

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

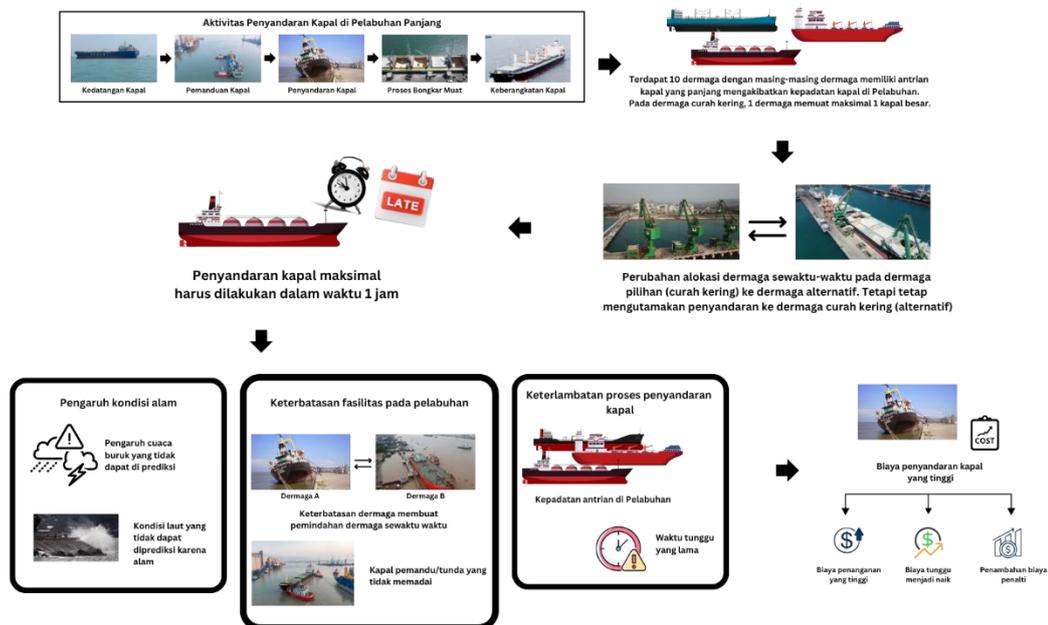
Indonesia adalah negara yang terdiri dari ribuan pulau, dengan sebagian besar wilayahnya berupa perairan seperti laut, sungai, dan danau, sementara sebagian kecil lainnya adalah daratan. Sebagai negara maritim, Indonesia dikelilingi oleh lautan yang memisahkan pulau-pulau, menjadikannya elemen penting dalam memperkuat persatuan bangsa, mendorong pertumbuhan ekonomi, menjaga stabilitas politik, dan meningkatkan kemakmuran.

Pelabuhan berperan penting dalam proses penyandaran kapal, karena berfungsi sebagai titik penghubung antara transportasi laut dan darat yang memungkinkan kapal untuk melakukan bongkar muat barang atau penumpang. Menurut Saip Onurhan Kadioğlu, dkk (2024), faktor-faktor penyebab keterlambatan kapal di area tunggu pelabuhan menunjukkan bahwa kepadatan dermaga (*pier occupancy*) merupakan penyebab utama, dengan kontribusi yang besar terhadap total waktu tunggu. Hal itu menegaskan bahwa salah satu faktor krusial dalam peningkatan efisiensi operasional pelabuhan adalah kemampuan dalam mengelola alokasi dermaga secara optimal. Ketidakseimbangan dalam pemanfaatan fasilitas sandar dapat memperpanjang waktu tunggu kapal dan berdampak langsung pada biaya operasional serta produktivitas pelabuhan secara keseluruhan.

PT XYZ merupakan perusahaan logistik transportasi laut yang berfokus pada operator pelabuhan. Sebagai bagian integral dalam rantai pasokan global, perusahaan ini memainkan peran penting dalam menghubungkan pasar internasional dengan Indonesia melalui pelabuhan-pelabuhan utama. Layanan yang disediakan oleh PT XYZ mencakup berbagai aspek, mulai dari pengaturan kedatangan kapal asing, koordinasi dengan pihak-pihak terkait di pelabuhan, hingga memastikan kelancaran proses bongkar muat barang. Namun, PT XYZ menghadapi permasalahan signifikan dalam hal keterlambatan penyandaran kapal yang berdampak langsung pada efisiensi operasional dan biaya logistik. Keterlambatan dalam penyandaran kapal, yang sering kali disebabkan oleh masalah alokasi dermaga yang tidak optimal, antrean kapal yang panjang, serta kurangnya

koordinasi antara pihak pelabuhan dan agen kapal, menyebabkan waktu tunggu kapal menjadi lebih lama. Hal ini berdampak pada biaya tambahan, meliputi biaya tunggu kapal sehingga total biaya operasional yang lebih tinggi.

