

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan operasional fasilitas berlabuh (Andriani dkk., 2019; Pallis, 2017) dapat tercapai ketika faktor-faktor risiko dapat dikendalikan (Parra dkk., 2018). Selama masa layannya, banyak faktor risiko fasilitas berlabuh yang muncul, berkembang, dan berubah-ubah. Konstruksi *breasting dolphin shore base* industri minyak dan gas sebagai fasilitas berlabuh memiliki potensi bahaya kegagalan struktur akibat beban kapal berlabuh. Saat kebutuhan kapasitas kapal meningkat dan kondisi perairan yang dalam, konstruksi itu memiliki kemungkinan menerima kapal berlabuh yang lebih besar dari yang direncanakan. Kondisi seperti inilah menyebabkan konstruksi memiliki potensi bahaya kegagalan struktur.

Saat proses kapal berlabuh, kapal tidak dapat langsung berhenti atau diam pada posisinya seperti halnya alat transportasi darat. Secara singkatnya kapal perlu menubruk fasilitas berlabuh agar dapat berhenti atau diam. Kapal menubruk struktur dermaga selama proses berlabuh dan mentransfer sejumlah besar energi (Carbonari dkk., 2019). Gaya yang disebabkan tubrukan cukup besar dan jika terjadi kontak langsung pada dermaga akan menimbulkan kerusakan baik pada dermaga maupun kapal itu sendiri.

Dalam mereduksi gaya tubrukan kapal, pada tipe dermaga jetty, diperlukan konstruksi *breasting dolphin*. *Breasting dolphin* merupakan salah satu konstruksi pelabuhan yang dibangun jauh dari garis pantai, biasanya ditemui pada dermaga tipe jetty. Fungsi utama dari konstruksi ini yaitu untuk menahan gaya tubrukan kapal saat bersandar. Konstruksi ini dilengkapi dengan *fender* yang berfungsi menyerap energi tubrukan kapal. Oleh karena itu pada perencanaan struktur *breasting dolphin*, perlu diperhitungkan adanya gaya tubrukan kapal tersebut atau bisa disebut *berthing forces*. *Berthing forces* merupakan gaya yang dipengaruhi beberapa faktor, di antaranya kapasitas kapal (DWT) dan kecepatan kapal bersandar (*berthing velocity*). Gaya tubrukan ini dipengaruhi kecepatan kapal sehingga

dihitung sebagai energi kinetik (Bambang Triatmodjo, 2015) dan disebut sebagai energi tubrukan kapal (*berthing energy*).

Realitasnya selama masa layan (Roubos dkk., 2018), ketika kebutuhan operasional meningkat, kedalaman perairan masih cukup dalam, dan kesalahan teknis pada proses berlabuh kapal, maka nilai *berthing forces* yang terjadi dapat melebihi beban desain. Misalnya berat kapal yang kecil namun menggunakan menggunakan kecepatan berlabuh yang besar, hal ini akan menyebabkan *berthing forces* yang dihasilkan menjadi besar. Saat nilai *berthing forces* masih dalam kapasitas ijin, maka struktur masih dapat menahannya. Namun, ketika nilai *berthing forces* melebihi kapasitas ijin, maka struktur memiliki probabilitas kegagalan struktur.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis kriteria kapal yang masih dapat berlabuh hingga risiko yang mungkin terjadi akibat kegagalan struktur. Sebagai fasilitas berlabuh *shore base* industri minyak dan gas, digunakan pendekatan bangunan lepas pantai yang bergerak dalam eksploitasi minyak dan gas. Pertimbangan yang diambil yaitu adanya potensi bahaya yang sama antara lain pada aspek keselamatan, lingkungan, dan bisnis.

Pemeriksaan/inspeksi bawah air penting untuk dilakukan pada proses pemeliharaan bangunan. Penelitian Tawekal & Tawekal (2018), menjelaskan inspeksi bawah air memiliki dampak paling signifikan terhadap pemeliharaan integritas struktural. Selain itu, dengan mengoptimalkan proses inspeksi bawah air, biaya pemeliharaan dapat ditekan. Dalam penelitiannya, konsep tersebut dioptimalkan dengan metode inspeksi berbasis risiko. Metode itu tidak hanya mempertimbangkan peluang kegagalan struktur tapi juga konsekuensi akibat kegagalan struktur itu. Metode yang dikembangkan itu merupakan salah satu pilihan yang dapat digunakan untuk melakukan pemeriksaan konstruksi yang dibangun lepas pantai.

