

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu pendahuluan pada skripsi ini menyajikan uraian secara sistematis mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan yang berkaitan dengan analisis dan perancangan *crane*.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri konstruksi, manufaktur, dan galangan kapal menuntut penggunaan peralatan angkat yang mampu memindahkan beban berat secara efisien dan aman, di mana *crawler crane* menjadi salah satu alat yang diperlukan untuk mengangkat dan mengangkut material konstruksi berat dan benda besar secara efisien dari satu titik ke titik lain (Kudara et al., 2026). Dalam sistem *crawler crane*, komponen *boom lattice* merupakan struktur rangka ramping yang khas, yang menunjukkan perilaku *nonlinier* geometris yang kuat dalam membawa beban berat berperan sebagai elemen struktural utama yang menahan gaya aksial, lentur, serta beban kombinasi selama proses pengangkatan, sehingga keandalan struktur *boom* sangat menentukan keselamatan dan keberhasilan operasi pengangkatan (Wang et al., 2015). Pada sistem *crawler crane*, struktur *lattice boom* merupakan komponen yang berfungsi menyalurkan seluruh pembebanan dari beban yang diangkat menuju struktur *crane*. Struktur kisi kisi telah banyak digunakan karena gayanya yang wajar, kinerja material yang tinggi, bobot yang ringan, dan kapasitas angkut yang besar (Zhao et al., 2020). Oleh karena itu, kekuatan struktur *boom* menjadi faktor yang sangat penting dalam menjamin keselamatan operasi pengangkatan. Selain itu gerakan derek rentan terhadap ayunan beban yang berlebihan yang dapat memengaruhi akurasi posisi, kualitas, efektivitas dan keselamatan. Akibatnya, kegagalan untuk mengendalikan sudut ayunan akan menyebabkan kesulitan dalam otomatisasi sistem oleh pekerja, bersama dengan kemungkinan kerusakan pada kualitas beban atau lingkungan operasi di sekitar pekerjaan konstruksi (Ramli et al., 2017).

Seiring dengan meningkatnya kompleksitas operasi pengangkatan, risiko kegagalan struktur *boom* menjadi salah satu aspek penting dalam keselamatan kerja. Salah satu kasus yang terjadi adalah kegagalan struktur boom pada *crawler crane* Sumitomo LS118RM. yang digunakan dalam proses pengangkatan blok kapal di PT Adiluhung SaranaSegara Indonesia. Kegagalan terjadi pada bagian *boom base* saat proses pengangkatan dan pembalikan blok kapal menggunakan metode tandem *lifting*. Berdasarkan hasil observasi lapangan, kerusakan ditandai dengan terjadinya deformasi, pembengkokan lokal, dan patahan pada bagian *main chord boom* yang berada di area sambungan struktur. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa

area *boom base* menerima pembebanan yang cukup besar dan berpotensi mengalami konsentrasi tegangan selama proses *lifting* berlangsung. Fenomena kegagalan tersebut pada dasarnya sejalan dengan karakteristik perilaku struktur *lattice boom*, yang meskipun memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, tetap rentan mengalami kegagalan apabila bekerja di luar batas kapasitas desain atau pada kondisi operasional yang tidak ideal (Yao et al., 2015). Berbagai penelitian telah memanfaatkan metode FEM untuk menganalisis perilaku struktur *boom crawler crane* dengan parameter yang beragam. Metode ini mampu digunakan untuk memprediksi distribusi tegangan, deformasi, serta lokasi konsentrasi tegangan pada struktur yang menerima pembebanan kompleks. Perilaku *lattice main boom* melalui modal analisis menggunakan Inventor untuk memahami karakter dinamik berupa frekuensi alami dan kekakuan sistem, serta menunjukkan bahwa perubahan parameter desain dapat memengaruhi respon global struktur (Xu et al., 2013). Melakukan analisis elemen hingga pada *lattice boom crawler crane* dalam berbagai variasi pembebanan dan sudut kerja dapat mengevaluasi terjadinya deformasi plastis ataupun patahan (Kim et al., 2017). Penelitian lain dalam menggunakan FEM *static* digunakan untuk mengevaluasi kekakuan dan kekuatan *boom crane* berdasarkan variasi radius kerja atau ukuran konfigurasi *boom* (Lian et al., 2014). Dalam kelayakan *crawler crane* menggunakan material komposit, menunjukkan bahwa perubahan material berpotensi menurunkan berat struktur dan memperbaiki performa *buckling* serta *displacement* dibandingkan desain berbahan baja (Solazzi, 2024). Pendekatan *geometrical non-linear dan stability analysis* untuk *lattice boom frame*, dengan variasi sudut operasi dan *critical load*, yang mengindikasikan bahwa instabilitas atau mode kegagalan tertentu dapat muncul terutama pada lokasi kritis sepanjang *boom*. Selain itu, menganalisis instabilitas elastis pada *lattice boom crane* dan menemukan bahwa struktur cenderung lebih rentan tidak stabil pada kondisi sudut atau radius kerja tertentu akibat efek lateral *bending* atau kehilangan kestabilan (Kong et al., 2015).

