructure elements that plays an essential role in managing water flow and utilizing it for various purposes such as irrigation, power generation, and agriculture. One example of its failure is a dam break. To minimize the losses caused by dam failure, disaster mitigation efforts must be carried out through preventive actions by simulating dam break modeling. The failure analysis of a dam break is performed using modeling assisted by OpenFOAM software with a Computational Fluid Dynamics (CFD) approach. The dam break flow simulation is conducted in a channel with a height of 0.30 m and an initial water depth of 0.25 m. The geometric parameters used consist of four types of barrier shapes: Triangle, Trapezoid A, Trapezoid B, and Rectangle, which are placed downstream of the flow. The objective is to analyze which of the four barrier types is most effective for mitigating dam failure.The governing equations used in the simulation are based on the Shallow Water Equations (SWEs), employing the Volume of Fluid (VOF) method and Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) equations with the K-Omega turbulence model. The simulation results show that the rectangular barrier shape is effective in reducing dam break impacts downstream. From the simulation, it can be concluded that the rectangular shape is the most effective in handling dam break conditions downstream, while the Trapezoid B shape performs best for upstream mitigation. This conclusion is also supported by the Mean Absolute Error (MAE) values and correlation analysis that are closely interrelated.

Keywords*: Dam Break, Computational Fluid Dynamics, Obstacle Geometry, Water Level, Velocity, OpenFOAM, K-Omega.*

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan naskah skripsi yang berjudul "Studi Pengaruh Bentuk Geometri Penghalang pada Aliran *Dam Break* dengan Pendekatan Komputasi Dinamika Fluida". Penyusun skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Geofisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

Berbagai proses menuju penyusunan skripsi ini telah penulis lewati. Penulis tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

1. Bapak Ruddin Manurung dan Ibu Lasmaria Situmorang selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan, motivasi, semangat, moral maupun material. Kepada keluarga besar OP. Sopiana Manurung terimakasih yang selalu ngesupport dan tempat curahan isi kepala, hati, dan selalu ada bagi penulis.
2. Bisker Manurung, Grace Silalahi dan adik-adikku terima kasih yang selalu ada dan memenuhi kebutuhan segala yang perlu bagi penulis.
3. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
4. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si. selaku pembimbing pertama penelitian ini serta selaku dosen pembimbing akademik dan Ketua Prodi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak membimbing, dan meluangkan waktu, memberikan semangat, support, motivasi dengan sebaik mungkin.
5. Bapak Dr. Joko Sampurno, M.Si. selaku pembimbing kedua penelitian ini yang telah banyak memberikan saran, kritik, semangat dan memberikan waktu sebaik mungkin.

6. Bapak Riza Adriat, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan banyak saran dan masukan kepada penulis serta selaku dosen pembimbing akademik selama perkulihan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
7. Ibu Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan banyak saran dan masukan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
9. Terimakasih kepada diri saya sendiri yang telah berjuang, bertahan, kuat dan berhasil menyelesaikan perkuliahan dan skripsi hingga saat ini.
10. Teman-teman seperjuangan Geofisika 2020 yang selalu memberikan semangat.
11. Sahabat penulis Friska Pegrisentia Sirait, Josua Pesta Arivado Hutagalung, Qashasmae Athur, Weni Rianda yang selalu membantu, menemani, Dan memberikan semangat kepada penulis Selama masa perkuliahan hingga selesai.

Semoga ALLAH memberikan balasan atas kebaikan semua pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Untuk perbaikan kedepannya, penulis sangat menerima kritik dan saran dari pembaca.

Pontianak, 23 Juli 2025



Indah Gelisah Manurung
NIM H1071201020

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
PRAKATA. vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 DAM BREAK 4
2.2 Penelitian Terkait Dam Break 6
2.3 Komputasi Dinamika Fluida (CFD) 8
2.4 Langkah - langkah proses simulasi CFD 9
2.5 OpenFOAM 10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 22
3.1 Alat 22
3.2 Data 23
3.3 Prosedur Penelitian 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 35
4.1 Pemodelan Aliran Dam Break Dengan Penghalang Terkontraksi 35
4.2 Pemodelan Aliran Dam Break dengan Geometri Triangular 35
4.3 Analisis Pengaruh Bentuk Geometri Penghalang Terhadap Perubahan Kecepatan Gelombang Dam Break 50

4.4 Analisis Perubahan Water Level pada Aliran Dam Break dengan Penghalang Terkontraksi 58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 77
5.1 Kesimpulan 77
5.2 Saran 77
DAFTAR PUSTAKA 78
LAMPIRAN 84

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3. 1 Alat..... 22
Tabel 3. 2 Parameter geometri saluran..... 25
Tabel 3. 3 Nilai parameter fluida cair dan udara 25
Tabel 4.1 Nilai presentasi puncak gelombang 66

