



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**PEMODELAN SISTEM PROPULSI ELEKTRIK *UNMANNED*
UNDERWATER VEHICLE DENGAN PENDEKATAN
OBJECT ORIENTED MODELING SOFTWARE
OPENMODELICA UNTUK Mendukung
OPERASI LAUT TNI AL**

GUSTAV IRGI ALDHIANTORO

320210304012

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA MILITER**

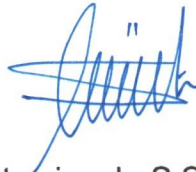
BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Gustav Irgi Aldhiantoro
NIM : 320210304012
Program Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul : Pemodelan Sistem Propulsi Elektrik *Unmanned Underwater Vehicle* dengan Pendekatan *Object Oriented Modeling Software OpenModelica* untuk Mendukung Operasi Laut TNI AL

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Mutmainnah, S.Si., M.Si.
NIP. 199306162022032002
Tanggal: 1 Juli 2025



Adhi Kusumadjati, S.Pd., M.Si.
NIP. 199211172022031001
Tanggal: 3 Juli 2025

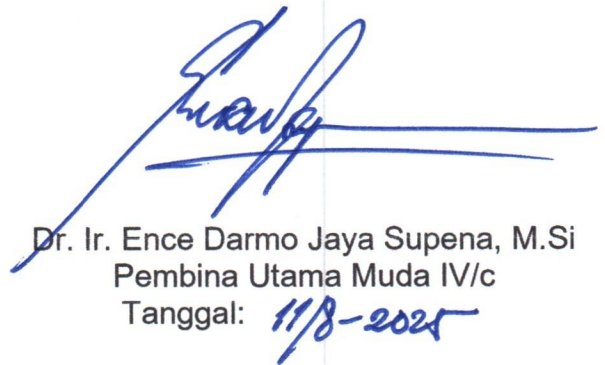
Mengetahui,

Kepala Program Studi Fisika,

Dekan Fakultas MIPA Militer



M. Zuhni P., S.Si., M.Eng.
Kolonel Tek. NRP. 522657
Tanggal: 8 Agustus 2025



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 11/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Gustav Irgi Aldhiantoro
 NIM : 320210304012
 Program Studi : Fisika
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul : *Pemodelan Sistem Propulsi Elektrik Unmanned Underwater Vehicle dengan Pendekatan Object Oriented Modeling Software OpenModelica untuk Mendukung Operasi Laut TNI AL*

No.	Nama	Tanda tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I Mutmainnah, S.Si., M.Si. NIP. 199306162022032002		01/07/2025
2.	Dosen Pembimbing II Adhi Kusumadjati S.Pd., M.Si. NIP. 199211172022031001		03/07/2025
3.	Dosen Penguji I Dr. Ir. Rudi Lazuardi, S.Si., M.Si. Kolonel Laut (KH) NRP. 12824		17/07/2025
4.	Dosen Penguji II Khazali Fahmi, S.Pd., M.Si. NIP. 199208142022031002		08/07/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraph, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang undang yang berlaku.

Bogor, 17 Juli 2025



Gustav Irgi Aldhiantoro

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gustav Irgi Aldhiantoro

NIM : 320210304012

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pemodelan Sistem Propulsi Elektrik *Unmanned Underwater Vehicle* dengan Pendekatan *Object Oriented Modeling Software Openmodelica* untuk Mendukung Operasi Laut TNI AL

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 4 Agustus 2025
Yang menyatakan



Gustav Irgi Aldhiantoro
NIM. 320210304012

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Pemodelan Sistem Propulsi Elektrik *Unmanned Underwater Vehicle* Dengan Pendekatan *Object Oriented Modeling Software OpenModelica* Untuk Mendukung Operasi Laut TNI Angkatan Laut Indonesia” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Letnan Jendral TNI (Purn) Jonni Mahroza, S.I.P., M.A., M.Sc., CIQnR., CIQaR., Ph.D., selaku Rektor Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
2. Bapak Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
3. Kol. Tek M. Zuhnir Piliang, S.Si., M. Eng., selaku Kepala Program Studi Fisika Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
4. Ibu Mutmainnah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Adhi Kusumadjati, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Dr. Ir. Kuntjoro Pinardi M.Sc., selaku Pembimbing Magang di PT. PAL Indonesia.
7. Annisa Mutiara Putri Abdul yang telah menjadi teman diskusi mengenai *OpenModelica*

