

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan konsep Ro-Ro di kapal dagang dimulai pada tahun akhir tahun 1940-an, awal tahun 1950-an dan terutama pada jalur laut pendek, seperti jalur antar pulau melalui selat di negara kepulauan. Ini menjadi moda transportasi penting dan penghubung lalu lintas.(Prabowo et al., 2019). Kapal ferry Ro-Ro 1000 GT berperan krusial dalam transportasi laut Indonesia, menghubungkan pulau-pulau dengan membawa penumpang dan mampu menampung kendaraan seperti 24 mobil sedan dan 20 truk. (Pratama et al., 2020a). Area high-stress pada *car deck* kapal ferry biasanya terjadi pada bagian yang menerima beban terbesar dan mengalami kondisi gelombang yang menyebabkan deformasi struktural, seperti pada kondisi *hogging* (gelombang di tengah kapal menyebabkan lengkungan ke atas). Studi menggunakan metode elemen hingga (FEM) menunjukkan bahwa titik stres maksimum dapat mencapai lebih dari 400 MPa, terutama di sisi kanan kapal antara stiffener longitudinal dan frame tertentu, yang berpotensi menurunkan umur lelah struktur menjadi sekitar 4 tahun.(Putra et al., 2025). Kondisi ini penting karena *car deck* harus menahan beban kendaraan sekaligus beban dinamis dari gelombang laut, sehingga area ini rentan terhadap kerusakan akibat kelelahan material.

Korosi pitting pada *car deck* merupakan bentuk korosi lokal yang menghasilkan lubang-lubang kecil namun dalam pada permukaan baja, yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan laut seperti kandungan oksigen terlarut, salinitas, dan suhu air laut. Pitting ini dapat menyebabkan penurunan kekuatan struktural secara signifikan karena konsentrasi tegangan di sekitar lubang-lubang tersebut, yang mempercepat inisiasi dan perkembangan retak. (Abbas & Shafiee, 2020). Bentuk dan distribusi pitting yang acak juga mempengaruhi perilaku tekan dan kekuatan ultimate dari pelat baja, dengan variasi kekuatan hingga lebih dari 20% tergantung pada morfologi pitting. (R. Wang, 2021). Oleh karena itu, pemeliharaan dan pengawasan korosi pitting sangat krusial untuk menjaga integritas *car deck* kapal ferry dalam jangka Panjang.

Beban kendaraan dapat menyebabkan retak dan kelelahan pada pelat baja *cardeck*, sehingga perbaikan cepat diperlukan untuk mencegah penurunan performa struktural kapal. Penggunaan lapisan beton cor sebagai alternatif perbaikan dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap kelelahan, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian penggunaan overlay beton berkinerja tinggi (UHPC) pada pelat baja yang memperpanjang umur lelah dan mengurangi retak. (Yuan et al., 2019). Beton cor yang getas memiliki sifat mekanis yang perlu dianalisis secara mendalam, terutama dalam hal ketahanan terhadap beban lentur dan retak, serta interaksi antara beton dan pelat baja yang dapat diperkuat dengan teknik perbaikan yang tepat. (Song et al., 2022).

Metode analisis elemen hingga (finite element analysis) sangat efektif untuk mengevaluasi kekuatan dan perilaku pelat berlapis beton cor terhadap beban kendaraan, termasuk pengaruh beban statis dan dinamis yang dapat menyebabkan kerusakan seperti retak dan delaminasi.(Khudair et al., 2025). Selain itu, getaran akibat lalu lintas kendaraan juga dapat mempengaruhi beton muda dan ikatan antar material, sehingga perbaikan harus mempertimbangkan faktor ini untuk memastikan daya tahan jangka panjang.(Gasser et al., 2025). Dengan pendekatan ini, penelitian dapat mengidentifikasi masalah yang dapat diatasi seperti retak permukaan, kelelahan material, dan delaminasi lapisan beton, serta memberikan solusi perbaikan yang optimal untuk *cardeck* kapal ferry.