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Kegagalan bendungan di pesisir Derna 4
Gambar 2.2 Jebolnya bendungan simulasi CFD 9
Gambar 2.3 Struktur proses tahapan dalam OpenFOAM 12
Gambar 2.4 Struktur *file* dalam OpenFOAM 13
Gambar 2.5 pendekatan volume fluida 18
Gambar 2.6 Grid 2 Dimensi 19
Gambar 2.7 Grid 3 Dimensi 20
Gambar 3.1 Domain komputasi simulasi aliran dam break dengan bentuk penghalang segitiga, trapesium A, trapesium B. 24
Gambar 3.2 bentuk sisi 3 dimensi pada software paraview 28
Gambar 3. 3 Diagram Penelitian 30
Gambar 3.4 Diagram pre- Processing 31
Gambar 3.5 Diagram Solving 32
Gambar 3.6 Diagram alir post-processing 33
Gambar 3.7 Diagram Penerapan Algoritma PIMPLE 34
Gambar 4.1 Hasil Simulasi untuk Penghalang Berbentuk Triangular setelah gerbang dibuka, di cuplik pada waktu (a) 1,8 s (b) 2,4 s (c) 3,0 s, (d) 4,5 s. 37
Gambar 4.2 Validasi Freesuface antara hasil eksperimen dan simulasi CFD dengan penghalang berbentuk Triangular pada empat titik observasi (a) P1, (b1) P2, (c) P3, (d) P4. 38
Gambar 4.3 Hasil Simulasi untuk Penghalang Berbentuk Trapesium A setelah Gerbang dibuka, Dicuplik dari Waktu (a) 1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s, (d) 4,5 s. 40
Gambar 4.4 Validasi FreeSurface antara hasil eksperimen dan simulasi CFD dengan penghalang Trapesium A pada 4 titik observasi (a) P1, (b) P2, (c) P3, (d) P4 42
Gambar 4.5 Hasil Simulasi untuk Penghalang Berbentuk Trapesium B setelah Gerbang dibuka, dicuplik pada waktu (a) 1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s, (d) 4,5 s 44
Gambar 4.6 Validasi FreeSurface antara hasil eksperimen dan simulasi CFD dengan penghalang berbentuk trapesium B pada keempat titik (a) P1, (b) P2, (c) P3, (d) P4. 46
Gambar 4.7 Hasil Simulasi untuk Penghalang Berbentuk Persegi Panjang pada Waktu (a) 1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s, (d) 4,5 s 48
Gambar 4. 8 Perubahan kecepatan gelombang dam break pada titik P1 untuk empat bentuk penghalang yaitu, Segitiga, Trapesium A, Trapesium B, Persegi Panjang terhadap waktu. 50

Gambar 4. 9 Perubahan kecepatan gelombang dam break pada titik P2 untuk empat bentuk penghalang yaitu, Segitiga, Trapesium A, Trapesium B, Persegi Panjang terhadap waktu..... 52
Gambar 4. 10 perubahan kecepatan gelombang dam break pada titik P3 untuk empat bentuk penghalang yaitu, Segitiga, Trapesium A, Trapesium B, Persegi Panjang terhadap waktu..... 53
Gambar 4. 11 perubahan kecepatan gelombang dam break pada titik P4 untuk empat bentuk penghalang yaitu, Segitiga, Trapesium A, Trapesium B, Persegi Panjang terhadap waktu..... 55
Gambar 4. 12 perubahan kecepatan gelombang dam break pada titik P5 untuk empat bentuk penghalang yaitu, Segitiga, Trapesium A, Trapesium B, Persegi Panjang terhadap waktu..... 56
Gambar 4. 13 Titik Pengukuran untuk Semua Kasus; P1, P2, P3. P4 dan P5. 58
Gambar 4. 14 Evolusi Bentuk Gelombang Dam break pada Titik Observasi P1 untuk Empat Bentuk Penghalang..... 59
Gambar 4. 15 Evolusi Bentuk Gelombang Dam break pada Titik Observasi P2 untuk Empat Bentuk Penghalang..... 60
Gambar 4. 16 Evolusi Bentuk Gelombang Dam break pada Titik Observasi P3 untuk Empat Bentuk Penghalang..... 62
Gambar 4. 17 Evolusi Bentuk Gelombang Dam break pada Titik Observasi P1 untuk Empat Bentuk Penghalang..... 64
Gambar 4. 18 Hasil simulasi water level untuk penghalang berbentuk Segitiga pada waktu (a)1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s dan (d) 4,5 s. 67
Gambar 4. 19 Hasil simulasi water level untuk penghalang berbentuk Trapesium A pada waktu (a)1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s dan (d) 4,5 s. 69
Gambar 4. 20 Hasil simulasi water level untuk penghalang berbentuk Trapesium B pada waktu (a)1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s dan (d) 4,5 s. 71
Gambar 4. 21 Hasil simulasi water level untuk penghalang berbentuk Persegi Panjang pada waktu (a)1,8 s, (b) 2,4 s, (c) 3,0 s dan (d) 4,5 s. 73
Gambar 4. 22 Perbandingan Selisih Water Level (ΔWL) pada Semua Penghalang di t = 1,8 s, 2,4 s, 3,0 s, dan 4,5 s 75

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan adalah salah satu jenis bangunan yang dibuat dengan tujuan untuk menahan dan mengatur laju aliran air. Bendungan adalah salah satu elemen infrastruktur yang memiliki peran vital dalam pengelolaan aliran air dan pemanfaatannya untuk beragam tujuan seperti irigasi, pembangkit listrik, dan sektor pariwisata (Ginting and Riyanto, 2013). Namun, penting untuk disadari bahwa keberadaan bendungan juga membawa potensi risiko serius, terutama dalam hal potensi kegagalan yang berakibat pada bencana banjir yang dapat merusak lingkungan dan merugikan perekonomian suatu wilayah (Wijayanti, Suprapto and Saido, 2013).