Proses penyandaran kapal di Pelabuhan Panjang pada PT XYZ saat ini mengalami masalah keterlambatan, yang disebabkan oleh waktu tunggu yang lama karena antrean yang panjang akibat kepadatan pelabuhan. Keterlambatan ini mengakibatkan kapal tidak dapat bersandar tepat waktu sesuai jadwal yang direncanakan, sehingga mempengaruhi efisiensi operasional pelabuhan. Kondisi ini dapat dijelaskan pada *Rich Picture Diagram* berikut:



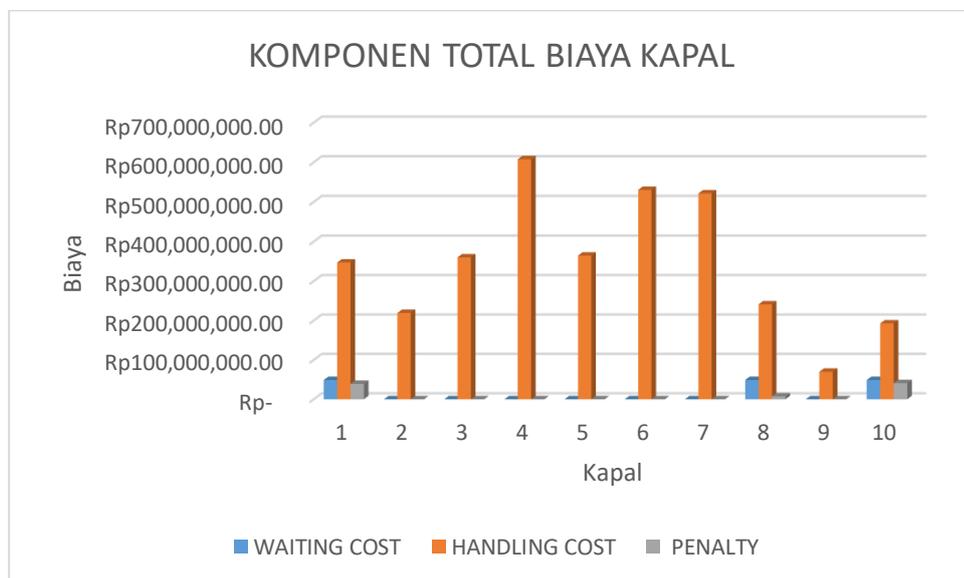
Gambar I-1. *Rich Picture Diagram*

Berdasarkan *Rich Picture Diagram* (RPD) di atas, proses penyandaran kapal di Pelabuhan Panjang melibatkan tahapan mulai dari kedatangan kapal, pemanduan, penyandaran di dermaga, bongkar muat, hingga keberangkatan kapal. Namun, proses ini menghadapi tantangan signifikan yang berdampak pada efisiensi operasional. Salah satu kendala utama adalah terbatasnya fasilitas dermaga di pelabuhan yang tidak bisa menampung jumlah kapal saat ini sehingga menyebabkan antrean yang panjang dan waktu tunggu yang lama. Meskipun terdapat beberapa dermaga, kapasitasnya tidak cukup untuk menangani jumlah

kapal yang tinggi, sehingga pemindahan antar dermaga sering kali diperlukan. Hal ini menyebabkan kapal harus menunggu lebih lama untuk mendapat giliran sandar, terutama saat dermaga utama sudah penuh.

Faktor lain yang turut memengaruhi adalah kondisi alam yang tidak terduga. Cuaca buruk, seperti angin kencang atau hujan deras, dapat menghambat aktivitas penyandaran kapal. Kombinasi antara kondisi alam yang sulit diprediksi dan keterbatasan fasilitas menciptakan tantangan besar bagi pelabuhan dalam menjaga efisiensi proses penyandaran kapal.

Keterlambatan penyandaran kapal di pelabuhan menjadi perhatian serius karena menambah waktu tunggu dan biaya yang tinggi bagi pengguna jasa. Untuk mengatasi hal ini, pelabuhan perlu menerapkan strategi alokasi dermaga yang lebih fleksibel dan efisien, terutama dalam kondisi darurat atau perubahan mendadak. Dengan demikian, diharapkan waktu maksimal penyandaran kapal, yaitu 60 menit, dapat dipenuhi secara konsisten sehingga meningkatkan kepercayaan pengguna jasa pelabuhan.



