

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran laut akibat minyak umumnya terjadi karena aktivitas manusia di wilayah perairan. Salah satu contohnya adalah saat kapal yang sedang berlayar mengalami kebocoran pada tangki minyak. Kebocoran tersebut menyebabkan tumpahan minyak dari kapal ke laut. Kapal tanker yang mengangkut beban muatan minyak berlebihan juga berpotensi menyebabkan pencemaran ekosistem laut apabila minyak tumpah ke laut. Selain itu, penyebab pencemaran ekosistem laut juga bisa berasal dari pembuangan hasil limbah pabrik industri dengan kandungan minyak yang tidak dikelola dengan baik. Pencemaran minyak mengakibatkan kerusakan pada ekosistem laut. Mulai dari air yang tercemar oleh minyak karena minyak tidak dapat menyatu dengan air sehingga air laut akan berwarna hitam. Tumpahan minyak juga menyebabkan kematian biota laut dikarenakan minyak yang menutupi permukaan air laut sehingga kekurangan oksigen dan juga keracunan karbon dioksida. Pencemaran minyak di daerah pesisir pantai juga dapat merugikan masyarakat sekitar karena dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Akibatnya, ekonomi di daerah tersebut akan menurun dikarenakan sumber mata pencaharian seperti nelayan dan sektor pariwisata terganggu akibat kerusakan ekosistem laut. Selain itu, akibat dari pencemaran limbah minyak dapat membuat organisme yang ada di laut terkontaminasi, sehingga dapat membahayakan kesehatan masyarakat yang mengonsumsinya[1].

Ada banyak solusi-solusi yang telah ditemukan untuk mencegah dan menghilangkan tumpahan minyak di laut. Salah satu solusi yang telah digunakan adalah *Oil Skimmer*. Alat ini bekerja dengan mengapungkan alat penyerap di permukaan air. Minyak yang mengapung di atas air akan tertarik atau menempel pada alat tersebut, sementara air tetap berada di bawah [2]. Akan tetapi, solusi ini memiliki kekurangan pada campuran minyak dan air yang homogen karena minyak tidak membentuk lapisan terpisah. Selain itu, cara lain adalah dengan menaburkan zat kimia yang dinamakan *Oil Spill Dispersant (OSD)*. Cara ini digunakan untuk menguraikan minyak di laut dengan cara menyemprotkan zat kimia ke area minyak

yang tersebar. Namun, penggunaan *Oil Spill Dispersant (OSD)* juga dapat merugikan ekosistem pada laut, dikarenakan zat kimia yang terkandung di dalamnya. Cara tersebut dapat menyebabkan air laut terkontaminasi dengan zat kimia dan dapat membahayakan masyarakat daerah pesisir pantai yang mengonsumsi hewan laut di sekitarnya. Sehingga, *Oil Spill Dispersant (OSD)* merupakan solusi yang kurang ramah lingkungan jika tidak mempertimbangkan kadar zat kimia yang terkandung di dalamnya [3]. Selain kedua solusi tersebut, ada solusi lain untuk memproses air yang terkontaminasi dengan minyak, yaitu dengan teknologi membran. Teknologi ini dapat memproses limbah air yang terkontaminasi hingga akhirnya menghasilkan air bersih dengan efektif [4]. Namun, teknologi membran membutuhkan peralatan yang kompleks dan harga teknologi ini relatif mahal. Dengan demikian, diperlukan sebuah metode yang lebih sederhana, efektif, dan ramah lingkungan untuk memisahkan minyak dan air.

Dalam penelitian ini, solusi yang bisa ditawarkan adalah sebuah sistem pemisah minyak dan air yang ramah lingkungan dengan menggunakan metode perbedaan densitas. Sistem ini memiliki prinsip memisahkan minyak dan air berdasarkan perbedaan densitas antara minyak dan air, di mana rentang densitas minyak adalah 800 g/cm^3 [5] dan densitas air adalah 1 g/cm^3 [6]. Oleh karena itu, minyak memiliki densitas yang lebih rendah sehingga minyak akan mengapung di permukaan. Dari karakteristik fisik ini, akan sangat mudah untuk memisahkannya. Sistem pemisah berdasarkan perbedaan densitas tidak memerlukan bahan kimia atau teknologi kompleks. Selain itu, sistem ramah lingkungan dan sistem dapat digunakan lebih luas. Sehingga sistem dapat digunakan baik untuk pengolahan limbah industri seperti perkapalan dan untuk Masyarakat daerah pesisir pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang dapat dirumuskan masalah-masalah yang menjadi fokus dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Bagaimana merancang sistem yang mampu melakukan pemisahan minyak dan air secara otomatis berbasis perbedaan densitas, dengan waktu pengendapan 15 detik, serta kriteria keberhasilan berupa efisiensi pemisahan di atas 85% dan stabilitas hasil (deviasi relatif) di bawah 10%, sehingga minyak dan air terpisah ke masing-masing tangki secara akurat?
2. Bagaimana cara memanfaatkan *platform IoT* agar dapat memonitor volume minyak dan air, serta mengontrol sistem secara *real-time* dengan keterlambatan yang rendah serta antarmuka yang mudah dipahami?