8. Moh.Hisni Alfian Baarik yang telah menjadi teman diskusi terkait topik industri perkapalan.
9. Orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini.
10. Rekan-rekan dan adik Prodi Fisika Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu di bidang pertahanan terkait dalam upaya edukasi dan pengembangan sistem propulsi elektrik di Indonesia.

Bogor, Juli 2025
Gustav Irgi Aldhiantoro

ABSTRAK

PEMODELAN SISTEM PROPULSI ELEKTRIK *UNMANNED UNDERWATER VEHICLE* DENGAN PENDEKATAN *OBJECT ORIENTED MODELING SOFTWARE OPENMODELICA* UNTUK Mendukung Operasi Laut TNI AL

Sebagai negara kepulauan, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menjaga keamanan wilayah perairan, terutama karena terbatasnya jumlah kapal selam. Pengembangan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) menjadi solusi inovatif untuk mendukung operasi laut TNI Angkatan Laut yang meliputi operasi keamanan laut dan operasi tempur laut. Salah satu sistem paling krusial dalam UUV adalah sistem propulsi elektrik yang menentukan kinerja gerak sesuai misi operasional. Keakuratan menjadi aspek vital dalam penelitian ini karena variabel fisika yang memengaruhi gerakan UUV harus dihitung secara tepat untuk menjamin validitas hasil. Oleh karena itu, pemodelan berbasis perangkat lunak menjadi pilihan yang tepat karena mampu merepresentasikan sistem fisik dengan akurat. *OpenModelica*, perangkat lunak berbasis *object oriented modeling* (OOM), digunakan karena kapabilitasnya yang tinggi dalam pemodelan sistem dinamis. Simulasi menunjukkan bahwa gaya dorong dan konsumsi daya meningkat jika kecepatan ditingkatkan, sesuai prinsip dinamika fluida. Pada kecepatan 5 knot, UUV mampu beroperasi selama 39 jam dengan jarak tempuh 365,72 km, sedangkan pada 25 knot hanya 19 menit dengan jarak 14,68 km. Model OOM menunjukkan akurasi tinggi dengan galat rata-rata 1-2%, jauh lebih baik dibandingkan pendekatan DO dengan galat 19-21%. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan OOM *OpenModelica* efektif dalam memodelkan sistem propulsi elektrik UUV dan berpotensi menjadi referensi bagi pengembangan UUV dalam mendukung operasi laut di TNI AL.

Kata kunci: *Unmanned Underwater Vehicle*, Sistem Propulsi Elektrik, *OpenModelica*, *Object-Oriented Modeling*, Pemodelan.

ABSTRACT

ELECTRIC PROPULSION SYSTEM MODELING OF AN UNMANNED UNDERWATER VEHICLE USING OBJECT ORIENTED MODELING APPROACH IN OPENMODELICA SOFTWARE TO SUPPORT SEA OPERATIONS OF THE INDONESIAN NAVY

As an archipelagic nation, Indonesia faces significant challenges in securing its maritime territory, largely due to the limited number of submarines. The development of Unmanned Underwater Vehicles (UUVs) offers an innovative solution to support the Indonesian Navy in both maritime security and naval combat operations. A critical component of UUVs is the electric propulsion system, which directly influences motion performance based on operational demands. This study emphasizes the importance of modeling accuracy, as precise calculation of the physical variables affecting UUV dynamics is essential to ensure result validity. To achieve this, a software-based modeling approach is employed. OpenModelica, an object-oriented modeling (OOM) platform, is selected for its robust capabilities in simulating dynamic systems. Findings reveal that thrust and power consumption increase as speed increased, aligning with fluid dynamics principles. At 5 knots, the UUV can operate for 39 hours over a distance of 365.72 km; at 25 knots, operation time decreases to 19 minutes with a range of 14.68 km. The OOM model demonstrates high accuracy with an average error of 1-2%, significantly outperforming the DO approach, which yields errors of 19-21%. These results highlight the effectiveness of the OOM-based approach using OpenModelica and its potential as a reference for future UUV electric propulsion system development in support of Indonesian Navy sea operations.