Gambar I-2. Grafik Biaya Penyandaran Kapal

Gambar di atas menyajikan komponen total biaya operasional dari sepuluh kapal, yang terdiri atas biaya tunggu (*waiting cost*), biaya penanganan (*handling cost*), dan biaya penalti (*penalty*). Terlihat bahwa biaya penanganan merupakan komponen terbesar pada setiap kapal, mencerminkan besarnya pengaruh aktivitas bongkar

muat terhadap total biaya. Namun, kapal-kapal yang menunjukkan adanya biaya tunggu mengindikasikan bahwa kapal tersebut mengalami waktu tunggu yang cukup lama sebelum proses sandar, yang secara langsung menyebabkan peningkatan pada *waiting cost*. Hal ini menjadi perhatian utama dalam permasalahan yang dihadapi, karena menunjukkan ketidakefisienan dalam proses penyandaran kapal. Dengan demikian, perlu dilakukan evaluasi terhadap manajemen alokasi dermaga dan penjadwalan kapal untuk mengurangi durasi tunggu dan meminimalkan biaya tambahan yang timbul akibat keterlambatan.

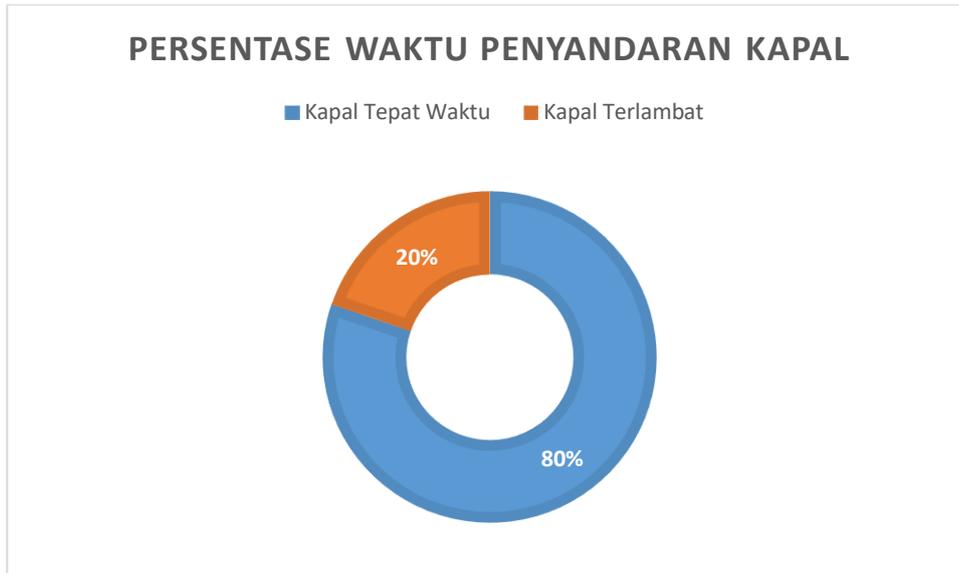
Dalam industri pelayaran dan kepelabuhanan, ketepatan waktu proses penyandaran kapal merupakan faktor kunci dalam menjaga efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Keterlambatan dalam penyandaran tidak hanya berdampak pada biaya penalti, tetapi juga dapat mengganggu rantai pasok dan jadwal pelayaran berikutnya. Berdasarkan data operasional selama 10 hari, tercatat sebanyak 91 kapal melakukan kegiatan penyandaran. Dari jumlah tersebut, 73 kapal (80%) berhasil sandar tepat waktu, sedangkan 18 kapal (20%) mengalami keterlambatan.

Tabel I-1. GAP Analisis

Kategori	Persentase
Aktual	20%
Target	5%
GAP	15%

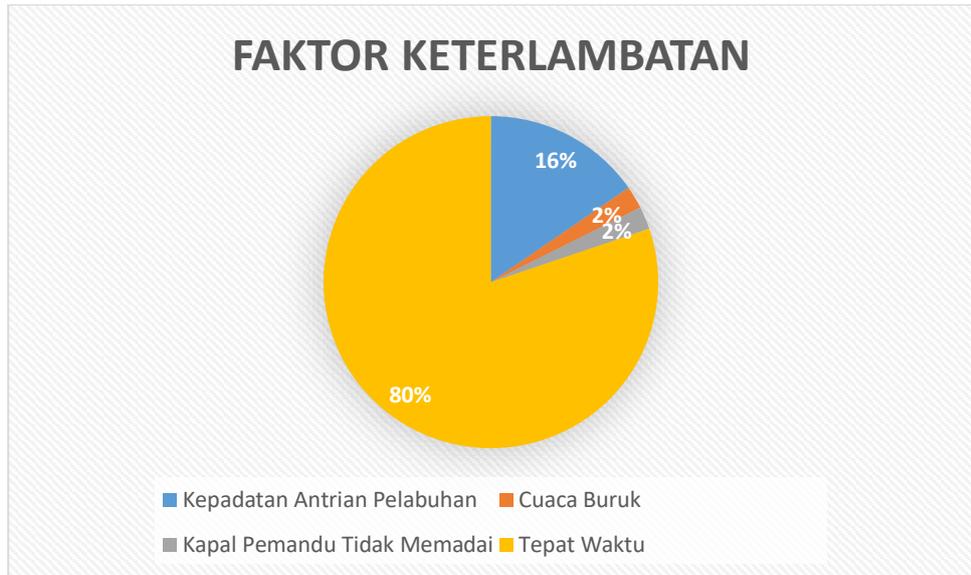
Sumber: Data Penyandaran Kapal PT XYZ, 2023