Analisis risiko menjadi kebutuhan dalam menunjang tercapainya keamanan operasional melalui pengendalian risiko. Pendekatan kuantitatif probabilitas-dampak banyak digunakan dalam pekerjaan analisis risiko (S. Lind dkk., 2008). Analisis risiko mengklasifikasi level risiko menjadi 3 level yaitu *High Risk*,

Medium Risk dan *Low Risk*. Level risiko ini dipengaruhi oleh besarnya peluang kegagalan dan konsekuensi dari kegagalan. Analisis risiko biasanya dilakukan ketika probabilitas terjadinya tinggi, ataupun konsekuensi yang tinggi (Murray dkk., 2011). Pentingnya melakukan analisis risiko sebagai langkah awal untuk memberikan informasi dalam pengendalian risiko, khususnya pada level *high risk* yang menimbulkan banyak kerugian.

Matriks risiko merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat risiko berdasarkan peluang kegagalan serta menilai konsekuensi. Konsekuensi diidentifikasi menggunakan standar penilaian risiko untuk konstruksi yang dibangun lepas pantai DNV RP G101, dimana kegagalan struktur tersebut berdampak pada aspek keselamatan (*human safety*), lingkungan (*environment*), dan bisnis (*business*). Contohnya seperti kecelakaan yang menyebabkan kematian, tumpahnya minyak akibat kebocoran pipa pada terminal minyak, dan juga berhentinya operasional yang menimbulkan kerugian perusahaan. Lalu probabilitas kegagalan struktur didapatkan dengan simulasi dan moda kegagalan. Pada penelitian ini moda kegagalan ditentukan berdasarkan standar penilaian struktur yang dibangun lepas pantai, API RP 2A LRFD. Dalam moda kegagalan tersebut diperlukan nilai dari variabel seperti *axial load*, *ultimate axial capacity*, *bending moment* dan *bending moment capacity*. Nilai-nilai tersebut didapatkan dengan melakukan analisis kapasitas.

Hasil analisis kapasitas tidak bisa dipastikan selalu akurat dengan yang terjadi dilapangan. Nilai variabel moda ini memiliki kemungkinan nilai yang berbeda, yang diwakili oleh fungsi distribusi probabilitas dari nilai untuk setiap variabel. Untuk memperoleh hasil yang akurat dari nilai tersebut, maka peneliti menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo mensimulasikan sistem penuh berkali-kali (ratusan atau bahkan ribuan kali), setiap kali secara acak memilih nilai untuk setiap variabel dari distribusi probabilitasnya. Keuntungan utama menggunakan simulasi Monte Carlo dalam proyek adalah bahwa ini merupakan alat yang sangat kuat ketika mencoba untuk memahami dan mengukur potensi efek ketidakpastian proyek (Kwak & Ingall, 2009). Simulasi Monte Carlo telah digunakan dalam proyek konstruksi untuk lebih memahami risiko tertentu pada proyek. Misalnya, kebisingan dan efek merugikannya pada

masyarakat sekitar merupakan risiko di banyak proyek konstruksi perkotaan (Gilchrist dkk., 2003).

www.itk.ac.id

Penelitian ini mengambil studi kasus pada konstruksi *breasting dolphin shore base* industri minyak dan gas yang telah dibangun ada di Pelabuhan Penajam Banua Taka, yang berlokasi di Penajam. *Breasting dolphin* ini dibangun tahun 2020 dengan tujuan untuk menambah kapasitas operasional dermaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui batasan maksimum operasional hingga menganalisis risiko bila terjadi kegagalan struktur. Penelitian ini menggunakan metode analisis kapasitas dan matriks risiko. Diberikan beban yang ditingkatkan secara bertahap sesuai variasi kapal dan kecepatan berlabuh untuk mengetahui dan mendapatkan kapasitas *ultimate* serta member yang mengalami tegangan berlebih. Pertimbangan penelitian ini dilakukan karena *breasting dolphin* tersebut masih memungkinkan menerima beban kapal berlabuh yang lebih besar dari desain. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu kapasitas kapal (DWT) dan kecepatan berlabuh. Adapun hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kapal dengan kapasitas dan kecepatan berlabuh yang masih diijinkan untuk berlabuh pada kondisi risiko yang masih bisa diterima (*allowable risk*).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kapal dengan kapasitas (DWT) dan kecepatan berlabuh berapa yang masih diijinkan berlabuh pada kondisi *allowable risk*?
2. Bagaimana risiko kegagalan struktur yang dapat terjadi pada *breasting dolphin* akibat variasi *berthing energy*?
3. Berapa besar rasio cadangan kekuatan (*reserve strength ratio*) struktur *breasting dolphin* dengan beban *berthing energy*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

