



**ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* TERHADAP
PERFORMANSI *NOZZLE HIGH-PRESSURE WATERJET*
PADA VARIASI GEOMETRI DAN KEKASARAN
PERMUKAAN**

SKRIPSI

**SALSABILA MAULIDA PUTRI DARSONO
2110313035**

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



**ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC*
TERHADAP PERFORMANSI *NOZZLE HIGH-
PRESSURE WATERJET* PADA VARIASI GEOMETRI
DAN KEKASARAN PERMUKAAN**

SKRIPSI

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

**SALSABILA MAULIDA PUTRI DARSONO
2110313035**

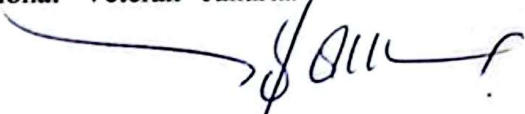
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**


LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI


Skripsi ini diajukan oleh:


Nama : Salsabila Maulida Putri Darsono
NIM : 2110313035
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Analisis *Computational Fluid Dynamic* Terhadap Performansi *Nozzle High-Pressure Waterjet* Pada Variasi Geometri Dan Kekasaran


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


Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T., M.T., IPM
Dekan Fakultas Teknik


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

Ditetapkan di : Depok

Tanggal Ujian : 5 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* TERHADAP
PERFORMANSI *NOZZLE HIGH-PRESSURE WATERJET* PADA
VARIASI GEOMETRI DAN KEKASARAN

Disusun Oleh:

Salsabila Maulida Putri Darsono

2110313035

Menyetujui,

Pembimbing I



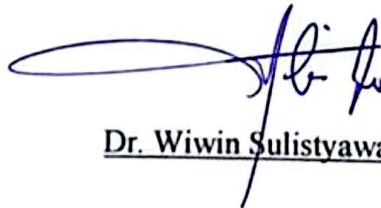
Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc.

Pembimbing II



Ir. Amir Marasabessy, M.T.

Kepala Program Studi SI 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 : Salsabila Maulida Putri Darsono

NIM : 2110313035

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, 5 Januari 2026

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular postmark stamp. The stamp is pink and white with a green vertical strip on the left. It contains the text 'KEMENTERIAN PERKAPALAN' at the top, 'KEMENTERIAN PERKAPALAN' in the middle, and '32A 197320065' at the bottom. The signature is written in a cursive style.

Salsabila Maulida Putri Darsono

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Salsabila Maulida Putri Darsono
NIM : 2110313035
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:

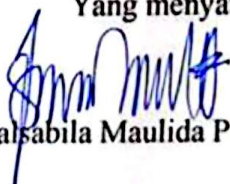
**“ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC TERHADAP
PERFORMANSI NOZZLE HIGH-PRESSURE WATERJET PADA
VARIASI GEOMETRI DAN KEKASARAN”**

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 : 5 Januari 2026

Yang menyatakan,


(Salsabila Maulida Putri Darsono)

**ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC
TERHADAP PERFORMANSI NOZZLE HIGH-PRESSURE
WATERJET PADA VARIASI GEOMETRI DAN
KEKASARAN PERMUKAAN**

Salsabila Maulida Putri Darsono

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki tingkat aktivitas dan risiko kecelakaan laut yang tinggi, sehingga membutuhkan sistem pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR) yang cepat, andal, dan efisien. Salah satu teknologi propulsi yang banyak digunakan pada kapal cepat SAR adalah waterjet propulsion, di mana performa sistem sangat dipengaruhi oleh karakteristik aliran pada nozzle bertekanan tinggi. Nozzle berperan penting dalam menentukan besarnya gaya dorong (Thrust) yang dihasilkan, sehingga optimasi desain nozzle menjadi aspek krusial dalam peningkatan kinerja kapal cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi geometri nozzle dan kekasaran permukaan dinding terhadap performa high-pressure waterjet menggunakan pendekatan Computational Fluid Dynamics (CFD). Model nozzle yang dikaji merupakan nozzle konvergen–silindris dua dimensi (2D axisymmetric) dengan variasi sudut kontraksi sebesar 13° , 30° , dan 60° . Selain itu, kekasaran permukaan dinding divariasikan dalam bentuk nilai equivalent sand-grain roughness hasil konversi dari kekasaran rata-rata (R_a), serta tekanan inlet divariasikan pada rentang 7–15 MPa. Parameter performa yang dianalisis meliputi gaya dorong (Thrust force), flow coefficient (C_d), dan kecepatan outlet. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan tekanan inlet secara konsisten meningkatkan kecepatan outlet dan gaya dorong pada seluruh variasi geometri. Sudut kontraksi menengah memberikan karakteristik aliran yang lebih stabil dibandingkan sudut kecil maupun sudut besar.