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa kajian yang ada umumnya lebih banyak berfokus pada analisis tegangan, deformasi, *buckling*, faktor keamanan, serta pengaruh variasi parameter desain terhadap kinerja struktur *boom crane*. Sebagian besar penelitian dilakukan pada model struktur yang masih dalam kondisi ideal dengan tujuan mengevaluasi kekuatan dan keamanan desain eksisting. Namun, penelitian yang mengkaji kasus kegagalan aktual di lapangan dan menjadikannya sebagai dasar dalam pengembangan desain perbaikan struktur masih relatif terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini tidak hanya berfokus pada analisis penyebab kegagalan struktur *boom lattice crawler crane* Sumitomo LS118RM menggunakan metode elemen hingga, tetapi juga melakukan evaluasi

desain penguatan pada area kritis yang mengalami konsentrasi tegangan tinggi. Penguatan dilakukan melalui penambahan *gusset plate* pada area *boom base* yang merupakan lokasi terjadinya kegagalan struktur. Selanjutnya, model hasil modifikasi dianalisis kembali menggunakan FEM dengan variasi sudut *boom* untuk membandingkan distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan antara desain eksisting dan desain hasil penguatan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya mampu menjelaskan mekanisme kegagalan yang terjadi, tetapi juga menghasilkan rekomendasi teknis berupa desain penguatan yang dapat meningkatkan keandalan dan keselamatan operasi pengangkatan pada *crawler crane*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mekanisme kegagalan struktur *boom lattice crawler crane* Sumitomo LS-118RM saat proses pengangkatan blok kapal berdasarkan hasil analisis metode elemen hingga (FEM)?
2. Bagaimana distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan pada struktur *boom lattice crawler crane* Sumitomo LS-118RM akibat pembebanan selama proses pengangkatan blok kapal?
3. Bagaimana pengaruh modifikasi struktur pada area *boom base* terhadap penurunan tegangan, deformasi, dan peningkatan faktor keamanan struktur *boom crane*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab kegagalan struktur *boom lattice crawler crane* Sumitomo LS-118RM saat proses pengangkatan blok kapal menggunakan metode elemen hingga (FEM).
2. Menganalisis distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan pada struktur *boom lattice crawler crane* Sumitomo LS-118RM akibat pembebanan *lifting*.
3. Mengevaluasi pengaruh modifikasi struktur pada area *boom base* terhadap kinerja struktur *boom crane* berdasarkan hasil simulasi FEM.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah ditetapkan agar fokus penelitian ini tidak melebar kemana mana, batasan batasan dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini hanya membahas analisis struktur *boom lattice* pada *crawler crane* tanpa menganalisis komponen lain seperti sistem hidrolik, sistem kontrol, maupun mekanisme pergerakan *crane* secara keseluruhan.
2. Analisis yang dilakukan terbatas pada evaluasi distribusi tegangan dan identifikasi potensi kegagalan struktur, tanpa melakukan pengujian eksperimental secara langsung pada *crane* nyata.
3. Modifikasi struktur yang dianalisis hanya berupa penambahan *gusset plate* pada *area boom base* sebagai lokasi kritis kegagalan.
4. Analisis kegagalan difokuskan untuk memperoleh distribusi tegangan *von mises*, deformasi total, dan *safety factor*).
5. Penelitian ini tidak mencakup analisis fatigue, propagasi retak, korosi, cacat pengelasan, maupun pengujian metalurgi material.
6. Perhitungan dalam penelitian ini hanya meliputi analisis pembebanan pada struktur *boom crawler crane*.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyajikan struktur penulisan dengan penjelasan sebaga berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab satu menjelaskan latar belakang dan pentingnya penelitian mengenai analisis kegagalan struktural pada *boom lattice crane* Sumitomo LS 118 RM. Di dalamnya, akan diuraikan konteks industri perkapalan dan tantangan yang dihadapi dalam pengoperasian alat angkat. Selain itu, terdapat rumusan masalah yang akan menjadi fokus penelitian, batasan ruang lingkup untuk memperjelas area yang diteliti, serta manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, baik dari aspek akademis maupun praktik industri.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua berisi kajian literatur yang mendasari penelitian, termasuk teori teori yang relevan tentang struktur *boom lattice*, mekanika material, serta metode elemen hingga (FEM). Membahas penelitian sebelumnya yang terkait dan bagaimana hasil penelitian tersebut dapat mendukung analisis yang dilakukan dalam penelitian ini. Bab ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dasar yang kuat tentang konsep dan teknik yang digunakan dalam penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab tiga tentang metode penelitian yang digunakan, termasuk langkah langkah eksperimen dan simulasi yang akan dilakukan. Pembahasan mencakup desain percobaan yang diusulkan, pengumpulan data yang diperlukan, serta analisis yang dilakukan dengan aplikasi FEM untuk mengidentifikasi risiko kegagalan pada *boom lattice*. Aspek metodologis akan dijelaskan secara rinci untuk memastikan reproduksibilitas dan validitas hasil penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat menyajikan hasil dari simulasi dan analisis yang telah dilakukan, termasuk grafik, tabel, dan data numerik yang relevan. Hasil akan disajikan secara sistematis, diikuti dengan interpretasi data dan pembahasan mendalam tentang temuan-temuan penting yang dihasilkan. Pembahasan akan mencakup analisis penyebab dan implikasi dari hasil, serta bagaimana hasil penelitian dapat diterapkan dalam praktik untuk meningkatkan keselamatan operasional *crane*.

5. BAB V PENUTUP

Bab terakhir ini menyajikan kesimpulan yang merangkum temuan utama dari penelitian, serta memberikan jawaban terhadap rumusan masalah yang telah ditetapkan. Selain itu, akan diberikan saran untuk penelitian lebih lanjut dan tindakan yang dapat diambil untuk meningkatkan desain dan pengoperasian *crane*, serta rekomendasi untuk kebijakan yang dapat mendukung keselamatan dan efisiensi dalam industri perkapalan.