



**ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* PADA
VARIASI BENTUK *NOZZLE* DAN TEKANAN BALIK
BERBAGAI TIPE *NOZZLE* DI SISTEM PROPULSI
*HIGH-PRESSURE WATERJET***

SKRIPSI

ADILIA APRILIANA

2110313032

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**



**ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* PADA
VARIASI BENTUK *NOZZLE* DAN TEKANAN BALIK
BERBAGAI TIPE *NOZZLE* DI SISTEM PROPULSI
*HIGH-PRESSURE WATERJET***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

ADILIA APRILIANA

2110313032

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

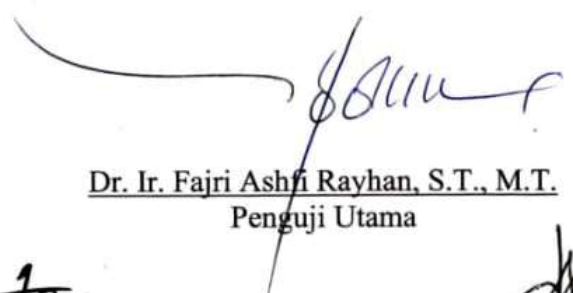
Nama : Adilia Apriliana

NIM : 2110313032

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : *ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC PADA VARIASI BENTUK NOZZLE DAN TEKANAN BALIK BERBAGAI TIPE NOZZLE DI SISTEM PROPULSI HIGH-PRESSURE WATERJET*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.



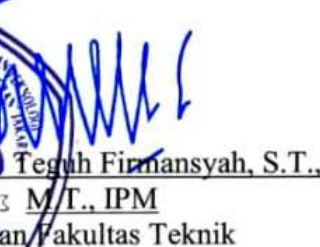
Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.
Penguji Utama



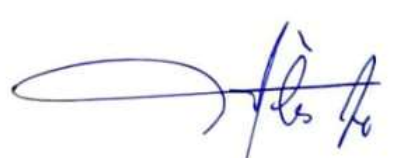
Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D.
Penguji Lembaga



Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc
Penguji Pembimbing



Teguh Firmansyah, S.T.,
M.T., IPM
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT.
Kepala Program Studi
Teknik Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 6 Januari 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* PADA VARIASI BENTUK
NOZZLE DAN TEKANAN BALIK BERBAGAI TIPE *NOZZLE* DI SISTEM
PROPULSI *HIGH-PRESSURE WATERJET*

Disusun Oleh:

Adilia Apriliana

2110313032

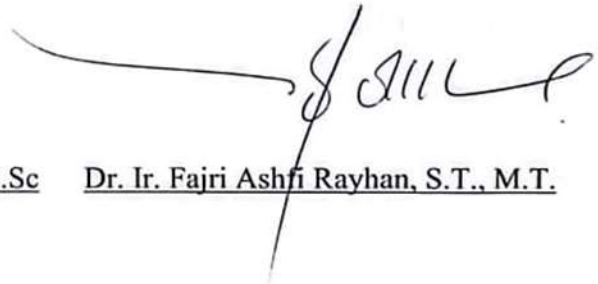
Menyetujui,

Pembimbing I



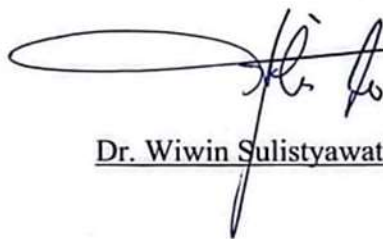
Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc

Pembimbing II



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Adilia Apriliana

NIM : 2110313032

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Depok, 6 Januari 2026

Yang menyatakan,



Adilia Apriliana

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adilia Apriliana
NIM : 2110313032
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* PADA VARIASI
BENTUK *NOZZLE* DAN TEKANAN BALIK BERBAGAI TIPE *NOZZLE*
DI SISTEM PROPULSI *HIGH-PRESSURE WATERJET*”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 6 Januari 2026

Yang menyatakan,

(Adilia Apriliana)

**ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* PADA
VARIASI BENTUK *NOZZLE* DAN TEKANAN BALIK DI
BERBAGAI TIPE *NOZZLE* PADA SISTEM PROPULSI *HIGH-
PRESSURE WATERJET***