Kata kunci: *high-pressure waterjet*, gaya dorong, kekasaran permukaan

**COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS ANALYSIS OF
HIGH-PRESSURE WATERJET NOZZLE PERFORMANCE
WITH VARIATIONS IN GEOMETRY AND SURFACE**

Salsabila Maulida Putri Darsono

ABSTRACT

As an archipelagic country, Indonesia has a high level of maritime activity and accident risk, which necessitates a fast, reliable, and efficient Search and Rescue (SAR) system. One propulsion technology widely used on high-speed SAR vessels is waterjet propulsion, whose performance is strongly influenced by the flow characteristics inside the high-pressure nozzle. The nozzle plays a crucial role in determining the resulting Thrust force; therefore, nozzle design optimization is essential for improving the performance of high-speed vessels. This study aims to analyze the effects of nozzle geometry variation and wall surface roughness on the performance of a high-pressure waterjet using a Computational Fluid Dynamics (CFD) approach. The investigated model is a two-dimensional (2D axisymmetric) convergent–cylindrical nozzle with contraction angles of 13°, 30°, and 60°. Wall surface roughness is varied in the form of equivalent sand-grain roughness converted from average roughness (R_a), while inlet pressure is varied within the range of 7–15 MPa. Performance parameters analyzed include Thrust force, flow coefficient (C_d), and outlet velocity. The simulation results indicate that increasing inlet pressure consistently increases outlet velocity and Thrust force for all geometric variations. A moderate contraction angle provides more stable flow characteristics compared to smaller or larger angles.

Keywords: *high-pressure waterjet, Thrust force, surface roughness*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Computational Fluid Dynamics terhadap Performansi Nozzle High-Pressure Waterjet pada Variasi Geometri dan Kekasaran Permukaan.” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian karya ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan rasa hormat, penghargaan, dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi.
3. Ir. Amir Marasabessy, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan, saran, serta bimbingan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Kedua orang tua tersayang ayahanda Dr. Aang Darsono, S.Ag., M.Pd., ibunda Siti Sulastri (Almh.), dan umi Ani Ajiani, S.Ag., M.Pd. serta adik-adik tercinta Sabrina Lailatulfitria Putri Darsono, dan Musyaffa' Zainulhaq yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti selama penulis menempuh pendidikan dan menyusun skripsi.
5. Seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materiil, doa, serta semangat hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.

6. Saudara dan saudari Maritim 2021 yang telah bersama-sama berbagi pengalaman, ilmu, serta saling memberikan dukungan baik dalam suka maupun duka selama masa perkuliahan.
7. Ahmad Fadil Rahman yang telah bersedia meminjamkan laptop serta memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi.
8. Sam Julio Rhemawan, Muhammad Aysar Santoso, dan Rico Putranto yang telah membantu menyediakan perangkat pendukung selama proses pengerjaan skripsi.
9. Keluarga besar Abang dan Mba Maritim Yos Soedarso, khususnya Mba-mba angkatan 2020 serta Bang Ahmad Faris Izzudin, dan seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas bimbingan, dukungan, serta motivasi selama masa perkuliahan.
10. Adik-adik Mahasiswa Maritim yang telah menemani penulis selama proses penyusunan skripsi, khususnya Nurul Khairunnisa, yang telah meminjamkan laptop serta memberikan dukungan dan semangat
11. Orcha, Odas, Cooky, dan Mozza yang selalu menghibur penulis selama proses penyusunan skripsi.
12. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan baik dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut.