Tolok ukur performa perusahaan adalah maksimal 5% keterlambatan, maka terdapat gap sebesar 15% yang menunjukkan ketidaksesuaian antara kondisi aktual dan target performa. Gap ini menunjukkan perlunya evaluasi terhadap faktor-faktor penyebab keterlambatan, seperti antrean kapal atau kendala teknis lainnya. Analisis lebih lanjut perlu dilakukan untuk menutup gap tersebut, misalnya melalui perbaikan sistem penjadwalan sandar, peningkatan efisiensi koordinasi antarpihak, atau penggunaan teknologi optimasi seperti *berth allocation model*.



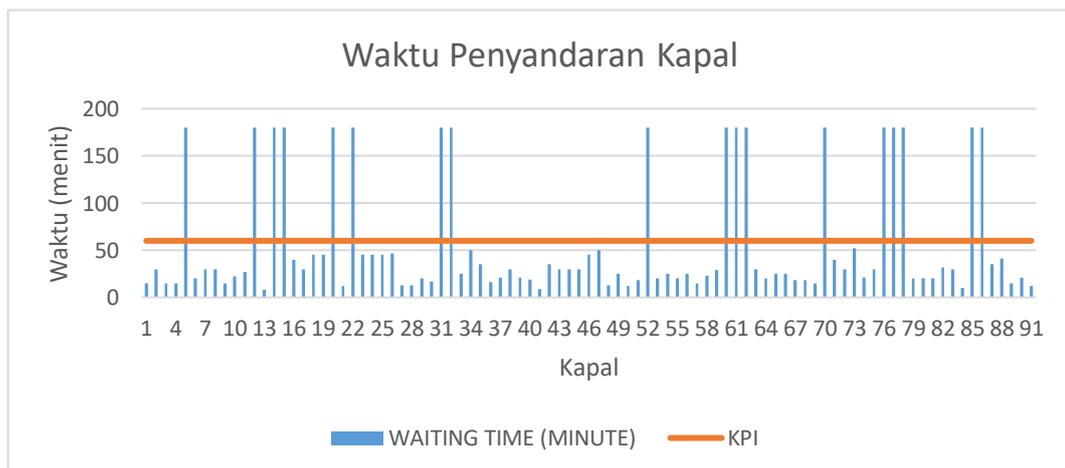
Gambar I-3. Persentase Kapal

Grafik di atas menggambarkan perbandingan antara waktu penyandaran kapal yang tepat waktu (ETB *on-time*) dengan yang terlambat (ETB *late*) di PT XYZ. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa ada fluktuasi yang signifikan dalam waktu penyandaran kapal yang terlambat, dengan beberapa periode menunjukkan keterlambatan yang cukup besar. Sementara itu, kapal yang bersandar tepat waktu menunjukkan waktu yang lebih konsisten dan stabil. Keterlambatan penyandaran kapal dengan waktu yang lebih lama akan berpotensi meningkatkan biaya operasional, seperti biaya tunggu kapal, biaya penanganan, dan biaya penalti. Adapun kategori faktor-faktor yang mempengaruhi 20% keterlambatan kapal, sebagai berikut:



Gambar I-4. Grafik Faktor Keterlambatan Kapal

Gambar di atas menunjukkan diagram *pie* yang menggambarkan faktor-faktor terkait keterlambatan penyandaran kapal. Berdasarkan data, mayoritas kapal yaitu 80% tercatat tepat waktu dalam proses sandar. Namun, masih terdapat 16% kapal yang mengalami keterlambatan akibat kepadatan antrian di pelabuhan, serta masing-masing 2% karena cuaca buruk dan kapal pemandu yang tidak memadai. Meskipun angka keterlambatan relatif kecil, faktor-faktor ini tetap penting untuk diperhatikan guna menjaga konsistensi dan efisiensi operasional pelabuhan.