Besarnya manfaat bendungan juga diiringi dengan adanya resiko kegagalan bendungan yang dapat membahayakan bagi manusia. Salah satu contohnya adalah seperti aliran *Dam break*. Aliran *Dam break* merupakan fenomena yang muncul ketika terjadi kegagalan pada sebuah bendungan, dan aliran ini mampu menciptakan dampak yang sangat luas, baik dalam segi kerusakan fisik maupun dampak ekonomi yang ditimbulkannya (Arifin and Budiyanto, 2019). Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai karakteristik aliran *Dam break* menjadi sangat krusial dalam upaya memitigasi risiko bencana yang dapat terjadi akibat kegagalan bendungan (Suhada et al., 2022).

Salah satu faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik aliran *Dam break* adalah geometri atau bentuk dari struktur penghalang bendungan itu sendiri. Bentuk geometri penghalang mempengaruhi kecepatan pergerakan air, ketinggian gelombang banjir yang terbentuk, serta arah aliran air (Hec-ras and Hec-ras, 2022). Oleh sebab itu, penelitian dan pemahaman mendalam mengenai bentuk geometri penghalang menjadi esensial dalam merancang, memelihara, dan meningkatkan keamanan bendungan, serta dalam merumuskan strategi mitigasi untuk melindungi wilayah-wilayah yang mungkin terkena dampak aliran dam break (Rohani, 2017).

Studi tentang pengaruh bentuk geometri penghalang aliran dengan metode komputasi dinamika fluida telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Nawawi (2015) melakukan penelitian yang membahas tentang analisa komputasi dinamika fluida terhadap pengaruh *inclining keel* pada hambatan dan kecepatan kapal ikan. Kemudian Frika dkk. (2018) melakukan penelitian yang membahas tentang analisa komputasi fluida dinamis pada bangunan Pereda energi bendungan Randugunting Kabupaten Blora Provinsi Jawa Tengah. Kocaman dkk. (2020) juga melakukan penelitian yang membahas tentang analisis eksperimental dan numerik aliran pemecah bendungan melalui kontraksi yang berbeda saluran geometri. Selanjutnya, Anna dkk. (2021) melakukan penelitian yang membahas tentang identifikasi konsep dinamika fluida pada aliran dam sawah menggunakan metode apung (*floating method*). Terakhir Dayang dkk. (2022) juga melakukan penelitian tentang aliran yang membahas tentang pola aliran angin pada penghalang berbentuk bukit menggunakan pendekatan komputasi dinamika fluida. Hasil dari penelitian-penelitian ini menyoroti pentingnya pengaruh bentuk geometri penghalang pada aliran dam break dengan menggunakan pendekatan CFD.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan mengkaji lebih lanjut tentang pengaruh bentuk geometri penghalang aliran di bagian hilir *dam break* dengan menggunakan pendekatan CFD. Simulasi ini akan dibangun menggunakan metode *computational fluid dynamics* dengan menerapkan model terbuka RANS K-Omega. Dengan memvariasikan bentuk penghalang di bagian hilir *dam break*, selanjutnya akan dilihat bagian pengaruh perubahan kecepatan dan kedalaman dari aliran dam break di bagian hilir dari penghalangnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaiamana pengaruh bentuk geometri penghalang pada aliran *dam break* terhadap kecepatan aliran air dengan pendekatan CFD
2. Bagaimana menganalisis perubahan *water level* aliran dam break di bagian hilir penghalang.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Memodelkan aliran *Dam break* dengan penghalang terkontraksi menggunakan komputasi dinamika fluida.
2. Menganalisis pengaruh bentuk geometri penghalang pada aliran *Dam break* terhadap perubahan kecepatan aliran dengan pendekatan CFD.
3. Menganalisis perubahan water level pada aliran *Dam break* di bagian hilir penghalang terkontraksi dengan pendekatan CFD.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bentuk geometri penghalang yang dikaji terbatas pada beberapa bentuk tertentu seperti: Segitiga, Trapesium, Persegi Panjang.
2. Aliran turbulen dimodelkan dengan model k-omega
3. Software CFD yang digunakan hanya *OpenFOAM,* Paraview dan Ubuntu.
4. Pengaruh faktor eksternal seperti angin dan gelombang tidak diperhitungkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh bentuk geometri penghalang pada aliran dam break terhadap perubahan kecepatan aliran dan *water level* di bagian hilir.
2. Menganalisis perubahan *water level* pada aliran *Dam break* di bagian hilir penghalang terkontraksi.
3. Informasi ini dinyatakan untuk mitigasi bencana *Dam break* di dunia nyata.