Metode Finite Element Analysis (FEA) menggunakan software ANSYS sangat ideal untuk mensimulasikan distribusi tegangan maksimum dan deformasi pada pelat *car deck* yang telah dilapisi beton, memungkinkan evaluasi keamanan dan performa struktural secara akurat.(Putra et al., 2025). Studi FEA pada pelat beton dan sistem komposit menunjukkan bahwa model numerik dapat memprediksi respons beban, termasuk titik konsentrasi tegangan dan potensi kegagalan, dengan hasil yang sesuai dengan pengujian eksperimental.(Hossain et al., 2019). Analisis FEA juga dapat mempertimbangkan variasi ketebalan pelat dan kondisi beban dinamis, sehingga memberikan gambaran lengkap tentang perilaku pelat di bawah beban nyata.(Ika Wulandari et al., 2021). Dengan simulasi ini, perancangan dan perbaikan pelat *car deck* dapat dioptimalkan untuk memenuhi standar keselamatan seperti yang ditetapkan oleh badan klasifikasi, misalnya BKI, dengan faktor keamanan yang memadai.(Pawara et al., 2022). Oleh karena itu, kombinasi beton cor sebagai lapisan perbaikan dan analisis FEA menggunakan ANSYS merupakan pendekatan efektif untuk memastikan kekuatan dan keandalan pelat *car deck* yang mengalami penipisan.

Belum adanya studi komprehensif mengenai pemakaian beton cor untuk mengatasi masalah tersebut, sehingga peneliti mengambil judul tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS KEKUATAN PELAT CARDECK KAPAL FERRY 1000 GT DENGAN LAPISAN BETON COR UNTUK MENGATASI DEFORMASI PADA KONDISI DARURAT MENGGUNAKAN METODE FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA)”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada bagian latar belakang, maka dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Seberapa besar tegangan maksimal yang terjadi pada pelat cardeck kapal ferry 1000 GT saat menghadapi kondisi kendaraan (8 ton)?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan lapisan beton cor terhadap tegangan maksimum pelat cardeck yang telah mengalami *deformasi* tersebut ?
- c. Apakah model Finite Element Analysis (FEA) statis akurat dalam memprediksi interaksi pelat baja menggunakan lapisan beton cor terhadap beban maksimum kendaraan, dengan validasi terhadap ketebalan pelat cardeck rules BKI untuk kapal 1000 GT ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

- a. Untuk mendapatkan besaran tegangan maksimal yang terjadi pada pelat cardeck kapal Ferry 1000 GT akibat beban kendaraan (20 ton).
- b. Menganalisis peningkatan kekakuan dan penurunan tegangan pada pelat cardeck setelah penambahan lapisan beton cor.
- c. Memvalidasi model FEA statis dengan membandingkan hasil simulasi terhadap ketebalan pelat minimum yang diizinkan sesuai aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) untuk kapal 1000 GT.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang menjadi batasan masalah yang akan digunakan sebagai fokus utama dalam penelitian ini mencakup:

- a. Penelitian ini hanya fokus terhadap kekuatan pelat cardeck dalam menerima beban maksimum pada kendaraan yang dimuat.
- b. Penggunaan kapal 1000 GT untuk memperoleh ketebalan pelat pada struktur cardeck dengan desain kapal sesuai ukuran dari sumber yang diambil.
- c. Simulasi dilakukan dengan perumpamaan pelat yang mengalami deformasi pada titik tengah, yaitu dengan penipisan ketebalan 50% dari ketebalan awal dan memiliki diameter 40 mm, dan lubang yang berukuran 20 mm pada area tengah penipisan pelat.
- d. Pengujian beban analisis pada penelitian ini adalah statis, tidak termasuk analisis faktor lain yang mempengaruhi seperti lingkungan, gelombang, dan kemiringan.
- e. Pada penelitian ini tidak termasuk perhitungan penambahan beban yang dihasilkan dari penambahan material.

#### **1.5 Hipotesis**

Pemberian lapisan beton cor pada pelat car deck kapal ferry 1000 GT secara signifikan mengurangi tegangan akibat deformasi dan mengurangi tegangan maksimum pada kondisi darurat pada saat kapal menumpu beban kendaraan, sehingga meningkatkan faktor keamanan struktural. Penggunaan beton cor sebagai overlay efektif meningkatkan kekuatan ultimate pelat baja terhadap beban maksimum yang ditumpu.

#### **1.6 Luaran**

1. Publikasi jurnal nasional terakreditasi sinta.
2. Publikasi hak cipta (HAKI) yaitu poster penelitian.