Keywords: *Unmanned Underwater Vehicle, Electric Propulsion System, OpenModelica, Object-Oriented Modeling, Modeling.*

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan penelitian	4
1.4 Manfaat penelitian	4
1.4.1 Teoritis	4
1.4.2 Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 <i>Unmanned underwater vehicle</i>	5
2.1.2 Sistem propulsi Elektrik	8
2.1.3 Pemodelan	10
2.1.3.1 <i>Object Oriented Modeling</i>	11
2.1.3.2 Pemodelan lingkungan bawah laut	12
2.1.3.3 <i>OpenModelica</i>	13
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	15

2.3	Kerangka Berfikir.....	18
2.4	Hipotesis	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Metode dan Desain Penelitian.....	19
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan.....	21
3.4	Variabel Penelitian	21
3.5	Prosedur Penelitian.....	22
3.5.1	Pembuatan Model Utama.....	22
3.5.2	Pemodelan Model Tambahan	23
3.5.3	Integrasi model.....	23
3.6	Metode Analisis.....	24
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Model Sistem Propulsi Elektrik	25
4.1.1	Tampilan Keseluruhan Model Sistem Propulsi Elektrik.....	25
4.1.2	Model Model Utama	25
4.1.3	Model tambahan	28
4.2	Data Hasil Pemodelan.....	31
4.2.1	Pengaruh Peningkatan Kecepatan Terhadap Daya dan Gaya Dorong	31
4.2.2	Jarak Tempuh Maksimal Pada Beberapa Variasi	32
4.2.3	Pengaruh Peningkatan Durasi Operasi Terhadap Gaya Dorong	34
4.2.4	Hasil Perbandingan Akurasi Pendekatan OOM Dengan <i>Data Oriented</i>	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....		38
LAMPIRAN 1.....		41
LAMPIRAN 2.....		45
LAMPIRAN 3.....		48

LAMPIRAN 4.....	50
LAMPIRAN 5.....	52



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 General Arrangement of Gavia AUV	6
Gambar 2.2 Ilustrasi arah gaya hambat terhadap arah gerakan UUV	8
Gambar 2.3 Skema sistem propulsi elektrik.....	9
Gambar 2.4 Tampilan OMEdit saat digunakan untuk pemodelan	13
Gambar 2.5 Diagram alir kerangka berfikir penelitian	18
Gambar 3.1 Universitas Pertahanan Indonesia	19
Gambar 3.2 Diagram alur prosedur penelitian	22
Gambar 4.1 Model keseluruhan sistem propulsi elektrik.....	26
Gambar 4.2 Model generator.....	27
Gambar 4.3 Model motor.....	27
Gambar 4.4 Gear menghubungkan motor dan propeler	28
Gambar 4.5 Model propeler.....	28
Gambar 4.7 Model untuk menghitung konsumsi daya	29
Gambar 4.9 Model untuk menghitung total jarak tempuh.....	30
Gambar 4.10 Grafik kecepatan terhadap gaya dorong (a) & daya (b) ...	31
Gambar 4.11 Grafik durasi operasi terhadap gaya dorong	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	21
Tabel 3.2 Spesifikasi REMUS 600	24
Tabel 4.1 Daya Dan Gaya Dorong Pada Beberapa Variasi Kecepatan	32
Tabel 4.2 Jarak tempuh maksimal beberapa variasi kecepatan UUV ..	32
Tabel 4.3 Data dengan <i>OpenModelica</i> , <i>Matlab</i> dan Nilai Referensi	35

