

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kapal tongkang (*barge*) merupakan sarana transportasi laut yang krusial dalam mendukung industri pertambangan dan infrastruktur di Indonesia. Salah satu rute pelayaran yang sangat padat adalah distribusi batu bara menuju Kalimantan ke Sulawesi, guna memenuhi kebutuhan energi pembangkit listrik dan industri pengolahan mineral (*smelter*). Dalam operasionalnya, kapal tongkang berukuran besar 330 x 100 x 20 *feet* Entrada 3308.

Karakteristik utama tongkang dengan dek terbuka menyebabkan muatan batubara ditempatkan langsung di atas dek dan ditahan oleh konstruksi dinding samping yang dikenal sebagai *side board*. Konstruksi *side board* ini berfungsi menahan tekanan lateral muatan selama proses pemuatan yang dinamis, pelayaran melintasi perairan yang sering kali memiliki kondisi cuaca ekstrem, hingga proses pembongkaran. Mengingat ukuran kapal yang mencapai panjang 330 *feet*, struktur *side board* memiliki peran yang sangat vital terhadap stabilitas dan keselamatan operasional kapal.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kegagalan struktur pada kapal tongkang kerap dipicu oleh tegangan berlebih dan kelelahan (*fatigue*) termasuk elemen konstruksi *side board* Alamsyah dkk. (2022) menyatakan bahwa peningkatan tinggi muatan curah di atas dek secara signifikan meningkatkan nilai tegangan maksimum pada *side board* dan berbanding terbalik dengan umur lelah konstruksi tersebut. Hal ini menjadi perhatian serius, terutama pada pengangkutan batubara yang memiliki densitas dan karakteristik pergeseran muatan tertentu.

Secara konvensional, *side board* pada kapal tongkang umumnya menggunakan pelat datar (*plain side board*) yang diperkuat oleh penegar berupa profil sudut (*angle bar*) dan *stanchion* (Wahid, 2024). Namun, konfigurasi pelat datar ini memiliki kelemahan, antara lain berat konstruksi yang besar serta potensi

konsentrasi tegangan pada daerah sambungan penegar (Alamsyah dkk., 2022). Selain itu, dalam praktik bongkar muat di pelabuhan-pelabuhan Kalimantan dan Sulawesi, sering terjadi benturan antara alat berat (*excavator*) dan elemen penegar *side board* datar yang menyebabkan deformasi lokal dan mempercepat kerusakan struktur (Wahid, 2024).

Sebagai alternatif untuk meningkatkan efisiensi, konsep pelat bergelombang (*corrugated plate*) mulai dipertimbangkan. Penelitian Hamzah dkk. (2018) menunjukkan bahwa *corrugated bulkhead* memiliki efisiensi struktural yang lebih baik dan pengurangan berat konstruksi yang signifikan dibandingkan pelat datar dengan penegar. Bentuk gelombang berfungsi sebagai penegar alami yang dapat meningkatkan kekakuan tanpa menambah beban mati kapal secara berlebihan.

Meskipun keunggulan pelat *corrugated* telah banyak dikaji pada kapal tanker, analisis penerapannya pada *side board* kapal tongkang dengan muatan batubara masih sangat terbatas. Padahal, penggunaan *side board corrugated* berpotensi meminimalisir kerusakan akibat benturan alat berat karena hilangnya penegar luar, sekaligus mengurangi berat kapal sehingga meningkatkan *deadweight (DWT)*.

Perkembangan metode numerik, khususnya *Finite Element Method (FEM)* menggunakan perangkat lunak ANSYS, memungkinkan analisis perbandingan ini dilakukan secara akurat. Dengan metode Numerik, distribusi tegangan dan deformasi pada desain *side board* datar (*existing*) dapat dibandingkan secara langsung dengan desain *corrugated* di bawah beban lateral batubara yang spesifik.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kekuatan struktur *side board* datar dengan *side board corrugated* pada kapal tongkang yang beroperasi di rute pelayaran Sulawesi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi desain *side board* yang lebih kuat, ringan, dan tahan lama untuk mendukung efisiensi distribusi logistik energi nasional.

Untuk mengetahui apakah konstruksi *corrugated side board* lebih baik dibandingkan *side board* pelat datar pada kapal tongkang 330 kaki, diperlukan metode analisis yang mampu mengevaluasi kekuatan struktur secara akurat terhadap beban operasional. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode ***Finite Element Method (FEM)*** atau metode elemen hingga. Metode ini dipilih karena mampu menganalisis distribusi tegangan, deformasi, dan potensi kegagalan struktur pada geometri kompleks seperti pelat bergelombang. Riyanto dkk. (2020) menyatakan bahwa metode elemen hingga merupakan salah satu metode numerik untuk menyelesaikan permasalahan rekayasa, sedangkan Alamsyah dkk. (2021) menjelaskan bahwa metode ini mampu memodelkan konstruksi kapal untuk mengetahui nilai tegangan struktur secara detail.

