

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan (*archipelagic state*), Indonesia diapit oleh dua benua (Asia dan Australia) dan dua samudera (Pasifik dan Hindia). Ini linear dengan perubahan kedua UU No. 6 Tahun 1966 mengenai Perairan Pasal 25A yang menjelaskan bahwa sebagai negara kepulauan dengan karakteristik Nusantara, Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) memiliki wilayah yang hak dan batasannya diatur dalam UU. Berdasarkan UU No.6 Tahun 1966, negara kepulauan diartikan sebagai negara yang meliputi lebih dari satu kepulauan dan bisa mencakup pulau yang lain. Saat ini, Kedaulatan Negara Republik Indonesia mencakup kurang lebih 17.508 pulau.

Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat bergantung pada sektor maritim khususnya transportasi laut guna menjalin konektivitas antar wilayah dan menunjang pertumbuhan ekonomi nasional. Laut tidak hanya menjadi pemisah antar pulau tapi juga bisa menjadi penghubung antar pulau di Indonesia. Oleh karena itu, keberadaan kapal dinilai sangat penting dalam memainkan peran dalam sistem logistik nasional maupun digunakan sebagai sarana berpindah dari pulau satu ke pulau yang lain.

Seiring dengan perjalanan waktu dan peningkatan aktivitas pelayaran, kapal-kapal yang beroperasi di perairan dunia menghadapi berbagai tantangan terhadap efisiensi dan keberlanjutan operasional pun turut meningkat, salah satunya ditandai dengan munculnya permasalahan teknis dan ekologis seperti *Biofouling*.

Biofouling merujuk pada penempelan organisme hidup, seperti alga, moluska, dan krustasea, pada permukaan kapal yang terendam air. Fenomena ini terjadi secara alami ketika organisme mikroba dan makroorganisme menempel pada permukaan kapal yang berinteraksi dengan air laut. Meskipun terlihat sebagai hal yang tidak terlalu mengganggu, *Biofouling* memiliki dampak yang cukup besar terhadap kinerja dan efisiensi kapal, baik dari segi operasional, biaya, maupun lingkungan.

Biofouling tumbuh secara alami, dan kecepatan pertumbuhannya dipengaruhi oleh beberapa hal, yakni rasio waktu berlabuh dan berlayar, daerah operasi, frekuensi *docking*, metode pengecatan lambung, dan kecepatan dinas. [1]

Salah satu dampak paling nyata dari *Biofouling* adalah meningkatkan tahanan kapal (*ship resistance*) ketika kapal bergerak di air. *Biofouling* yang menempel pada permukaan lambung kapal dapat menyebabkan permukaan kapal menjadi kasar. Kekasaran ini mengakibatkan peningkatan gaya hambat atau tahanan. Dalam konteks hidrodinamika, *Biofouling* berkontribusi terhadap peningkatan tahanan gesek (*frictional resistance*) yang merupakan salah satu komponen utama dalam tahanan total kapal. Keberadaan *Biofouling* ringan sekalipun dapat meningkatkan tahanan gesek hingga lebih dari 20%, sedangkan pertumbuhan berat seperti teritip dan kerang dapat meningkatkan tahanan hingga 80% atau lebih.[2]

Peningkatan tahanan ini berdampak langsung pada konsumsi bahan bakar kapal. Untuk mempertahankan kecepatan yang sama, mesin kapal harus bekerja lebih keras, yang artinya lebih banyak bahan bakar yang digunakan sehingga menghasilkan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Selain itu *Biofouling*

berdampak pada peningkatan biaya operasional bagi pemilik kapal dan perusahaan pelayaran karena *Biofouling* berpotensi merusak lapisan cat dan struktur kapal, memperpendek umur kapal, dan meningkatkan biaya pemeliharaan.

Di sisi lain, *Biofouling* berkontribusi terhadap dampak lingkungan yang signifikan, termasuk penyebaran spesies invasif yang dapat mengganggu ekosistem laut setempat. Organisme yang menempel pada kapal dapat berpindah dari satu perairan ke perairan lain, membawa serta spesies non-native yang dapat mengubah keseimbangan ekologis suatu wilayah. Sebagai contoh, penyebaran moluska atau alga yang tidak berasal dari suatu wilayah dapat merusak habitat alami dan mempengaruhi keberagaman hayati lokal.

Mengatasi *Biofouling* menjadi tantangan tersendiri, dengan berbagai metode yang telah dikembangkan, seperti penggunaan cat anti-*fouling*, perlakuan permukaan kapal, hingga teknologi baru yang berbasis pada pengurangan organisme pengotor. Penelitian lebih lanjut tentang dampak *Biofouling* di kapal sangat penting untuk mengembangkan solusi yang lebih efektif dan ramah lingkungan, guna menjaga efisiensi operasional kapal dan melindungi ekosistem laut.

Mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan dari *Biofouling* dimaksud, penting untuk mengkaji lebih mendalam tentang faktor-faktor yang berdampak pada terjadinya *Biofouling* dan dampak yang ditimbulkannya. Diharapkan studi ini bisa memberi wawasan pada masyarakat khususnya yang terlibat dalam industri pelayaran sehingga dapat meningkatkan kesadaran atas pentingnya pembersihan lambung kapal terhadap aktivitas *Biofouling* di lambung kapal.[3]

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, dapat disampaikan beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana dampak *Biofouling* terhadap kinerja operasional kapal?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keparahan *Biofouling* pada kapal?
3. Bagaimana dampak *Biofouling* terhadap lingkungan laut?
4. Apa saja metode yang efektif dalam mencegah dan mengatasi *Biofouling* pada kapal?
5. Apa kebijakan dan regulasi yang ada terkait pengelolaan *Biofouling* pada kapal?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh *Biofouling* terhadap kelancaran operasional kapal.
2. Untuk mengetahui beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Biofouling* di kapal.
3. Untuk mengetahui dampak dari penyebaran spesies non-native yang terbawa oleh *Biofouling* terhadap ekosistem laut di wilayah yang baru.
4. Untuk mengetahui efektivitas penggunaan cat anti-*fouling*, teknologi pemeliharaan permukaan kapal, dan pendekatan ramah lingkungan dalam mengurangi dampak *Biofouling*.
5. Untuk mengetahui sejauh mana regulasi yang telah ditetapkan dalam rangka mengurangi dampak *Biofouling*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, penulis memberikan batasan masalah dalam penelitian ini, yakni Penelitian ini tidak membahas secara teknis perhitungan rinci mengenai kinerja kapal yang terkena *Biofouling*, termasuk analisis numerik, simulasi hidrodinamika, atau estimasi efisiensi bahan bakar secara kuantitatif.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan, studi ini bisa memberi sejumlah manfaat yang signifikan baik dari segi teoritis atau praktis, antara lain:

1. Manfaat Secara Teoritis

Penulisan skripsi ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan ilmiah dalam bidang biologi kelautan dan teknik kelautan, khususnya mengenai fenomena *Biofouling* pada kapal. Beberapa manfaat teoritis yang dapat diperoleh antara lain:

- a. Penambahan Wawasan Ilmiah: Skripsi ini bisa memberi pemahaman mendalam mengenai proses terjadinya *Biofouling*, faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta dampaknya terhadap kapal dan lingkungan. Penelitian ini juga dapat mengidentifikasi jenis-jenis organisme yang paling sering menempel pada kapal, serta hubungan antara kondisi perairan dengan intensitas *Biofouling*.
- b. Penyempurnaan Teori dan Model Eksisting: Dengan mengkaji berbagai faktor yang mempengaruhi *Biofouling*, penelitian ini dapat memperkaya teori-teori yang ada tentang *Biofouling* serta menghasilkan model-model

baru yang dapat digunakan untuk memprediksi dampak *Biofouling* pada kapal dan sistem maritim.

- c. Kontribusi terhadap Keilmuan Lingkungan: Penelitian ini juga diharap bisa memberi gambaran lebih jelas tentang dampak ekologis *Biofouling*, khususnya dalam konteks spesies invasif yang terbawa oleh kapal, yang pada gilirannya dapat menjadi referensi untuk studi-studi lanjutan dalam bidang ekologi laut.

2. Manfaat Secara Praktis

Hasil temuan secara praktis diharap bisa bermanfaat langsung bagi industri maritim, pemilik kapal, dan pihak terkait lainnya. Beberapa manfaat praktis yang bisa didapat antara lain:

- a. Penghematan Biaya Operasional: Dengan memahami dampak *Biofouling* terhadap kinerja kapal, pemilik kapal dan perusahaan pelayaran dapat mengambil langkah-langkah preventif untuk mengurangi penumpukan organisme pengotor pada kapal. Ini dapat mengurangi peningkatan konsumsi bahan bakar dan biaya pemeliharaan, serta meningkatkan efisiensi operasional kapal.
- b. Peningkatan Teknologi dan Inovasi: Penelitian ini dapat membuka peluang untuk pengembangan teknologi baru dalam pencegahan dan pengelolaan *Biofouling*, seperti penggunaan bahan anti-*fouling* yang lebih ramah lingkungan atau pengembangan sistem pembersihan otomatis untuk badan kapal.
- c. Meningkatkan Kinerja Kapal: Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi bagi industri maritim mengenai pemilihan bahan dan desain

kapal yang lebih efisien dalam mencegah *Biofouling*, yang pada akhirnya meningkatkan kinerja dan umur kapal.

