

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Air ballast merupakan air yang digunakan sebagai penyeimbang dan pemberat kapal saat berlayar, namun air ballast memiliki potensi pencemar yang serius terhadap lingkungan saat melakukan proses ballasting dan deballasting. Proses ballasting merupakan proses pengisian air ballast dalam kapal, sedangkan proses deballasting merupakan proses pembuangan air ballast dalam kapal. Pada proses tersebut akan menyebabkan penyebaran kandungan pencemar seperti organisme laut, timbal, dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang akan mencemari daerah kapal bersandar (Abdillah & Basuki, 2020).

Industri perkapalan memiliki tantangan signifikan dalam memenuhi regulasi lingkungan yang semakin ketat, salah satunya adalah *Ballast Water Management Convention* (BWMC) yang dikeluarkan oleh *International Maritime Organization* (IMO). Regulasi ini memiliki tujuan khusus dalam mengurangi dampak negatif dari perpindahan organisme laut invasif melalui air ballast kapal. Peraturan BWMC diadaptasi dalam indonesia melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 yang menghasilkan baku mutu untuk timbal sebesar 0,05 mg/l dan untuk TSS sebesar 80 mg/l (Asuhadi et al., 2022). Untuk mematuhi regulasi tersebut, mayoritas kapal sudah mengadopsi teknologi pengolahan air ballast untuk meminimalisir perpindahan organisme laut invasif dengan menggunakan proses filtrasi dengan penambahan sistem UV dan elektroklorinasi (Pereira & Pinto, 2025).

Adapun kandungan lain seperti timbal dan TSS yang juga menjadi masalah serius dalam proses ballasting dan deballasting pada kapal. Urgensi pengolahan air ballast yang mengandung timbal dan TSS diperlukan untuk mencegah perpindahan pencemar dari satu pelabuhan ke pelabuhan lain melalui kapal yang berpindah sandar (Wibowo & Cerlyawati, 2021). Kandungan timbal dalam air ballast berasal dari cat anti korosi dinding kapal yang digunakan untuk pembuatan dan perbaikan kapal. Timbal bersifat toksik yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan serius pada manusia dan organisme perairan. Sedangkan TSS menyebabkan

kekeruhan air yang dapat mengganggu proses fotosintesis organisme perairan, kandungan TSS berasal dari aktivitas saat pengambilan air ballast yang kemungkinan terjadi pencemaran di pelabuhan dan perairan pesisir (Sudarmawan et al., 2020).

Pengolahan air ballast yang kurang maksimal dalam menurunkan parameter pencemar lainnya akan meningkatkan akumulasi polutan di perairan pelabuhan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang efektif untuk menurunkan kadar TSS dan timbal sebelum air dibuang ke lingkungan. Salah satu metode yang banyak dikembangkan adalah elektroagulasi, yaitu proses pengolahan air yang menggunakan arus listrik untuk membentuk flok yang dapat mengikat dan mengendapkan partikel tersuspensi serta logam berat (Wardhani et al., 2012). Proses elektrokoagulasi dinilai efisien, ramah lingkungan, dan tidak memerlukan banyak bahan kimia tambahan. Proses elektrokoagulasi menghasilkan  $\text{Al(OH)}^3$  yang berasal dari oksidasi plat anoda yang berfungsi untuk mengikat polutan dan menjadikan flok agar dapat diendapkan (Masrullita et al., 2021).

Namun, efektivitas elektrokoagulasi masih perlu ditingkatkan, terutama air ballast memiliki kandungan polutan yang tinggi. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah penambahan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) sebagai oksidator. Hidrogen peroksida mampu menghasilkan radikal hidroksil yang sangat reaktif, sehingga dapat mempercepat proses oksidasi dan degradasi polutan, serta meningkatkan efisiensi penurunan TSS dan Pb dalam air ballast (Widjajanto, 2024). Ion  $\text{Pb}^{2+}$  yang bersifat terlarut akan beraksi dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$  membentuk  $\text{PbO}_2$  menjadi tidak larut dan mudah diendapkan (Hasibuan Abdur Muhamad et al., 2018). Kombinasi antara elektrokoagulasi dan oksidasi hidrogen peroksida diharapkan dapat memperbaiki kualitas air ballast sehingga memenuhi baku mutu lingkungan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa dosis  $H_2O_2$  yang dibutuhkan dalam penurunan parameter TSS dan Logam Berat Timbal (Pb) pada proses elektrokoagulasi?
2. Bagaimana pengaruh variasi jarak antar plat terhadap penurunan parameter TSS dan Logam Berat Timbal (Pb) pada proses elektrokoagulasi?
3. Bagaimana pengaruh waktu reaksi pada proses elektrokoagulasi dalam menyisihkan parameter TSS dan Logam Berat Timbal (Pb) ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis variasi dosis senyawa  $H_2O_2$  yang optimum terhadap efisiensi penyisihan parameter TSS dan Logam Berat Timbal (Pb) pada proses elektrokoagulasi
2. Menganalisis pengaruh variasi jarak antar plat alumunium terhadap efisiensi penurunan parameter TSS dan Logam Berat Timbal (Pb) pada proses elektrokoagulasi
3. Menganalisis pengaruh waktu sampling proses elektrokoagulasi dalam menyisihkan parameter TSS dan Logam Berat Timbal (Pb) pada proses elektrokoagulasi

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan terkait teknik pengolahan air ballast yaitu kombinasi elektrokoagulasi dan oksidasi senyawa hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ).
2. Memberikan solusi dalam menurunkan parameter *Total Suspended Solids* (TSS) dan Logam Berat Timbal (Pb) pada air ballast sehingga meningkatkan efisiensi pengolahan air ballast.

3. Menambah wawasan terkait faktor yang mempengaruhi efektifitas penambahan oksidasi  $H_2O_2$  dalam proses elektrokoagulasi.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan pengujian skala laboratorium di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Sampel air ballast diambil dari Pelabuhan Utara di Kota Surabaya.
3. Penelitian ini akan menguji efektivitas penambahan oksidasi senyawa  $H_2O_2$  dalam pengolahan air ballast menggunakan metode elektrokoagulasi.
4. Dalam penelitian ini dapat menurunkan beberapa parameter seperti TSS dan Logam berat Timbal (Pb).