

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal tongkang merupakan salah satu sarana transportasi perairan laut yang umum digunakan untuk pengangkutan muatan curah atau barang besar dalam jumlah banyak. Kapal Tongkang biasa dikenal dengan sebutan *Barge* merupakan jenis kapal dengan karakteristik lambung datar atau kotak besar yang mengapung. Tongkang memiliki bentuk lambung yang menyerupai balok, dimana C_b (*Coefision Block*) mendekati 1 dan tidak ada system propulsi, listrik, ataupun perpipaan yang mendukung kapal ini (Riyanto, 2020)

Salah satu permasalahan serius yang sering terjadi pada kapal tongkang adalah kegagalan struktur akibat kandas (*grounding*) Tongkang yang kandas sering kali dipengaruhi dengan perubahan tinggi air laut akibat pasang surut. Tongkang yang kandas akan mengalami dua situasi terpisah. Pertama, bagian yang kandas akan duduk di tumpuan elastis tanah sehingga air yang berada bagian tersebut tidak lagi mengapungkan tongkang, sementara bagian lainnya dari tongkang akan terapung bebas di perairan. Berdasarkan hal tersebut, kekhawatiran utama timbul ketika tongkang mengalami kandas saat air sedang pasang; akibatnya, ketika air surut, bagian tongkang yang masih terapung di air akan mengalami penurunan gaya apung sehingga menimbulkan *vertical bending moment* yang dapat meyebabkan kerusakan yang parah pada struktur membujur tongkang, (Takeshi, 2024) Area *midship* (bagian tengah kapal) adalah titik kritis karena menanggung tekanan dan tegangan paling besar dari momen lentur, gaya geser, serta berat muatan dan tekanan air laut. Maka dari itu, analisis struktur pada kapal seringkali dipusatkan pada desain *midship* guna memastikan kekuatan dan keselamatan kapal (Siagian et al., 2015)

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan informasi operasional kapal, Tongkang Bahari 2218 pernah mengalami kandas (*grounding*) pada saat sandar (*lego jangkar*) menunggu proses bongkar muat batubara di perairan Muara Teweh, Sungai Barito, Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Kejadian tersebut dipengaruhi

oleh kondisi pasang surut air sungai yang cukup ekstrem akibat curah hujan yang tidak stabil, sehingga menyebabkan perubahan kedalaman perairan secara signifikan. Selain faktor lingkungan, kondisi kandas juga dipicu oleh kesalahan teknis kru kapal dalam memperkirakan debit air Sungai Barito pada saat operasional. Pada saat kejadian, kondisi air sungai berada pada kondisi tanggung dan cenderung dangkal akibat sedimentasi serta tingginya kandungan pasir pada dasar perairan, sehingga kedalaman efektif alur pelayaran menjadi berkurang

Pada kondisi kandas tersebut, distribusi gaya apung pada lambung kapal menjadi tidak merata. Bagian *midship* kapal mengalami kontak langsung dan bertumpu pada dasar perairan, sementara bagian haluan dan buritan masih berada dalam kondisi terapung. Ketidakseimbangan distribusi gaya apung tersebut menyebabkan area *midship* menerima pembebanan yang sangat besar dan menimbulkan momen lentur vertikal (*vertical bending moment*) yang signifikan. Beban yang bekerja secara terus-menerus mengakibatkan tegangan pada struktur melebihi batas elastisitas material, sehingga terjadi deformasi permanen yang mengakibatkan kegagalan struktur atau patahnya badan kapal di area *midship* pada frame 18/19

Adapun kondisi eksternal yaitu segala jenis gaya, beban, atau faktor lingkungan yang berasal dari luar lambung kapal dan memberikan tekanan pada struktur kapal. Sehingga menimbulkan respon mekanis berupa tegangan (*stress*) dan perubahan bentuk (*deformation*) kerusakan pada struktur kapal tongkang akibat kandas yaitu, Reaksi tumpuan tidak merata (*Uneven Contact Loads/Ground Reaction*) Momen lentur vertikal (*Vertical Bending moment*), Beban gelombang laut (*Wave Load Effects*), Distribusi muatan yang tidak merata (*Uneven load distribution*) berikut gambar kegagalan struktur pada area *midship* kapal tongkang



Gambar 1. 1 Kapal tongkang BAHARI 2218

Sumber: Galangan PT. DML Dockyard

Dengan demikian peneliti merancang untuk melakukan Evaluasi penambahan konstruksi H-Beam dan Bottom Girder di internal tanki 3 dan 4 pada area patahan (*mindship*) pada Frame 15 sampai 23 untuk dilakukan Evaluasi kekuatan struktur terhadap kondisi eksternal pada saat terjadi kandas. Evaluasi kekuatan struktur dilakukan dengan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA), yaitu metode numerik yang mampu menganalisis respon struktur kapal secara lebih realistis, terutama dalam menerima beban gelombang laut yang bersifat dinamis dan tidak merata.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Finite Element Analysis* (FEA) telah banyak digunakan dalam mengevaluasi sifat mekanik material dan struktur terhadap pembebanan. Memanfaatkan pendekatan analisis numerik untuk mempelajari respon struktur terhadap beban, yang membuktikan bahwa FEA mampu menggambarkan distribusi tegangan dan deformasi secara detail. Selanjutnya, Untuk menganalisa kekuatan beban yang di terima pada frame maka bisa menggunakan metode elemen hingga (FEM) yang dinilai cocok untuk menganalisa kekuatan. Berdasarkan konsep dari Metode Elemen Hingga, yaitu proses Diskritisasi, maka suatu sistem akan di bagi-bagi menjadi elemen-elemen yang lebih kecil Shandy, S. (2021)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman mengenai penambahan konstruksi dan evaluasi kekuatan *structure void* tank kapal *barge*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai **“EVALUASI KEKUATAN *STRUCTURE VOID* TANK KAPAL *BARGE* TERHADAP PENGARUH KONDISI EKSTERNAL”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari skripsi adalah sebagai berikut