Adilia Apriliana

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi panjang *Nozzle* dan rasio l/d terhadap *thrust*, *velocity*, *flow coefficient*, dan *hydraulic loss* pada sistem *Waterjet* AUV. Metode yang digunakan adalah simulasi *Computational Fluid Dynamics* dengan variasi geometri *Nozzle* meliputi *Conical Nozzle*, *Cos Nozzle*, dan *Exponent Nozzle* pada panjang 40 mm, 60 mm, dan 90 mm. Selanjutnya dilakukan variasi rasio l/d berdasarkan hasil tertinggi variasi panjang sebesar 1, 1/2, 1/3, dan 1/4 pada berbagai kondisi *back pressure*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Cos Nozzle* dengan panjang 90 mm menghasilkan *thrust* dan *velocity* tertinggi sementara pada variasi rasio l/d , rasio 1/3 memberikan performa paling optimal dengan *thrust* tinggi, nilai *Flow coefficient* yang stabil, serta *hydraulic loss* yang kecil, terutama pada kondisi *back pressure* rendah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa konfigurasi *Cos Nozzle* dengan panjang 90 mm dan rasio l/d sebesar 1/3 yang dioperasikan pada *back pressure* rendah direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi hidrodinamik dan performa propulsi sistem *Waterjet* pada AUV.

Kata Kunci: Propulsi *High Pressure Waterjet*, Optimasi *Nozzle*, CFD

**COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS ANALYSIS OF
NOZZLE SHAPE VARIATIONS AND BACK PRESSURE IN
VARIOUS NOZZLE TYPES IN HIGH-PRESSURE WATERJET
PROPULSION SYSTEMS**

Adilia Apriliana

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of Nozzle length and l/d ratio variations on thrust, velocity, flow coefficient, and hydraulic loss in an AUV Waterjet system. The method used is Computational Fluid Dynamics simulation with Nozzle geometry variations including Conical Nozzle, Cos Nozzle, and Exponent Nozzle at lengths of 40 mm, 60 mm, and 90 mm. Next, variations in the l/d ratio were made based on the highest results of the length variation of 1, 1/2, 1/3, and 1/4 under various back pressure conditions. The simulation results showed that the Cos Nozzle with a length of 90 mm produced the highest thrust and velocity, while in the l/d ratio variation, the 1/3 ratio provided the most optimal performance with high thrust, stable Flow coefficient values, and small hydraulic losses, especially under low back pressure conditions. This study concludes that the Cos Nozzle configuration with a length of 90 mm and an l/d ratio of 1/3, operated at low back pressure, is recommended to improve the hydrodynamic efficiency and propulsion performance of the Waterjet system on AUVs.

Keywords: *High Pressure Waterjet Propulsion, Nozzle Optimization, CFD*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Penulis mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis diberi kesejahteraan fisik dan rohani. Dia juga mengucapkan salam dan salawat kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, agar penulis dapat menyelesaikan skripsi. Skripsi ini merupakan syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dengan judul “Analisis *Computational Fluid Dynamic* Pada Variasi Bentuk *Nozzle* dan Tekanan Balik Di Berbagai Tipe *Nozzle* Pada Sistem Propulsi *High-Pressure Waterjet*”.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberi rahmat dan karunia, memberi penulis kemampuan untuk menulis skripsi ini hingga selesai.
2. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
3. Bapak Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam memberikan dukungan, bimbingan dan memotivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam memberikan dukungan, bimbingan dan memotivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Kedua orang tua, Mama dan Bapak serta keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan materil dan selalu memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Saudara dan Saudari Maritim 2021 yang senantiasa dalam suka dan duka, berbagi ilmu, dan semangat kepada penulis selama masa perkuliahan.

7. Semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini terselesaikan, semoga Allah SWT membalas kebaikan dengan rahmat-Nya.
8. Kepada Dila, terimakasih telah berjuang melewati keraguan dan berbagai tantangan. Terima kasih telah memilih untuk tetap melangkah meski jalan terasa berat dan tetap berusaha meski sempat ingin menyerah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Karena itu penulis menerima kritik dan saran yang dapat membangun. Sehingga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya. Dengan demikian, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga penulis dan pembaca, terutama mahasiswa Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, mendapatkan manfaat dari skripsi ini.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Previous Research Review</i>	7
2.2 <i>Autonomus Underwater Vehicle (AUV)</i>	12
2.3 <i>Waterjet Propulsion System</i>	13
2.4 <i>Nozzel dalam Sistem Waterjet</i>	14
2.5 <i>Back pressure</i>	14
2.6 Parameter Geometri <i>Nozzle</i>	15
2.6.1 Panjang <i>Nozzle</i>	15
2.6.2 Ratio l/d	16
2.7 Parameter Kinerja <i>Nozzle</i>	17
2.7.1 <i>Flow coefficient</i>	17