Akhir kata penulis mengucapkan *Alhamdulillah*, semoga Allah SWT selalu menyertai langkah penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan berpikir serta sebagai bahan referensi dan informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Depok, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	8
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Literatur Review	9
2.2 Research Gap	11
2.3 Jet Air Bertekanan Tinggi.....	12
2.4 Nozzle Konvergen Silindris.....	14
2.5 Gaya Dorong (<i>Thrust</i>).....	16
2.6 Koefisien Aliran.....	17
2.7 Kekasaran Permukaan dan Konversi Ra ke ks	18
2.8 <i>Computational Fluid Dynamic</i> (CFD)	18

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	21
3.3 Studi Literatur	21
3.4 Pengumpulan Data	21
3.5 Pemodelan Geometri <i>Nozzle Waterjet</i>	23
3.6 Simulasi <i>Computational Fluid Dynamic</i>	25
3.7 Validasi	29
3.8 Variasi	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Validasi	36
4.2 Hasil Simulasi Variasi	43
4.2 Pola Aliran	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Pemenuhan Sarana Pencarian dan Pertolongan Laut Basarnas	2
Tabel 1. 2	Perbandingan Propulsi Propeller Konvensional dengan Waterjet	3
Tabel 2. 1	<i>Literatur Review</i>	9
Tabel 2. 2	Research Gap	12
Tabel 3.1	Dimensi <i>Nozzle</i> dan <i>Waterpool</i>	23
Tabel 3. 2	Setup Simulasi ANSYS Fluent Student Version.....	28
Tabel 3.3	Dimensi Variasi Model.....	32
Tabel 3. 4	Variabel Variasi.....	34
Tabel 4. 1	Grid Independency Test 600 Ribu	37
Tabel 4. 2	Grid Independency Test 800 Ribu	37
Tabel 4. 3	Grid Independency Test 1 juta	38
Tabel 4. 4	Konvergensi Meshing.....	39
Tabel 4. 5	Hasil Error CFD dengan EFD	42
Tabel 4. 6	Perhitungan Thrust Force	44
Tabel 4. 7	Nilai <i>Cd</i>	46
Tabel 4. 8	Hasil Kecepatan Outlet.....	48
Tabel 4. 9	Hasil <i>Thrust</i>	50
Tabel 4. 10	Hasil <i>Cd</i>	53
Tabel 4. 11	Perhitungan Kecepatan <i>Outlet Nozzle</i>	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Grafik Pemenuhan Sarana Pertolongan Laut (BPS)	1
Gambar 1. 2	Fast Rescue Boat (FRB) milik BASARNAS.....	4
Gambar 1. 3	<i>The Sustainable Development Goals</i>	4
Gambar 2. 1	<i>High-Pressure Waterjet</i>	13
Gambar 2. 2	Sketsa Nozzle.....	15
Gambar 2. 3	Kontur CFD	19
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i>	20
Gambar 3.2	<i>Nozzle Waterjet 2D Axis-Simetris</i>	22
Gambar 3.3	Nozzle 2D Axis-Simetris	24
Gambar 3.4	<i>Meshing</i>	26
Gambar 3. 5	Inlet dan Outlet	30
Gambar 3. 6	Variasi Model	33
Gambar 4. 1	Grafik Grid Independency Test	38
Gambar 4. 2	Grafik Kovergensi Mesh.....	40
Gambar 4. 3	Grafik Residual Mesh 600 ribu pada Tekanan 6 MPa.....	40
Gambar 4. 4	Grafik Residual Mesh 800 ribu pada Tekanan 6 MPa.....	41
Gambar 4. 5	Grafik Residual Mesh 1 Juta ribu pada Tekanan 6 MPa	41
Gambar 4. 6	Grafik Hasil Validasi	42
Gambar 4.7	Grafik Hasil <i>Thrust Force</i>	44
Gambar 4. 8	Grafik Hasil Variasi <i>Cd</i>	46
Gambar 4. 9	Grafik Hasil Velocity	48
Gambar 4. 10	Hasil <i>Thrust</i>	50
Gambar 4. 11	Hasil <i>Cd</i>	52
Gambar 4. 12	Perhitungan <i>vout</i>	54
Gambar 4. 13	Perbandingan Kontur Velocity Magnitude 13°	56
Gambar 4. 14	Perbandingan Kontur Velocity Magnitude 30°	57
Gambar 4. 15	Perbandingan Kontur Velocity Magnitude 60°	58
Gambar 4. 16	Perbandingan Hasil Kontur Pressure 13°.....	60
Gambar 4. 17	Perbandingan Hasil Kontur Pressure 30°	61
Gambar 4. 18	Perbandingan Hasil Vektor Kecepatan 13°	62

Gambar 4. 19 Perbandingan Hasil Vektor Kecepatan 30° 63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 3 Lembar Konsultasi Pembimbing 2

Lampiran 4 Surat Pernyataan Bebas Plagiarism

Lampiran 5 Hasil Turnitin