1. Analisis kekuatan struktur *midship* kapal tongkang (*Barge*) berdasarkan analisis *Finite Element Analysis* (FEA)?
2. Bagaimana distribusi tegangan dan deformasi struktur kapal tongkang (*Barge*) akibat pengaruh kondisi eksternal jika terjadi kandas dengan beban muatan batu bara.
3. Bagaimana pengaruh penambahan konstruksi *H-Beam* dan *Bottom girder* terhadap distribusi tegangan dan deformasi pada struktur kapal tongkang?
4. Bagaimana respon mekanis struktur *void tank* Kapal *Barge* akibat pengaruh pembebanan statis pada kondisi *hogging* dan *sagging*

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada kekuatan struktur kapal tongkang pada bagian *midship*, tanpa membahas struktur bagian lain
2. Analisis kekuatan struktur dilakukan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) dengan bantuan perangkat lunak berupa ANSYS.
3. Pembebanan pada kondisi *hogging* dan *sagging* dibatasi pada analisis momen statis akibat distribusi beban muatan dan gaya apung (*buoyancy*), tanpa memperhitungkan beban dinamis gelombang dari luar kapal

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui bagaimana hasil evaluasi kekuatan struktur *midship* kapal tongkang (*Barge*) berdasarkan analisis *Finite Element Analysis* (FEA)
2. Mengetahui distribusi tegangan dan deformasi pada struktur kapal tongkang (*Barge*) akibat pembebanan muatan batu bara.
3. Untuk mengetahui kekuatan penambahan konstruksi *H-Beam* dan *Bottom girder* terhadap struktur kapal tongkang.
4. Mengetahui respon mekanis struktur *Void Tank* Kapal *Barge* akibat pengaruh pembebanan statis pada kondisi *Hogging* dan *Sagging*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis memberikan pemahaman tentang kekuatan struktur kapal tongkang
2. Menambah literatur ilmiah di bidang teknik perkapalan, khususnya di bidang analisis struktur kapal menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA).
3. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi acuan bagi galangan kapal dan perencana dalam melakukan modifikasi kapal kegagalan struktur area *mindship* khususnya penambahan *H-Beam* dan *Bottom girder*

1.6 Metode Penyelesaian

Metode penyelesaian dari penelitian tersebut antara lain:

1.6.1 Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk referensi yang relevan, meliputi jurnal ilmiah, buku teks meliputi teori kekuatan struktur kapal, karakteristik struktur kapal barge, pengaruh kondisi eksternal seperti kandas (*grounding*) dan metode *Finite Element Analysis* (FEA).

1.6.2 Pengumpulan Data

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai dasar analisis. Data tersebut meliputi data utama kapal seperti ukuran utama kapal dan konstruksi struktur tangki ruang muat (*midship section*), spesifikasi material,

data muatan dan kondisi operasional Data ini digunakan untuk mensimulasikan kondisi struktur kapal sebelum dan sesudah di lakukan modifikasi perbaikan

1.6.3 Permodelan *Geometri dan Meshing*

Permodelan geometri dilakukan secara tiga dimensi menggunakan perangkat lunak Rhino. Permodelan difokuskan pada struktur internal tanki tiga dan empat kemudian diekspor dan diimpor ke dalam perangkat lunak ANSYS untuk dilakukan pemodelan numerik. Selanjutnya, proses meshing dilakukan dengan membagi struktur menjadi elemen-elemen hingga agar analisis dapat dilakukan secara akurat

1.6.4 Pemberian Kondisi Batas dan Pembebanan

Tahap ini merupakan Kondisi batas dan pembebanan yang bekerja pada struktur lambung kapal tongkang khususnya beban akibat tekanan gelombang dari arah atas dan bawah lambung kapal

1.6.5 Analisis *Finite Element Analysis (FEA)*

Analisis FEA dilakukan untuk memperoleh distribusi tegangan, deformasi, dan respon struktur lambung kapal terhadap pembebanan yang diberikan.

1.6.6 Evaluasi

Hasil Analisis kemudian di bandingkan dengan batas tegangan yang diizinkan sesuai ketentuan standar klasifikasi kapal yang berlaku. Perbandingan tersebut digunakan sebagai dasar untuk menilai tingkat keamanan struktur dan keselamatan. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, dilakukan interpretasi lebih lanjut guna mengidentifikasi jenis kegagalan yang berpotensi terjadi, serta memahami mekanisme kerusakan struktur yang dipengaruhi oleh kondisi eksternal akibat kejadian kandas.