

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Decommissioning* merupakan tahapan akhir dari umur layan operasional fasilitas minyak dan gas lepas pantai yang dilakukan ketika operasi sudah tidak lagi layak secara teknis maupun ekonomis untuk dilanjutkan. Proses ini meliputi penghentian operasi, pembersihan sistem, pembongkaran struktur, pengangkatan komponen, serta pengelolaan material melalui *reuse*, *recycling*, *storage*, maupun *disposal* sesuai dengan persyaratan keselamatan dan lingkungan yang berlaku [1]. Proses *decommissioning* FPSO (*Floating, Production, Storage, and Offloading*) adalah tahap kritis dalam pengakhiran operasional *unit* FPSO yang telah mencapai akhir masa pakainya atau tidak lagi layak untuk beroperasi. FPSO, yang berfungsi untuk menyimpan dan mengolah hasil produksi minyak di lepas pantai, harus melalui proses *decommissioning* yang memadai untuk memastikan pengelolaan limbah yang aman dan meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Modul-modul besar seperti *Electrical Switchgear Module (E-House)*, yang berisi peralatan listrik dan kontrol utama, harus diangkat dan didaur ulang dengan hati-hati agar sesuai dengan regulasi internasional dan standar keselamatan [2]. Proses ini menuntut perencanaan teknis yang matang, salah satunya terkait dengan kapasitas angkat *crane* yang digunakan. *Modul E-House*, dengan berat mencapai ratusan ton, memerlukan perhitungan kapasitas angkat maksimum serta *layout rigging* yang tepat agar pengangkatan bisa dilakukan dengan aman dan efisien [3].

Dalam konteks proyek *decommissioning* FPSO Ningaloo Vision, yang sebelumnya beroperasi di ladang minyak lepas pantai Australia, perencanaan *heavy lifting* menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa kapasitas angkat *crane* yang digunakan dapat memenuhi batas beban yang diperlukan. *Electrical Switchgear Module*, sebagai salah satu modul utama, memerlukan analisis rinci mengenai distribusi beban *sling*, jumlah *sling* yang digunakan, serta jarak antar *sling* untuk memastikan keseimbangan beban selama pengangkatan. Keselamatan kerja merupakan prioritas utama, mengingat bahwa pengangkatan modul besar ini dapat mengundang risiko kegagalan *rigging* atau kerusakan peralatan jika tidak dilakukan dengan konfigurasi yang tepat [2]. Penurunan kecepatan operasional atau kerusakan pada peralatan *lifting* sering kali berhubungan dengan ketidakseimbangan beban, yang membuat proses *decommissioning* memakan waktu lebih lama dan berpotensi meningkatkan biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor teknis yang terlibat dalam proses *lifting*, serta evaluasi terhadap kapasitas *crane* dan yang digunakan dalam operasi ini [4].

FPSO Ningaloo Vision menjadi studi kasus yang sangat relevan dalam penelitian ini, karena proyek ini mencerminkan tantangan yang sering dihadapi dalam industri maritim, yaitu bagaimana mengelola modul-modul besar dengan memanfaatkan peralatan *lifting* yang terbatas. Selain itu, proyek *decommissioning* FPSO ini harus mematuhi standar yang ketat terkait dengan keamanan, pengelolaan limbah, dan perlindungan lingkungan sesuai dengan pedoman dari Konvensi Hong Kong yang menekankan pentingnya daur ulang yang ramah lingkungan dan pengelolaan limbah berbahaya dengan cara yang aman [2]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas maksimum *crane*, serta *layout rigging* yang optimal, dengan memperhatikan perencanaan distribusi beban dan konfigurasi *rigging* untuk pengangkatan modul *E-House*. Dengan analisis tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi terkait perubahan konfigurasi *rigging* untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi *lifting* selama *decommissioning* FPSO Ningaloo Vision [5].

Pentingnya analisis kapasitas angkat dan *rigging* tidak hanya terletak pada efisiensi operasional, tetapi juga pada upaya untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja, yang sering kali terjadi akibat kegagalan pada sistem *rigging* dan ketidakseimbangan beban. Proses *lifting* yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan *crane*, *sling*, atau bahkan kerusakan pada struktur FPSO itu sendiri. Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan perhitungan teknis yang melibatkan kapasitas *crane*, distribusi beban, serta sistem *rigging* yang tepat untuk memastikan kelancaran dan keselamatan dalam pengangkatan modul besar. Penelitian ini akan mengusulkan perubahan konfigurasi *rigging* untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan selama proses *decommissioning* FPSO, serta memberikan kontribusi pada keberlanjutan industri maritim Indonesia yang ramah lingkungan [3], [5].

Penelitian terkait *heavy lifting* pada umumnya masih berfokus pada analisis pengangkatan pada satu studi kasus tertentu serta menggunakan proses perhitungan yang dilakukan secara manual atau menggunakan *spreadsheet* terpisah. Kondisi tersebut menyebabkan proses evaluasi konfigurasi *lifting* menjadi kurang praktis, membutuhkan waktu lebih lama, serta sangat bergantung pada pengalaman *engineer* [6], [7]

Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya melakukan analisis *lifting* pada satu objek pengangkatan, tetapi juga mengembangkan metode perhitungan berbasis parameter modul yang bersifat fleksibel dan dapat diterapkan pada berbagai konfigurasi *heavy lifting*. Metode tersebut kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web untuk membantu proses perencanaan *lifting* secara lebih sistematis, terintegrasi, dan praktis.

Keterbaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi antara perhitungan *engineering heavy lifting*, evaluasi keselamatan *lifting*, serta penentuan konfigurasi *rigging* dalam satu sistem berbasis web yang mampu memberikan hasil evaluasi dan rekomendasi teknis secara otomatis berdasarkan parameter *input* yang dimasukkan pengguna.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diperoleh dari latar belakang dan judul penelitian tugas akhir diatas diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana *layout rigging* yang tepat dengan kapasitas maksimum *crane* yang ada saat *lifting* modul *Electrical House* di *decommissioning* pada studi kasus FPSO Ningaloo Vision?
2. Bagaimana perubahan konfigurasi *rigging* yang tepat untuk meningkatkan kapasitas *lifting* di *decommissioning* pada studi kasus FPSO Ningaloo Vision?
3. Bagaimana merumuskan metode perhitungan teknis berbasis parameter modul yang dapat digunakan sebagai *template* untuk menentukan konfigurasi *rigging* dan kapasitas *lifting* pada berbagai modul FPSO?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis *layout rigging* yang tepat sesuai dengan kapasitas maksimum *crane* yang digunakan saat *lifting* modul *Electrical House* pada proses *decommissioning* FPSO Ningaloo Vision.
2. Mengusulkan perubahan konfigurasi *rigging* yang tepat untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi *lifting* modul *Electrical House* pada kasus *decommissioning* FPSO tua.

3. Merumuskan metode perhitungan teknis berbasis parameter modul yang dapat digunakan sebagai *template* untuk menentukan konfigurasi *rigging* dan kapasitas *lifting* pada berbagai modul FPSO?

#### 1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir, maka Batasan masalah tugas akhir sebagai berikut:

1. Penelitian hanya berfokus pada tahap *heavy lifting* modul *Electrical House* sebagai bagian dari proses *decommissioning topsides* FPSO Ningaloo Vision tahun 2025.
2. Analisis dilakukan berdasarkan data sekunder (dokumen teknis, laporan *decommissioning*, standar industri seperti *DNV-GL* dan *NOPSEMA*), serta perhitungan manual *rigging* (rumus distribusi beban, *factor safety sling*).
3. Studi kasus terbatas pada FPSO Ningaloo Vision sebagai contoh *representative* FPSO tua (umur >40 tahun), dengan generalisasi terbatas pada kondisi serupa di wilayah Australia dan Asia Tenggara.
4. Penelitian tidak membahas aspek finansial/biaya detail atau dampak lingkungan kuantitatif, melainkan hanya pada aspek teknis keselamatan dan efisiensi *lifting*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan baik secara teoritis maupun praktis, dengan menggunakan FPSO Ningaloo Vision sebagai studi kasus *representative* untuk pengembangan pengetahuan *heavy lifting* pada *electrical house* module di masa mendatang.

1. Menambah referensi dan literatur tentang analisis *heavy lifting* pada fase *decommissioning* FPSO tua, yang masih jarang dibahas dibandingkan fase instalasi atau produksi.
2. Memberikan rekomendasi konfigurasi *rigging* praktis yang dapat diterapkan pada kasus *decommissioning* FPSO serupa di masa mendatang.
3. Meningkatkan keselamatan operasi *heavy lifting* dengan mengurangi risiko kegagalan *rigging* pada modul yang sudah mengalami korosi tinggi.
4. Mengisi kekosongan penelitian terkait adaptasi *rigging* khusus untuk kondisi modul *Electrical House* pada FPSO tua.
5. Mendukung efisiensi proses *decommissioning* secara keseluruhan sesuai dengan regulasi keselamatan seperti *NOPSEMA* atau standar serupa di Indonesia.
6. Menjadi acuan bagi mahasiswa dan praktisi industri *offshore* dalam memahami analisis kapasitas *lifting* pada kasus nyata.

#### 1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, hipotesis yang diajukan (H1) adalah bahwa penggunaan konfigurasi *rigging* dengan *spreader bar* dapat menghasilkan sudut *sling* yang lebih kecil, sehingga gaya tarik pada *sling* berkurang dan *safety factor crane* tetap di atas 1 ( $SF > 1$ ) sesuai standar *ASME B30.9* dan *DNV-ST-N001*, dibandingkan dengan konfigurasi *rigging* tanpa *spreader bar*, sehingga hal tersebut dapat memenuhi kriteria keberhasilan dalam operasi *heavy lifting*.

## **1.7 Luaran Penelitian**

Luaran yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Publikasi HAKI (Hak Kekayaan Intelektual) berupa program komputer aplikasi perencanaan *lifting* berbasis web.
2. Artikel ilmiah dengan judul "*Development of a Web-Based Heavy Lifting Planning and Rigging Evaluation System for FPSO Module Decommissioning*" yang telah disubmit pada jurnal nasional terakreditasi *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, dengan status *submission* saat ini dalam proses publikasi.