www.itk.ac.id

1. Untuk mengetahui kapal dengan kapasitas (DWT) dan kecepatan berlabuh yang masih diijinkan berlabuh pada kondisi *allowable risk*.
2. Untuk mengetahui risiko kegagalan struktur yang dapat terjadi pada *breasting dolphin* akibat variasi *berthing energy*.
3. Untuk mengetahui besar rasio cadangan kekuatan (*reserve strength ratio*) struktur *breasting dolphin* dengan beban *berthing energy*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat teoritis dari penelitian ini yaitu memberikan gambaran terkait analisis risiko kegagalan struktur akibat variasi kapasitas kapal (DWT) dan kecepatan berlabuh pada konstruksi *breasting dolphin*.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini yaitu memberikan pertimbangan dalam batasan operasional Pelabuhan Penajam Banua Taka.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

a. Subjek Penelitian

Menurut Arikunto (2011), subjek penelitian adalah individu atau hal atau benda yang dijadikan sebagai tempat perolehan data untuk keperluan variabel penelitian dan permasalahan. Berdasarkan pengertian tersebut, subjek penelitian ini yaitu *breasting dolphin* di Pelabuhan Penajam Banua Taka.

b. Objek Penelitian

Menurut Sugiyono (2012), objek penelitian yaitu suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Berdasarkan pengertian tersebut, objek penelitian ini yaitu kapasitas maksimum dan risiko apabila terjadi kegagalan struktur konstruksi *breasting dolphin*.

c. Lokasi Objek Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini berada di Penajam, Kabupaten Penajam Paser Utara. *Breasting dolphin* yang dianalisis merupakan *dolphin* di Pelabuhan Penajam Banua Taka.



Gambar 1.1 Lokasi Objek Penelitian
Sumber: Google Maps, 2020

d. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini disusun dalam 3 bab. Berikut ini deskripsi singkat penjelasan pada tiap bab.

- Bab 1: Pendahuluan

Pendahuluan memberikan garis besar alasan penelitian dilakukan. Pada bab ini dijelaskan latar belakang, permasalahan dan tujuan, manfaat, ruang lingkup, batasan, dan *gap* penelitian.

- Bab 2: Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi tentang teori-teori dasar yang digunakan serta kajian literatur dari penelitian sebelumnya.

- Bab 3: Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian memberikan tahapan-tahapan, juga penjelasannya, yang akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

