

TUGAS AKHIR
ANALISA PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP
PEREDAMAN ENERGI PADA SALURAN TERBUKA
(UJI MODEL FISIK)

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh:
ALFIAN ZARKASIH
(18.21.020)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2024

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP
PEREDAMAN ENERGI PADA SALURAN TERBUKA
(UJI MODEL FISIK)**

**Disusun Oleh:
ALFIAN ZARKASIH
1821020**

**Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada Tanggal 6 Februari 2024**

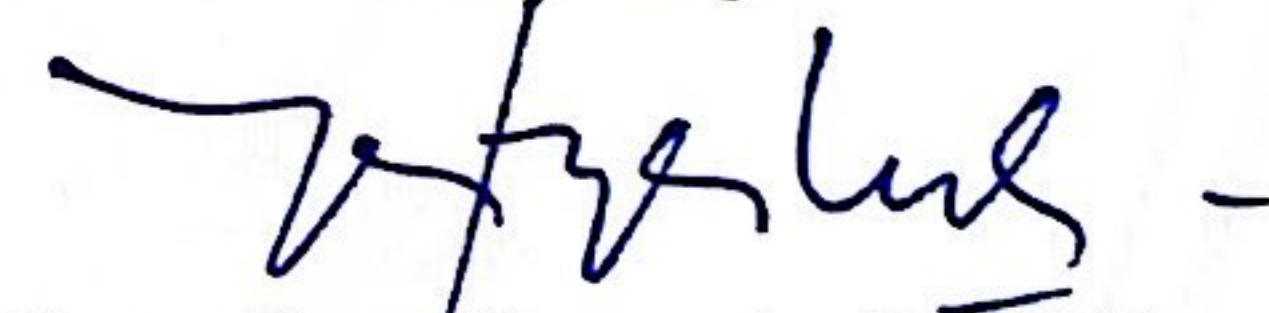
Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Pembimbing I


Sriliani Surbakti, ST., MT.
NIP. P. 103 1500 509

Pembimbing II


Nenny Roostrianawaty, ST., MT.
NIP. P. 103 1700 533

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimans P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP
PEREDAMAN ENERGI PADA SALURAN TERBUKA
(UJI MODEL FISIK)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 6 Februari 2024 Dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
Teknik Sipil.

Disusun Oleh:
ALFIAN ZARKASIH
1821020

Dosen Penguji

Dosen Penguji I


Dr. Ir. Lies Kurniawati, W., MT.
NIP. Y. 103 1500 485

Dosen Penguji II


Vega Aditama, ST., MT.
NIP. P. 103 1900 559

Disahkan Oleh:

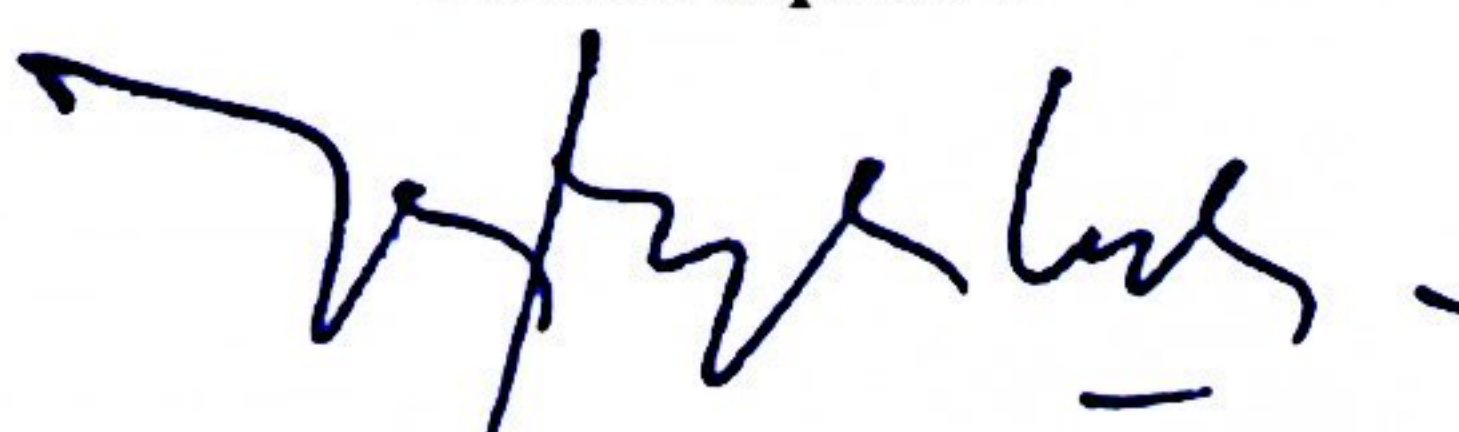
Ketua Program Studi



Dr. Yohanson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 103 0300 383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1


Nenny Roptrianawaty, S.T., M.T.
NIP. P. 103 1700 533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfian Zarkasih

NIM : 1821020

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Pengaruh Variasi Ambang Bertangga Terhadap Peredaman Energi Pada Saluran Terbuka (Uji Model Fisik)”

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Februari 2024
Yang membuat pernyataan



Alfian Zarkasih
1821020

ABSTRAK

Alfian Zarkasih, 1821020. “**ANALISA PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP PEREDAMAN ENERGI PADA SALURAN TERBUKA (UJI MODEL FISIK)**”. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembimbing I :Sriliani Surbakti, ST., MT.

Pembimbing II :Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan aliran air adalah mengurangi energi kinetik yang dimilikinya agar dapat mengurangi dampak negatif seperti erosi dan kerusakan infrastruktur, dengan menggunakan ambang bertangga diharapkan dapat mengurangi efek-efek negatif tersebut. Dengan melakukan analisa ini, dapat diperoleh pemahaman yang mendalam tentang bagaimana ambang bertangga dapat mengurangi energi aliran air dan mengoptimalkan peredaman energinya.

Penelitian ini dikerjakan di Laboratorium Hidraulika Dasar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang, yang dilakukan selama 2 bulan. Dengan menggunakan *Flume* yang berbentuk penampang persegi panjang dengan lebar 7,9 cm, tinggi 29 cm, dan panjang percobaan 800 cm. Penelitian ini menggunakan model ambang lebar dengan dimensi tinggi ambang 10 cm, panjang 100 cm, lebar 7,9 cm. dan ambang bertangga dengan 3 variasi anak tangga yaitu yang berdimensi variasi 1 dengan 5 cm x 5 cm, variasi 2 dengan 3,3 cm x 3,3 cm, dan variasi 3 dengan 2,5 cm x 2,5 cm. Dan dengan *running* 5 kali variasi debit yaitu dengan tinggi kedalaman di hulu setinggi 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm.

Hasil penelitian menunjukkan perubahan karakteristik aliran akibat ambang lebar dan variasi ambang bertangga menghasilkan keberagaman nilai froude, di setiap titik tinjauan dengan variasi debit konstan yang berbeda. Pada pelimpah Ambang Bertangga Variasi 1 memiliki Kehilangan Energi terhadap Energi Awal ($\Delta E/E_0$) = 64,08% dengan rata-rata nilai Reynold (Re) paling rendah yaitu sebesar 5898,427. Ambang lebar memiliki Kehilangan Energi yang relatif lebih rendah terhadap Energi Awal yaitu ($\Delta E/E_0$) = 62,67% dengan rata-rata nilai Reynold (Re) = 6341,559. Variasi Ambang Bertangga memiliki kemampuan meredam energi lebih besar dibanding dengan Ambang Lebar, hal ini dibuktikan pada hasil yang disebutkan sebelumnya yaitu Ambang Lebar dengan nilai Kehilangan Energi (ΔE) 62,67%, sedangkan Ambang Bertangga Variasi 1 dengan nilai (ΔE) 64,08%.

