

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau dan perairan seluas 3,25 juta kilometer persegi. Sebagai negara kepulauan, perairan Indonesia tidak hanya menjadi jalur pelayaran internasional yang strategis, tetapi juga memiliki kekayaan sumber daya laut yang melimpah. Hal ini menjadikan operasi laut TNI Angkatan Laut yang meliputi operasi keamanan laut dan operasi tempur laut, kedua jenis operasi ini saling melengkapi dalam upaya TNI AL menjaga keamanan dan kedaulatan wilayah laut Indonesia. Operasi keamanan laut berfokus pada penegakan hukum dan pengamanan wilayah, sedangkan operasi tempur laut berorientasi pada pertahanan dan penindakan terhadap ancaman militer sebagai salah satu prioritas utama dalam menjaga kedaulatan negara (Ramadhan et al., 2023). Kapal selam memainkan peran yang sangat strategis dalam pengamanan laut karena kemampuannya untuk beroperasi secara tersembunyi, baik dalam misi pengawasan, patroli perbatasan, maupun perlindungan terhadap kapal penting (Saputra, R. M., 2024; Ramadhan et al., 2023).

Jumlah kapal selam yang dimiliki Indonesia saat ini masih sangat jauh dari kebutuhan ideal. Kepala Staf Angkatan Laut (KSAL), Laksamana TNI Muhammad Ali, dalam sebuah kesempatan menegaskan bahwa Indonesia hanya memiliki 4 kapal selam aktif, yaitu tiga unit buatan Korea Selatan (*Chang Bogo Class*) dan satu unit buatan Jerman (*Cakra Class*). Keempat kapal selam ini mengutip dari data di website Kemenkeu ialah:

a. KRI Cakra-401

Kapal selam tipe U-209/1300 buatan HDW (Howaldtswerke-Deutsche Werft) Jerman (1981) dengan panjang 60 meter dan bobot 1.395 ton. Diawaki 34 kru, mampu menyelam hingga 250 meter dengan kecepatan 21,5 knot. Dipersenjatai 8

tabung torpedo. Kapal selam aktif tertua TNI AL ini diremajakan pada 2021 di PT PAL Surabaya. Nama "Cakra" berasal dari senjata pusaka Prabu Kresna.

b. KRI Nagapasa-403

Kapal selam kelas Nagapasa pertama, tipe U-209/1400 buatan DSME (Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd) Korea Selatan (2017). Panjang 61,3 meter, diawaki 40 kru, mampu mencapai kecepatan 21 knot di bawah air. Dipersenjatai torpedo dan rudal anti kapal. Nama "Nagapasa" diambil dari senjata pusaka Indrajit.

c. KRI Ardadedali-404

Kapal selam kelas Nagapasa kedua, tipe U-209/1400 buatan DSME (Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd) Korea Selatan (2018). Spesifikasi mirip KRI Nagapasa-403 dengan panjang 61,3 meter dan kemampuan jelajah serupa. Nama "Ardadedali" berasal dari senjata pusaka Arjuna.

d. KRI Alugoro-405

Kapal selam kelas Nagapasa ketiga, tipe U-209/1400 buatan DSME (Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd) Korea Selatan (2021). Panjang 61,3 meter, dilengkapi teknologi terbaru dan torpedo generasi baru. Dibangun bersama PT PAL Indonesia. Nama "Alugoro" diambil dari senjata pusaka Prabu Baladewa.

Melalui informasi yang diberikan oleh website Kemenkeu ini juga diketahui tipe sistem propulsi yang dipakai oleh kapal selam yang saat ini dimiliki Indonesia, yaitu tipe propulsi diesel elektrik U-209/1400 yang mana diketahui jika daya maksimal yang bisa dikeluarkan oleh tipe propulsi ini adalah 5000 *shaft horse power* atau jika dikonversi adalah 3700kW (Military Factory, 2021). Untuk bisa mencapai kecepatan maksimum dari kapal selam milik Indonesia yang mana berkisar antara 21-21,5 knot dibutuhkan daya sebesar 3700kW.

Menurut Kepala Staf Angkatan Laut Laksamana TNI Muhammad Ali, untuk menjaga kedaulatan wilayah perairan Indonesia, dibutuhkan setidaknya 12 kapal selam yang aktif beroperasi (Kompas, 2023). Pernyataan ini sesuai dengan laporan Kementerian Keuangan yang menyebutkan bahwa usia kapal selam yang dimiliki saat ini telah mendekati masa akhir operasional, sehingga modernisasi alutsista menjadi kebutuhan mendesak. Di tengah keterbatasan anggaran dan sumber daya, pengembangan teknologi kapal selam dalam negeri menjadi salah satu solusi jangka panjang yang perlu ditempuh. Salah satu teknologi inovatif yang dapat dikembangkan adalah kapal selam tanpa awak atau *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV). UUV memiliki keunggulan strategis karena dapat digunakan untuk misi berisiko tinggi seperti pengawasan wilayah, survei bawah laut, hingga eksplorasi laut dalam, tanpa mempertaruhkan nyawa manusia (Munazid, A., & Suwasono, B, 2017).

Sistem propulsi pada UUV merupakan salah satu elemen utama yang mempengaruhi performa, efisiensi energi, kemampuan manuver, dan tingkat kebisingan (Carlton, J, 2018). Sistem propulsi elektrik menjadi pilihan yang ideal karena keunggulannya dalam efisiensi energi, dan pengurangan jejak akustik. Sebelum implementasi, sistem propulsi ini harus dimodelkan terlebih dahulu untuk memastikan kompatibilitas dan efisiensi seluruh komponen, mulai dari motor penggerak, baling-baling, hingga sistem pengontrol daya. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan sistem propulsi elektrik UUV menggunakan pendekatan *Object-Oriented Modeling* (OOM) dengan perangkat lunak *OpenModelica* (Fritzson, P., 2011; Qiu et al., 2024).

1.2 Rumusan masalah

- a. Bagaimana pengaruh gaya dorong, jarak tempuh dan konsumsi daya terhadap variasi nilai *input* kecepatan UUV dan durasi operasi UUV di *OpenModelica*?

- b. Bagaimana pemodelan sistem propulsi elektrik dengan *software OpenModelica* pendekatan OOM bisa mendapatkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pendekatan lain?

1.3 Tujuan penelitian

- a. Mengetahui pengaruh gaya dorong, jarak tempuh dan konsumsi daya terhadap variasi nilai *input* kecepatan UUV dan durasi operasi UUV di *OpenModelica*.
- b. Mendapatkan tingkat akurasi pemodelan sistem propulsi elektrik yang lebih tinggi dengan *software OpenModelica* pendekatan OOM.

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Teoritis

- a. Penelitian ini akan memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang fisika terapan, khususnya dalam pemodelan sistem propulsi elektrik. Model yang dihasilkan dapat menjadi referensi bagi penelitian di bidang pemodelan sistem propulsi bawah air.
- b. Menambah wawasan tentang dinamika fluida dan mekanika gerak dalam sistem UUV, serta aplikasi hukum-hukum fisika dalam pemodelan sistem kompleks.

1.4.2 Praktis

- a. Penelitian ini akan memberikan panduan bagi para pengembang teknologi UUV di Indonesia.
- b. Pemodelan yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam proses perancangan sistem propulsi elektrik UUV.