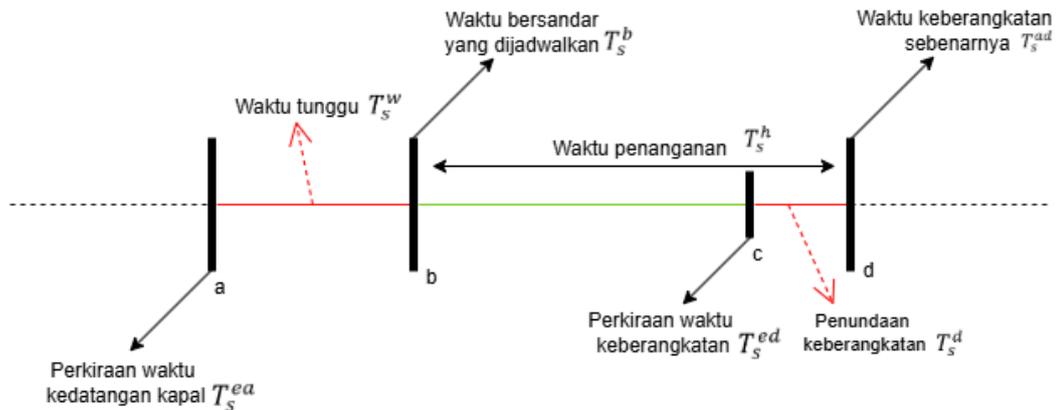


Gambar I-5. Waktu Penyandaran Kapal

Grafik di atas menunjukkan waktu penyandaran kapal (ETB) dibandingkan dengan KPI yang telah ditentukan oleh perusahaan, yaitu maksimal 60 menit. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa sejumlah kapal mengalami penyandaran yang

melebihi batas waktu yang ditentukan, yang menunjukkan bahwa waktu penyandaran untuk beberapa kapal tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Meskipun ada beberapa kapal yang berhasil bersandar dalam waktu kurang dari 60 menit, ada pula yang melebihi batas waktu yang diharapkan, yang menunjukkan adanya keterlambatan dalam proses penyandaran.

Adapun ilustrasi pada jadwal bersandar yang menunjukkan waktu tunggu, penanganan, dan keberangkatan terlambat yang menggambarkan kompleksitas dalam pengelolaan operasional pelabuhan yang dapat mempengaruhi efisiensi logistik secara keseluruhan. Menurut Ataollah Shahpanah, dkk. (2014), proses penyandaran kapal di pelabuhan melibatkan beberapa tahap penting, mulai dari kedatangan kapal, waktu tunggu untuk mendapatkan slot dermaga, hingga pelayanan bongkar muat dan keberangkatan kapal. Waktu tunggu yang terlalu lama di area sandar dapat berdampak signifikan terhadap efisiensi operasional pelabuhan, termasuk keterlambatan jadwal dan peningkatan biaya logistik.



Gambar I-6. Ilustrasi Permasalahan Aktivitas di Pelabuhan Panjang

Ilustrasi pada gambar I-6 menunjukkan alur waktu pelayanan kapal di pelabuhan yang terdiri dari beberapa komponen penting yang menjadi sumber utama dalam proses penyandaran kapal. Alur ini dimulai dari titik a, yaitu perkiraan waktu kedatangan kapal yang dilambangkan dengan T_s^{ea} (*Estimated Arrival Time*). Ketika kapal tiba di pelabuhan, tidak selalu dapat langsung bersandar karena kondisi dermaga yang mungkin masih digunakan oleh kapal lain. Hal ini menyebabkan kapal harus menunggu selama periode tertentu, yang dikenal sebagai waktu tunggu T_s^w , yaitu selisih antara waktu bersandar actual T_s^b dengan waktu kedatangan awal

T_s^{ea} . Waktu tunggu ini ditandai pada ilustrasi dengan garis merah putus-putus dan menjadi salah satu faktor utama yang ingin diminimalkan dalam sistem alokasi dermaga.

Selanjutnya, pada titik b, kapal mulai melakukan kegiatan operasional di dermaga seperti bongkar muat barang. Proses ini berlangsung selama waktu penanganan T_s^h , yang dihitung berdasarkan jumlah muatan kapal (dalam ton), jumlah quay crane yang dialokasikan, serta produktivitas rata-rata crane. Waktu penanganan ini berlangsung hingga titik c, yaitu perkiraan waktu keberangkatan T_s^{ed} . Namun dalam banyak kasus, waktu keberangkatan aktual tidak selalu sesuai dengan estimasi. Keterlambatan ini digambarkan pada titik d, yaitu waktu keberangkatan sebenarnya T_s^{ad} , yang terjadi setelah titik c. Selisih antara waktu aktual dan waktu estimasi keberangkatan disebut sebagai penundaan keberangkatan T_s^d , dan ditunjukkan dalam diagram dengan garis merah putus-putus yang mengarah ke bawah. Penundaan ini dapat terjadi akibat keterlambatan pada tahap awal, yaitu saat proses penyandaran kapal. Karena keterlambatan sudah terjadi di awal, maka seluruh rangkaian proses selanjutnya hingga tahap akhir juga akan mengalami keterlambatan.