3. Manfaat bagi Regulator

Bagi regulator, penelitian ini bisa memberi gambaran yang lebih jelas tentang dampak dan pentingnya pengelolaan *Biofouling*, serta dasar ilmiah untuk menyusun kebijakan atau regulasi yang lebih efektif. Beberapa manfaatnya adalah:

- a. Penyusunan Kebijakan yang Lebih Tepat: Penelitian ini dapat membantu regulator dalam merumuskan kebijakan yang lebih baik terkait pengelolaan *Biofouling*, seperti pembaruan standar teknis, pengawasan yang lebih ketat terhadap kapal yang beroperasi di wilayah maritim internasional, serta promosi penggunaan teknologi ramah lingkungan.
- b. Meningkatkan Kepatuhan terhadap Regulasi Internasional: Hasil temuan ini bisa menjadi referensi untuk regulator dalam meningkatkan kesadaran dan kepatuhan terhadap peraturan internasional, seperti Konvensi Internasional MARPOL (*Marine Pollution*) dan peraturan dari IMO (*International Maritime Organization*) yang berfokus pada pengurangan dampak *Biofouling* terhadap lingkungan.
- c. Memperkuat Sistem Pengawasan dan Monitoring: Penelitian ini dapat memberikan masukan mengenai pentingnya sistem monitoring dan evaluasi dalam mendeteksi dan mengatasi masalah *Biofouling*, yang berpotensi merusak ekosistem laut dan mengganggu aktivitas pelayaran internasional.

4. Manfaat bagi Dunia Maritim

Bagi dunia maritim secara keseluruhan, penelitian ini diharap bisa berkontribusi signifikan dalam menciptakan industri pelayaran yang lebih efisien dan berkelanjutan. Beberapa manfaatnya adalah:

- a. Peningkatan Keberlanjutan Industri Maritim: Penelitian ini dapat membantu menciptakan praktik pelayaran yang lebih ramah lingkungan, dengan mengurangi dampak negatif *Biofouling* terhadap ekosistem laut, serta mendukung pengembangan teknologi dan material yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam pengelolaan *Biofouling*.
- b. Meningkatkan Kesadaran Lingkungan: Skripsi ini dapat meningkatkan kesadaran pelaku industri maritim akan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem laut dan mencegah penyebaran spesies invasif melalui *Biofouling*. Hal ini diharapkan dapat mendorong lebih banyak perusahaan untuk mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.
- c. Dukungan terhadap Kinerja Ekonomi Global: Dengan mengurangi biaya operasional kapal dan meningkatkan efisiensi pelayaran, industri maritim dapat berkontribusi lebih besar terhadap perekonomian global. Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi bagi perusahaan pelayaran dalam mengoptimalkan kinerja operasional mereka dan pada saat yang sama, menjaga keberlanjutan ekosistem laut.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dan mewujudkan tujuan, studi ditulis dengan sistematika yang mencakup lima bab yang berkaitan, dimana, dimana setiap babnya membentuk suatu rangkaian yang tidak terpisahkan. Berikut sistematika penyajian materi penulisan ini:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengantar yang menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta batasan masalah. Latar belakang akan memaparkan pengertian *Biofouling* hingga dampak *Biofouling* di sektor maritim. Rumusan masalah berisi pertanyaan-pertanyaan kunci yang hendak dijawab pada riset ini, sementara tujuan penelitian akan menjelaskan apa yang ingin dicapai. Manfaat penelitian akan menguraikan dampak positif riset ini baik secara teoritis maupun praktis. Batasan masalah menjelaskan ruang lingkup penelitian agar lebih terfokus.

BAB II. DASAR TEORI

Bab ini akan memaparkan landasan teori dan konsep-konsep penting yang mendukung penelitian. Tinjauan pustaka akan mengulas literatur terkait *Biofouling*, teknologi pengelolaan *Biofouling*, dan standar teknis serta regulasi yang relevan. Di dalam bab ini, berbagai studi sebelumnya yang berkaitan dengan *Biofouling* dan dampaknya terhadap lingkungan laut juga akan dibahas.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan pendekatan dan metode yang diterapkan pada penelitian, mencakup: Jenis penelitian yang dipilih, apakah kualitatif, kuantitatif, atau kombinasi keduanya, studi kasus yang dipilih dan alasan pemilihannya dan

metode pengumpulan data seperti observasi langsung, wawancara dengan beberapa pihak terkait, dokumen teknis, jadwal pengerjaan dan flowchat penelitian.

BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisis data mencakup proses yang bertujuan untuk merubah data hasil riset menjadi informasi yang berguna dalam pembuatan kesimpulan. Tujuan dari analisis data mencakup deskripsi data agar dapat dipahami serta pembuatan dan penarikan kesimpulan tentang karakteristik populasi menurut data yang didapat dari sampel. Biasanya, kesimpulan ini dibuat dengan merujuk pada estimasi dan pengujian hipotesis.

BAB V. PENUTUP

Bab V mencakup kesimpulan dari riset yang dijalankan serta memahami dampak yang ditimbulkan sehingga penulis dapat memberikan rekomendasi dalam menangani masalah *Biofouling* di kapal. Di sisi lain, bab ini juga akan mencakup saran untuk studi lebih lanjut serta potensi perbaikan dalam pengawasan dan regulasi pengelolaan *Biofouling* kapal di Indonesia.