1.3 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini meliputi:

1. Merancang sistem yang bisa memisahkan minyak dan air secara otomatis yang memanfaatkan perbedaan densitas dengan waktu pengendapan 15 detik pada kondisi suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) dan target deteksi ketinggian lapisan cairan ± 1 cm. Keberhasilan sistem diukur melalui efisiensi pemisahan $\geq 75\%$, serta stabilitas hasil di bawah 10%.
2. Mengintegrasikan sistem pemisahan minyak dan air dengan teknologi *IoT* untuk *monitoring* volume minyak dan air yang berhasil terpisah secara *real-time*, mengontrol sistem dengan keterlambatan ≤ 3 detik, serta menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Beberapa manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Membantu dalam mengurangi tingkat pencemaran minyak terkhususnya pada ekosistem laut, dengan menerapkan teknologi yang ramah lingkungan.
2. Membantu meningkatkan efisiensi operasi melalui sistem otomatisasi yang dapat memisahkan minyak dan air secara berulang tanpa intervensi manual, sehingga menghemat waktu, sumber daya, dan memastikan proses berjalan lebih optimal.
3. Hasil dari penelitian ini bisa dijadikan sebagai pijakan awal untuk pengembangan ke tahap selanjutnya, seperti penerapan kecerdasan buatan untuk prediksi performa sistem atau optimalisasi proses pemisahan menggunakan algoritma pembelajaran mesin.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian Tugas Akhir dibatasi pada ruang lingkup sebagai berikut:

1. Sistem ini dirancang khusus untuk memisahkan minyak dan air dengan perbedaan densitas tertentu, yaitu air tawar yang diwarnai (densitas $\approx 1,00 \text{ g/cm}^3$, viskositas $\pm 1,0 \text{ cP}$) dan bensin pertamax (densitas $\approx 0,70\text{--}0,80 \text{ g/cm}^3$, viskositas $0,6\text{--}0,8 \text{ cP}$).
2. Sistem pemisah ini hanya akan diuji dalam kondisi tertentu, seperti mendeteksi volume cairan, dan indeks bias pada bensin pertamax.
3. Pemantauan dan kontrol berbasis *IoT* hanya mencakup pembacaan volume cairan, status tangki, dan kontrol sistem.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam penyusunan penelitian Tugas Akhir ini meliputi:

1. Studi Literatur

Melakukan penelusuran dan analisis terhadap berbagai sumber bacaan yang relevan dengan sistem pemisahan antara minyak dan air, terutama dengan menggunakan prinsip perbedaan densitas, untuk merancang sistem pemisah minyak dan air agar sesuai dengan yang diharapkan.

2. Desain Sistem

Membuat rancangan sistem pemisah air dan minyak yang menggunakan perbedaan densitas sebagai dasar pemisahan.

3. Tahap Eksperimen

Melakukan eksperimen pemisahan minyak dan air menggunakan sistem pemisah yang dirancang. Dengan mengukur tingkat keberhasilan pemisahan dengan menghitung volume air dan minyak yang berhasil dipisahkan setelah proses berlangsung.

4. Tahap Analisis Data

Menganalisis data hasil eksperimen untuk menentukan efektivitas sistem pemisah. Efisiensi dihitung berdasarkan jumlah bensin yang berhasil dipisahkan dari air dan jumlah air yang berhasil dipisahkan dari bensin.

5. Evaluasi Sistem

Melakukan analisis perbandingan antara hasil percobaan yang diperoleh dengan teori yang telah ada maupun dari penelitian terdahulu yang sejenis, guna menilai efektivitas dan kinerja dari sistem pemisahan yang dirancang.

1.7 Proyeksi Pengguna

Pengguna yang bisa ditargetkan melalui hasil penelitian ini adalah:

1. Masyarakat umum: Terutama Masyarakat di daerah pesisir Pantai.
2. Kegiatan Industri: Terutama kegiatan industri perminyakan dan perkapalan.