2.7.2 Thrust Force	17
2.7.3 Velocity Average	19
2.7.4 Hydraulic loss	21
2.8 ANSYS 2025 R1 Student	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2 Penjelasan Diagram Alir	24
3.2.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	24
3.2.2 Studi Literatur	24
3.2.3 Pengumpulan Data.....	24
3.2.4 Permodelan <i>Nozzle Waterjet</i>	25
3.3 Simulasi CFD	25
3.3.1 Kondisi Batas.....	26
3.3.2 Meshing	27
3.3.3 Setup Ansys Fluent	28
3.4 Validasi.....	28
3.4.1 <i>Grid Independency Test</i>	29
3.4.2 Konvergensi Mesh	29
3.4.3 Data Validasi Geometri Panjang.....	30
3.5 Variasi	31
3.6 Hasil dan Pembahasan.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Simulasi Variasi Panjang.....	33
4.1.1 Nilai <i>Flow coefficient</i> Variasi Panjang	33
4.1.2 Nilai <i>Thrust</i> Variasi Panjang.....	34
4.1.3 Nilai <i>Velocity</i> Variasi Panjang.....	35
4.1.4 Nilai <i>Hydraulic loss</i> Variasi Panjang.....	36
4.2 Simulasi Variasi Ratio.....	37
4.2.1 Nilai <i>Flow coefficient</i> Variasi Ratio	37
4.2.2 Nilai <i>Thrust</i> Variasi Ratio.....	38
4.2.3 Nilai <i>Velocity</i> Variasi Ratio	39
4.2.4 Nilai <i>Hydraulic loss</i> Variasi Ratio.....	41

4.3 Kontur Aliran	42
4.3.1 Kontur Aliran Variasi Panjang	42
4.3.2 Kontur Aliran Variasi Ratio.....	45
4.3.3 Kontur <i>Velocity Vector</i> Variasi Panjang.....	50
4.3.4 Kontur <i>Velocity Vector</i> Variasi Ratio	55
BAB 5 PENUTUP.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Tabel <i>Research Gap</i>	11
Tabel 2.3 Konversi <i>Back pressure</i> terhadap <i>Operating Depth</i>	15
Tabel 3.2 Tabel Parameter Variasi	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Market AUV	1
Gambar 2.1 AUV Remus 100	12
Gambar 2.2 Gavia AUV	12
Gambar 2.3 Osprey AUV	12
Gambar 2.4 Sketsa Waterjet AUV 1-water inlet, 2-electric motor, 3-water hydraulic pump, 4-buoyancy regulating system, 5-high pressure chamber, 6- Nozzle	13
Gambar 3.1 Diagram Alir	23
Gambar 3.2 Detail Dimensi Nozzle Con dan Exponent	25
Gambar 3.3 Boundary Condition Nozzle Con.....	26
Gambar 3.4 Meshing	27
Gambar 4.1 Grafik Flow coefficient Variasi Panjang.....	33
Gambar 4.2 Grafik Thrust Variasi Panjang.....	34
Gambar 4.3 Grafik Velocity Variasi Panjang.....	35
Gambar 4.4 Grafik Nilai Δh Variasi Panjang.....	36
Gambar 4.5 Grafik Flow coefficient Variasi Ratio	37
Gambar 4.6 Grafik Thrust Variasi Ratio	38
Gambar 4.7 Grafik Velocity Variasi Ratio	40
Gambar 4.8 Grafik Nilai Δh Variasi Ratio	41
Gambar 4.9 Pola Aliran Fluida Cos Nozzle	42
Gambar 4.10 Pola Aliran Fluida Con Nozzle	44
Gambar 4.11 Pola Aliran Fluida Exponent Nozzel.....	44
Gambar 4.12 Pola Aliran Fluida Ratio 1	45
Gambar 4.13 Pola Aliran Fluida Ratio 1/2	46
Gambar 4.14 Pola Aliran Fluida Ratio 1/3	47
Gambar 4.15 Pola Aliran Fluida Ratio 1/4	49
Gambar 4.16 Kontur Velocity Vector Cos Nozzle.....	50
Gambar 4.17 Kontur Velocity Vector Exponent Nozzel.....	53
Gambar 4.18 Kontur Velocity Vector Ratio 1	55
Gambar 4.19 Kontur Velocity Vector Ratio $\frac{1}{2}$	57

Gambar 4.20 Kontur Velocity Vector Ratio $1/3$	58
Gambar 4.21 Kontur Velocity Vector Ratio $1/4$	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 2. Lembar Konsultasi Pembimbing 2