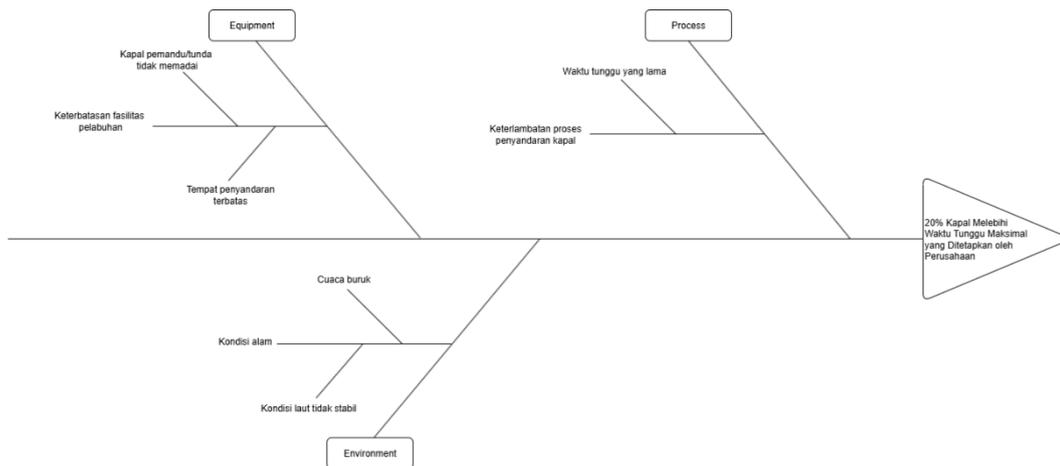
Secara keseluruhan, ilustrasi ini menekankan bahwa efisiensi operasi pelabuhan sangat bergantung pada kemampuan sistem dalam mengatur jadwal kedatangan, waktu sandar, dan keberangkatan kapal. Permasalahan waktu tunggu dan keterlambatan keberangkatan ini berkaitan erat dengan permasalahan alokasi dermaga (*Berth Allocation Problem*), khususnya dalam konteks *multi-quay berth allocation*, di mana kapal tidak hanya dialokasikan pada posisi sandar tertentu, tetapi juga pada *quay* atau dermaga yang berbeda sesuai ketersediaan dan preferensi.

Sebagai pihak yang bertanggung jawab atas pengelolaan dan pengalokasian sumber daya pelabuhan, operator pelabuhan memegang peran sentral dalam proses pengambilan keputusan terkait alokasi dermaga. Namun demikian, peran ini juga membawa tanggung jawab yang besar atas segala bentuk ketidakefisienan yang terjadi selama pelayanan kapal. Apabila terjadi keterlambatan dalam penyandaran atau keberangkatan kapal akibat keputusan alokasi yang tidak optimal, operator

pelabuhan berpotensi menanggung berbagai konsekuensi finansial. *Shipping line* sebagai pengguna jasa memiliki hak untuk mengajukan klaim kompensasi atau penalti terhadap keterlambatan layanan, seperti kompensasi atas waktu sewa kapal yang lebih lama dan biaya bahan bakar tambahan akibat waktu tunggu yang tidak seharusnya. Selain itu, penundaan pelayanan juga berdampak pada peningkatan biaya internal operasional pelabuhan, seperti *overtime* tenaga kerja dan *idle time* alat berat. Dalam jangka panjang, rendahnya tingkat keandalan pelayanan akan merusak reputasi pelabuhan dan mengurangi daya saingnya di mata *shipping line*, yang dapat berujung pada hilangnya pelanggan dan potensi pendapatan. Oleh karena itu, optimalisasi alokasi dermaga menjadi krusial untuk menekan biaya pelayanan total dan menjaga keberlanjutan operasional pelabuhan.

Dari 18 kapal yang mengalami keterlambatan, akumulasi total biaya akibat inefisiensi pelayanan mencapai lebih dari Rp 2.129.850.000,00. Seluruh komponen biaya itu mencerminkan beban operasional yang muncul sebagai konsekuensi dari keterlambatan penyandaran kapal. Meskipun secara administratif sebagian besar biaya ditanggung oleh kapal, namun dari sudut pandang operator pelabuhan, angka ini menunjukkan tingkat inefisiensi yang berisiko menurunkan kualitas layanan, memicu klaim kompensasi, serta berpengaruh pada keberlanjutan kontrak dengan *principal*.