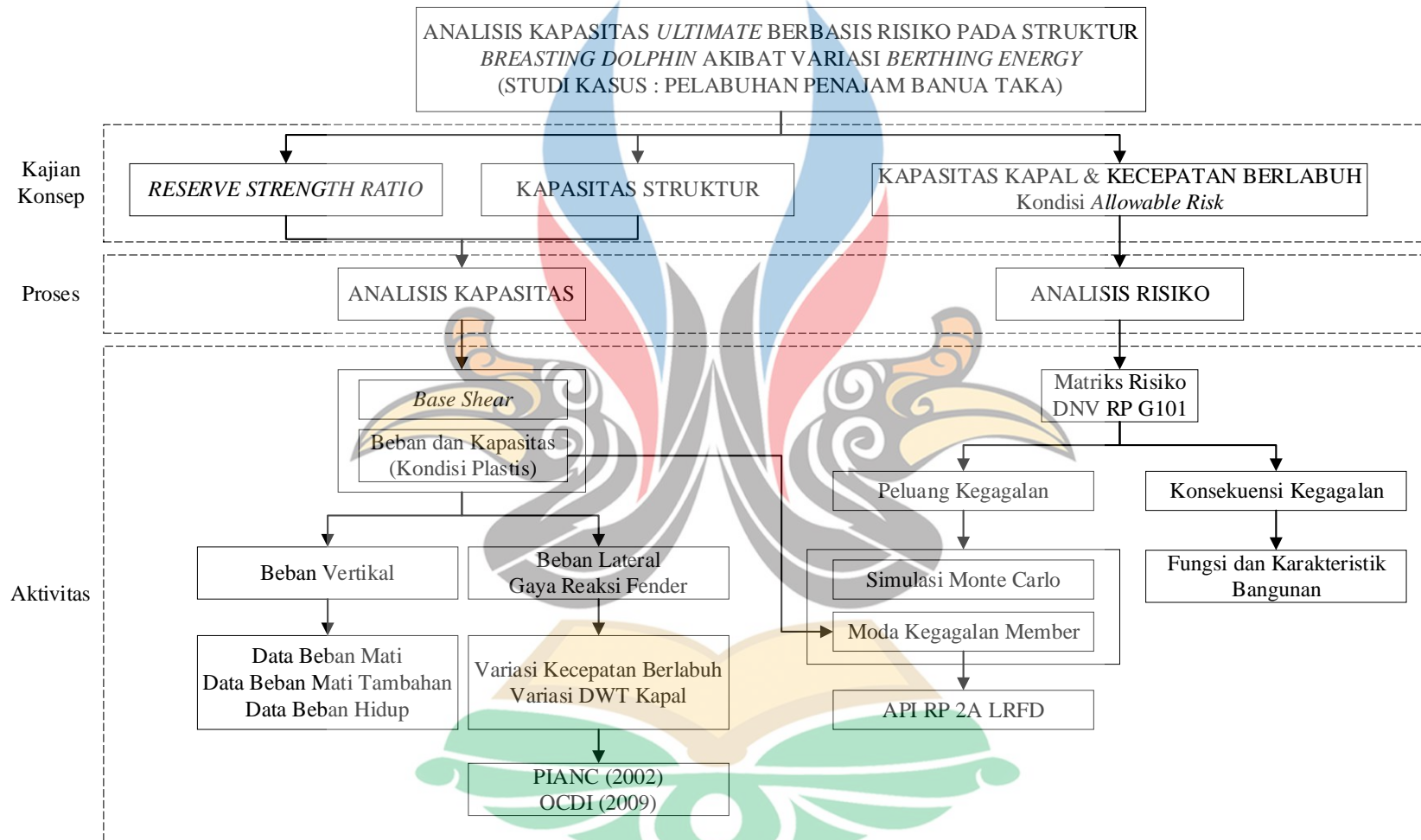
1. Analisis risiko kegagalan struktur dilakukan pada *breasting dolphin* yang ditinjau pada Pelabuhan Penajam Banua Taka.
2. Alternatif analisis kapasitas ultimate menggunakan metode pushover.
3. Penilaian struktur menggunakan API RP 2A dan pemetaan level risiko menggunakan kode DNV RP G101 dengan aspek yang ditinjau pada keselamatan (human safety), lingkungan (environment), dan bisnis (business).
4. Permodelan dan analisis kapasitas menggunakan program bantu analisis struktur. Data material dan dimensinya menggunakan data struktur eksisting.
5. Peluang kegagalan dihitung dengan simulasi Monte Carlo.
6. Analisis risiko dilakukan untuk mengetahui level risiko berdasarkan peluang kegagalan dan konsekuensi yang dapat terjadi.
7. Tidak meninjau beban tambatan (mooring load).
8. Tidak meninjau teknis operasional pelabuhan.

1.7 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian pada penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian.

1. Kajian Konsep : Bagian yang menunjukkan hasil apa yang diperoleh dari penelitian ini.
2. Proses : Bagian proses menunjukkan dengan cara atau metode apa hasil akan didapatkan.
3. Aktivitas : Bagian aktivitas menunjukkan kegiatan apa saja yang dilakukan peneliti pada tahap proses.

Adapun kerangka penelitian Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.2 berikut.



Gambar 1.2 Kerangka Penelitian

Sumber: Penulis, 2021

1.8 Gap Analysis

Berdasarkan uraian latar belakang pada subbab 1.1, dapat diidentifikasi kesenjangan (*gap*) pada penelitian analisis kapasitas *ultimate* berbasis risiko pada struktur *breasting dolphin* yang dimana dipengaruhi oleh variabel *berthing energy*. Berikut diagram analisis *gap* pada penelitian Tugas Akhir ini.



Gambar 1.3 Diagram *Gap Analysis* Penelitian
Sumber: Penulis, 2021

www.itk.ac.id



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

www.itk.ac.id