Dalam penelitian ini, model *corrugated side board* dan *plain side board* dibuat dengan dimensi, material, dan pembebanan yang sama, kemudian dibandingkan berdasarkan nilai tegangan maksimum, deformasi, ketahanan terhadap *buckling*, serta berat struktur. Desain yang memiliki tegangan lebih rendah, deformasi lebih kecil, lebih tahan tekuk, dan lebih ringan dinilai lebih baik. Wulandari dkk. (2022) menyatakan bahwa hasil analisis metode elemen hingga dapat digunakan untuk mengoptimalkan desain dan kekuatan struktur kapal. Dengan demikian, tujuan akhir penelitian ini adalah memperoleh desain *side board* yang lebih kuat, aman, efisien, dan ekonomis untuk operasional kapal tongkang rute Sulawesi.

Tujuan akhir yang diinginkan dalam penelitian ini adalah memperoleh desain *side board* kapal tongkang yang paling optimal menggunakan *corrugated side board*. Dibandingkan *side board* menggunakan plat datar. Lebih baik, nilai tegangan dan deformasi yang lebih kecil, lebih tahan terhadap *buckling*, serta memiliki berat konstruksi yang lebih ringan. Selain itu, hasil penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan konstruksi *side board* yang lebih aman, efisien, ekonomis, dan mampu mengurangi biaya perawatan selama operasional kapal tongkang rute Sulawesi. Judul yang saya ambil adalah “Analisis Kekuatan Struktur *Corrugated Side Board* dengan *Plain Side Board* pada Kapal Tongkang Entrada 3308

Menggunakan Metode *Finite Element Method (FEM)*". Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kekuatan struktur *corrugated side board* dan *plain side board* berdasarkan nilai tegangan maksimum, deformasi, ketahanan terhadap *buckling*, serta berat konstruksi menggunakan metode numerik FEM berbantuan perangkat lunak ANSYS. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah memperoleh desain *side board* yang lebih optimal, kuat, aman, ringan, dan ekonomis sehingga dapat meningkatkan efisiensi serta menurunkan biaya perawatan kapal tongkang pada rute pelayaran Sulawesi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari skripsi adalah sebagai berikut

1. Bagaimana distribusi beban pada *Side board corrugated* dan *Side board* datar akibat pembebanan muatan lateral?
2. Bagaimana perbandingan nilai tegangan maksimum antara *side board corrugated* dan *side board* datar?
3. Konfigurasi *side board* manakah yang lebih efisien secara struktural berdasarkan hasil analisis metode ANSYS?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini Adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan distribusi beban pada *Side board corrugated* dan *Side board* datar akibat pembebanan muatan lateral
2. Mendapatkan perbandingan distribusi dan nilai tegangan maksimum pada kedua tipe *side board*.
3. Mendapatkan Penentuan konfigurasi *side board* yang lebih efektif dan efisien dari sudut pandang kekuatan struktur.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini Adalah Penelitian ini difokuskan pada analisis kekuatan struktur side board kapal tongkang  $330 \times 100 \times 20$  feet dengan membandingkan desain *side board* plat datar sebagai model existing an *side board corrugated* yang dirancang berdasarkan aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara Akademis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan, pengetahuan, dan pemahaman penulis mengenai analisis kekuatan struktur kapal, khususnya pada konstruksi *side board* kapal tongkang menggunakan metode *Finite Element Method (FEM)*, serta sebagai sarana penerapan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan di bidang teknik perkapalan.
2. Secara Praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi referensi bagi pembaca mengenai perbandingan desain *side board corrugated* dan *side board plat datar*, serta dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengembangan konstruksi kapal tongkang yang lebih kuat, aman, dan efisien.

## 1.6 Metode Penyelesaian

Metode penyelesaian dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memperoleh hasil analisis yang akurat dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Adapun tahapan penyelesaian penelitian adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Mengumpulkan dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan konstruksi kapal tongkang, *side board*, pelat *corrugated*, teori tegangan, faktor keamanan, *Rules* BKI, serta metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*).

### 2. Identifikasi dan Pengumpulan Data

Mengumpulkan data teknis kapal tongkang 330 *feet* yang digunakan sebagai objek penelitian, meliputi dimensi utama kapal, spesifikasi material, serta konfigurasi *side board* konvensional.

### 3. Perancangan Model Struktur

Membuat dua model struktur *side board*, yaitu:

- a. Model *side board plat datar (flat plate)* dengan *stiffener*)