Diagram *Fishbone*, atau yang juga dikenal sebagai Diagram Ishikawa, adalah alat analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama masalah dengan mengelompokkan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap masalah tersebut dalam kategori-kategori tertentu, seperti manusia, proses, peralatan, lingkungan, material, dan pengukuran. Menurut Slameto (2016) dalam Maulana Amirul Adha, dkk (2019), Diagram *Fishbone* merupakan alat visual yang efektif untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai faktor utama yang berpengaruh dalam menentukan karakteristik kualitas dari suatu hasil kerja. Berikut merupakan beberapa faktor terjadinya keterlambatan penyandaran kapal dengan analisa menggunakan *fishbone diagram*:



Gambar I-7. Diagram *Fishbone*

Berdasarkan hasil observasi terhadap proses operasional penyandaran kapal di Pelabuhan Panjang, diketahui bahwa apabila kapal mengalami keterlambatan dalam bersandar lebih dari satu jam, maka akan dikenakan penalti berupa biaya tambahan. Keterlambatan ini memiliki hubungan langsung dengan meningkatnya waktu tunggu kapal, yang pada akhirnya menyebabkan lonjakan pada total biaya operasional. Semakin banyak kapal yang mengalami keterlambatan, maka akumulasi penalti waktu tunggu akan semakin tinggi dan berimplikasi pada ketidakefisienan sistem pelayanan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sistem alokasi dermaga yang digunakan saat ini belum berjalan secara optimal dan membutuhkan perbaikan. Efektivitas kinerja sistem dalam hal ini dapat tercermin dari rendahnya biaya penalti, singkatnya waktu tunggu kapal, dan minimnya jumlah kapal yang mengalami keterlambatan. Fakta menunjukkan bahwa sebanyak 20% kapal masih melebihi batas maksimal waktu tunggu yang telah ditetapkan oleh perusahaan, yaitu 60 menit. Keadaan ini menjadi indikator kuat bahwa sistem alokasi dermaga yang ada belum mampu menjamin pelayanan yang efisien, sehingga diperlukan pendekatan optimasi yang mampu meminimalkan keterlambatan, menekan biaya penalti, dan meningkatkan kualitas pelayanan di pelabuhan.

Pada analisa menggunakan *fishbone diagram* dapat dilihat terdapat tiga kategori yang menyebabkan terjadinya keterlambatan dalam proses penyandaran kapal. Kategori pertama yaitu *process* atau proses, penyebab masalahnya adalah keterlambatan proses penyandaran kapal yang mana memiliki akar permasalahan,

yaitu waktu tunggu yang lama. Kategori kedua yaitu *equipment* atau peralatan dimana adanya keterbatasan fasilitas pelabuhan, yaitu kapal pemandu atau tunda yang tidak memadai dan tempat penyandaran kapal yang terbatas. Kategori ketiga yaitu *environment* atau lingkungan, hal ini dikarenakan kondisi alam yang buruk dengan melihat kondisi laut dan cuaca. Melalui analisis penyebab terjadinya keterlambatan dalam proses penyandaran kapal telah diuraikan di atas, dapat dilihat adanya perlu untuk dicari bagaimana solusi perbaikannya. Pada tabel dibawah ini merupakan identifikasi alternatif solusi dari penelitian terdahulu antara lain:

Tabel I-2. Alternatif Solusi

FAKTOR PENYEBAB	PENYEBAB MASALAH	AKAR MASALAH	ALTERNATIF SOLUSI
<i>Process</i>	Keterlambatan proses penyandaran kapal	Waktu tunggu yang lama	Optimalkan jadwal penyandaran kapal dengan meningkatkan efisiensi alokasi dermaga.
<i>Equipment</i>	Keterbatasan fasilitas pelabuhan	Kapal pemandu/tunda yang tidak memadai	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan jumlah kapal pemandu/tunda • Tingkatkan pemeliharaannya.
		Tempat penyandaran kapal yang terbatas	<ul style="list-style-type: none"> • Perluasan dermaga • Peningkatan fasilitas pelabuhan.
<i>Environment</i>	Kondisi alam	Pengaruh cuaca buruk	Gunakan sistem monitoring cuaca berbasis <i>real-time</i> untuk perencanaan operasional.
		Kondisi laut yang tidak stabil	Pemantauan kondisi laut <i>real-time</i>

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan permasalahan untuk tugas akhir ini adalah **“Bagaimana penerapan metode *Cuckoo Search Algorithm* (CSA) dapat mengoptimalkan alokasi dermaga kapal PT XYZ di Pelabuhan Panjang guna meminimalkan total biaya operasional kapal?”**