Kata Kunci : Ambang Bertangga, Energi Spesifik, Peredaman Energi, Angka Froude, Angka Reynold.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisa Pengaruh Variasi Ambang Bertangga Terhadap Peredaman Energi Pada Saluran Terbuka (Uji Model Fisik)”**.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Tugas akhir ini, penyusun menyampaikan terimakasih kepada :

- 1) Ibu Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang
- 2) Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
- 3) Sriliani Surbakti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I
- 4) Nenny Roostrianawaty, ST., MT. selaku Dosen pembimbing II
- 5) Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materi.
- 6) Rekan rekan di program studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang yang selalu memberikan dukungan selama menyusun proposal tugas akhir.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 2024

Alfian Zarkasih
1821020

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Peneitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Terdahulu	5
2.2 Saluran Terbuka	8
2.2.1 Bilangan <i>Froude</i>	9
2.2.2 Bilangan <i>Reynolds</i>	9
2.2.3 Debit Aliran	10
2.3 Karakteristik Aliran	11
2.4 Kehilangan Energi	12
2.5 Klasifikasi Aliran	13
2.6 Ambang	16
2.6.1 Ambang Lebar	16
2.6.2 Ambang Bertangga	17
2.7 Loncatan Air	18

2.8 Regim Aliran	19
2.8.1 Regim Aliran pada Ambang Bertangga.....	19
2.9 Model Hidraulik	21
2.10 Macam Model Hidraulik	21
2.11 Prinsip Modeling	22
2.12 Prinsip Scalling.....	23
2.12.1 Sebangun Geometrik.....	23
2.12.2 Sebangun Kinematik.....	25
2.12.3 Sebagian Dinamik.....	25
2.13 Pitot Tube	27
2.13.1 Definisi Pitot Tube Flow Meter	27
2.13.2 Konstruksi dan Pengerjaan Tabung Pitot.....	28
2.13.3 Keuntungan Pitot Tube Flow Meter	29
2.14 Alat Ukur Debit Thomson	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
3.2 Metode Pengambilan Data	31
3.3 Model Saluran	31
3.4 Model Ambang Lebar.....	31
3.5 Model Ambang Bertangga	32
3.6 Alat dan Bahan	33
3.7 Variabel Yang Digunakan	33
3.8 Prosedur Penelitian.....	34
3.8.1 Kalibrasi Alat Ukur Debit.....	34
3.8.2 Kalibrasi Alat Ukur Kecepatan.....	35
3.8.3 Rancangan Percobaan	35
3.8.4 Langkah Pengambilan Data	37
3.9 Metode Analisa Data	37
3.10 Flow Chart Penelitian	38
3.11 Kondisi Pengamatan di Laboratorium.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Penelitian.....	42

4.1.1 Kalibrasi Alat Ukur Debit dan Analisis Data Debit	42
4.1.2 Penentuan Debit yang Digunakan.....	46
4.1.3 Analisis Data Kecepatan Aliran dengan Variasi Debit.....	47
4.1.4 Analisis Kecepatan dengan Bilangan <i>Froude</i>	51
4.1.5 Analisis Bilangan Reynold Pada Hilir Ambang	58
4.1.6 Analisis Kehilangan Energi	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	70
DOKUMENTASI	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bendungan Kadalpang Malang	2
Gambar 4.1 Kurva Hubungan Y_v dan Q	44
Gambar 4.2 Letak kecepatan aliran di hulu atas ambang (y_o), di atas ambang (y_c), di hilir atas ambang (y_b), di titik jatuh air (y_1), dan di hilir ambang (y_2)	47
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Variasi Debit Q (m^3/dt) dengan Kecepatan Aliran V (m/dt) pada Ambang Lebar.....	49
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara Variasi Debit Q (m^3/dt) dengan Kecepatan Aliran V (m/dt) pada Ambang Bertangga Variasi 1	50
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Variasi Debit Q (m^3/dt) dengan Kecepatan Aliran V (m/dt) pada Ambang Bertangga Variasi 2	50
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Variasi Debit Q (m^3/dt) dengan Kecepatan Aliran V (m/dt) pada Ambang Bertangga Variasi 3	51
Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Kecepatan Aliran dengan <i>Froude</i> pada Ambang Lebar	56
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Kecepatan Aliran dengan <i>Froude</i> pada Ambang Bertangga Variasi 1.....	56
Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara Kecepatan Aliran dengan <i>Froude</i> pada Ambang Bertangga Variasi 2.....	57
Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara Kecepatan Aliran dengan <i>Froude</i> pada Ambang Bertangga Variasi 3.....	57
Gambar 4.11 Hubungan Variasi Debit (m^3/dt) dengan Bilangan Reynold di Y1.	60
Gambar 4.12 Letak titik energi yang ditinjau	61
Gambar 4.13 Grafik kehilangan energi relatif pada hilir ($\Delta E_T/E_0$)	63
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Perbandingan Kehilangan Energi Terhadap Reynold	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data kalibrasi alat ukur <i>V-notch</i>	43
Tabel 4.2 Data Pengambilan Q_{takar}	43
Tabel 4.3 Perhitungan Kesalahan Relatif Alat Ukur Debit <i>V-notch</i> Model.....	45
Tabel 4.4 Data debit pada penelitian.....	46
Tabel 4.5 Kecepatan Aliran Ambang Lebar	48
Tabel 4.6 Kecepatan Aliran Ambang Bertangga Variasi 1.....	48
Tabel 4.7 Kecepatan Aliran Ambang Bertangga Variasi 2.....	48
Tabel 4.8 Kecepatan Aliran Ambang Bertangga Variasi 3.....	49
Tabel 4.9 Kecepatan dengan <i>Froude</i> Ambang Lebar	52
Tabel 4.10 Kecepatan dengan <i>Froude</i> Ambang Bertangga Variasi 1.....	53
Tabel 4.11 Kecepatan dengan <i>Froude</i> Ambang Bertangga Variasi 2.....	54
Tabel 4.12 Kecepatan dengan <i>Froude</i> Ambang Bertangga Variasi 3.....	55
Tabel 4.13 Viskositas kinematik air	58
Tabel 4.14 Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> dengan debit pada Ambang Lebar	59
Tabel 4.15 Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> dengan debit pada Ambang Bertangga Variasi 1	59
Tabel 4.16 Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> dengan debit pada Ambang Bertangga Variasi 2	59
Tabel 4.17 Perhitungan bilangan <i>Reynold</i> dengan debit pada Ambang Bertangga Variasi 3	59
Tabel 4.18 Kehilangan Energi Relatif.....	62
Tabel 4.19 Kehilangan Energi Relatif Terhadap Energi Awal ($\Delta E/E_0$) dengan Nilai <i>Reynold</i>	64

DAFTAR NOTASI

Fr	=	bilangan <i>Froude</i>
Re	=	bilangan <i>Reynolds</i>
Q	=	Debit aliran (cm^3/dtk)
A	=	Luas penampang aliran (cm^2)
V	=	Kecepatan aliran (cm/dtk)
LJ	=	Loncatan air (cm)
t	=	Tebal ambang
H	=	Tinggi muka air terhadap ambang (cm)
b	=	Lebar penampang (cm)
L	=	Panjang penampang (cm)
g	=	Percepatan gravitasi (cm/dtk)
ΔE	=	Kehilangan tinggi energi
E1	=	Tinggi energi di kaki pelimpah
E2	=	Tinggi energi di hilir pelimpah
y_c	=	Kedalaman kritis aliran
y_1	=	Kedalaman air di kaki pelimpah sebelum loncatan hidraulik
y_2	=	Kedalaman air di kaki pelimpah setelah loncatan hidraulik
C	=	Faktor tekanan aliran
R	=	Jari-jari hidrolik (m)
S	=	Kemiringan energy

nL	=	Skala panjang
nh	=	Skala tinggi
nA	=	Skala luas
nV	=	Skala volume
na	=	Skala percepatan aliran
nv	=	Skala kecepatan aliran
nQ	=	Skala debit
F_i	=	Gaya Inersia
F_p	=	Gaya Tekanan
F_w	=	Gaya Berat
F_v	=	Gaya gesek
F_e	=	Gaya Kenyal
F_s	=	Gaya Tegangan Permukaan