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis permasalahan alokasi dermaga yang terjadi di PT XYZ di Pelabuhan Panjang serta mengidentifikasi komponen-komponen biaya operasional kapal yang timbul akibat alokasi dermaga yang tidak optimal.
- b. Menerapkan metode *Cuckoo Search Algorithm* (CSA) dalam perancangan model optimasi alokasi dermaga guna meminimalkan total biaya operasional kapal, termasuk biaya tunggu, biaya penanganan, dan biaya penalti.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi Peneliti:
Dapat merasakan penggunaan dan penerapan ilmu yang diperoleh untuk memecahkan permasalahan di lapangan.
2. Bagi Perusahaan:
 - a. Mendapatkan alternatif solusi untuk mengurangi total biaya operasional kapal.
 - b. Meningkatkan efisiensi alokasi dermaga melalui pendekatan berbasis algoritma.
 - c. Memberikan dasar analisis dalam pengambilan keputusan operasional.
3. Bagi Pembaca:
 - a. Dapat dijadikan sebagai sumber informasi atau referensi yang dapat digunakan dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

- b. Penelitian ini diharapkan mampu menambah ilmu dan pengetahuan bagi pembaca mengenai apa saja kegiatan yang dilakukan pihak-pihak yang bersangkutan pada proses penyandaran kapal

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

a) Batasan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Tugas akhir ini menggunakan data penyandaran kapal dalam bentuk 10 hari
- Lingkup penelitian tugas akhir ini berada di Pelabuhan Panjang, Panjang Utara, Kec. Panjang, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung

b) Asumsi pada tugas akhir ini sebagai berikut:

- Banyaknya kapal pada periode yang telah ditentukan
- Ketika sebuah kapal memulai proses bongkar muat di dermaga mana pun, tidak dapat diganggu sampai proses bongkar muat selesai
- Panjang dermaga dan tempat bersandar diketahui
- ETA dan ETD untuk setiap kapal diketahui
- Perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap kapal diketahui
- Biaya penanganan, biaya menunggu, biaya alokasi tempat bersandar yang tidak optimal, dan alokasi dermaga yang tidak optimal per jam untuk semua kapal diketahui
- Berat yang digunakan masing-masing kapal menggunakan ton
- Kecepatan pemrosesan sama untuk semua QC dan diketahui

I.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Bab ini menjelaskan konteks permasalahan, latar belakang permasalahan, perumusan masalah yang bertujuan untuk menyelesaikan isu dengan menciptakan sistem terintegrasi yang melibatkan manusia, material, peralatan/mesin, informasi, dan energi.

Bab ini juga mencakup batasan tugas akhir, manfaat yang diharapkan, serta sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini menyajikan literatur yang relevan dengan masalah yang diangkat, serta membahas hasil-hasil referensi dari buku, penelitian, atau sumber lainnya yang dapat membantu dalam merancang dan menyelesaikan masalah. Setidaknya terdapat beberapa metodologi, metode, atau kerangka kerja yang dijelaskan di bab ini untuk meminimalisir gap antara kondisi saat ini dan target yang diinginkan. Di akhir bab, analisis pemilihan metodologi/metode/kerangka kerja akan dijelaskan untuk memilih pendekatan yang digunakan dalam tugas akhir ini.

Bab III Bab ini menjelaskan metode, konsep, atau kerangka kerja yang telah dipilih berdasarkan tinjauan pustaka. Langkah-langkah yang diambil dalam tugas akhir dijelaskan secara rinci, meliputi perumusan masalah, hipotesis, pengembangan model, identifikasi variabel dan operasionalisasi, penyusunan kuesioner, desain pengumpulan dan pengolahan data, uji instrumen, serta analisis pengolahan data untuk merancang sistem terintegrasi dalam penyelesaian masalah.

Bab IV Perancangan Sistem Terintegrasi

Di bab ini dijelaskan semua kegiatan terkait perancangan sistem terintegrasi untuk menyelesaikan masalah, termasuk pengumpulan dan pengolahan data, pengujian data, serta perancangan solusi.

Bab V Bab ini menyajikan hasil dari rancangan, temuan, analisis, dan pengolahan data. Selain itu, bab ini juga membahas validasi atau verifikasi hasil solusi yang diusulkan, untuk memastikan apakah solusi tersebut benar-benar menyelesaikan masalah atau mengurangi gap antara kondisi saat ini dan target yang diinginkan. Analisis sensitivitas dapat diterapkan untuk mengetahui apakah hasil solusi

dapat diterapkan dalam konteks tugas akhir maupun dalam konteks serupa. Evaluasi lainnya juga dapat dilakukan untuk memvalidasi hasil sesuai dengan kebutuhan. Secara keseluruhan, bab ini membahas secara mendalam hasil pengerjaan solusi dan refleksinya terhadap tujuan tugas akhir.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyimpulkan hasil penyelesaian masalah dan memberikan jawaban terhadap rumusan masalah yang diajukan di bagian pendahuluan. Saran-saran yang relevan untuk tugas akhir berikutnya juga disampaikan di bab ini.