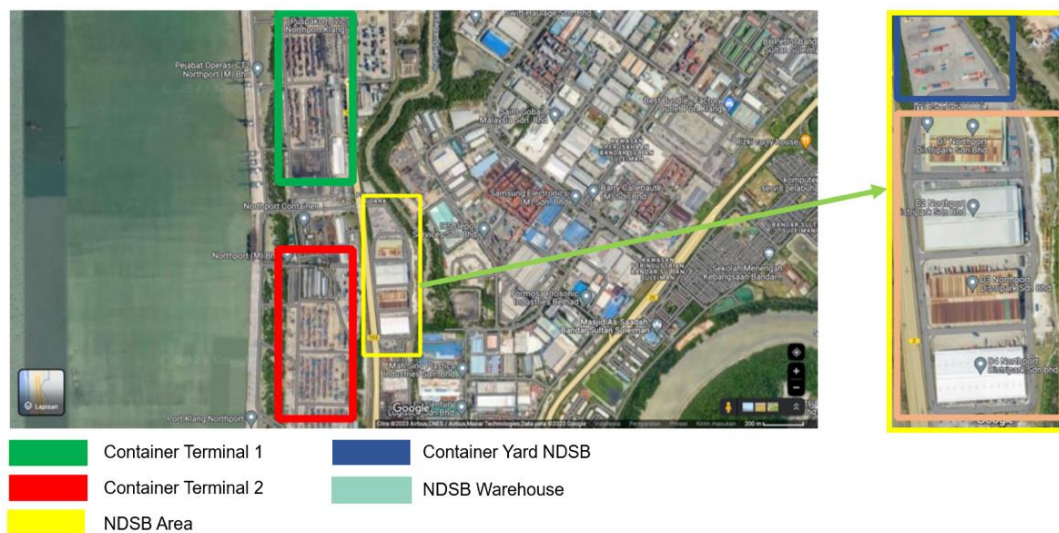


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Northport (Malaysia) Bhd (Northport) yang berlokasi di Port Klang, Malaysia merupakan salah satu anggota dari *Malaysian Mining Corporation (MMC) Group*, sebuah kelompok yang terkemuka dalam bidang utilitas dan infrastruktur di Malaysia. Sebagai salah satu pelabuhan multiguna terbesar di Malaysia, Northport menawarkan beragam fasilitas dan layanan khusus untuk menangani berbagai jenis kargo, termasuk kontainer, kendaraan, kargo curah basah, dan kargo curah kering. Pada Northport terdapat kawasan Northport Distripark Sdn. Bhd (NDSB) sebagai pusat distribusi perintis Malaysia dalam *Free Commercial Zone (FCZ)* yang sejalan dengan upaya Northport untuk menjadi pusat logistik dan distribusi utama untuk memperkuat kemampuannya sebagai penyedia layanan logistik terintegrasi. Dari hasil observasi yang dilakukan, Northport terbagi menjadi empat area utama, yaitu *Container Terminal 1*, *Container Terminal 2*, *Container Yard NDSB*, dan Kawasan Pergudangan (Gudang D1 – D7). Denah area dapat dilihat pada Gambar 1.1.

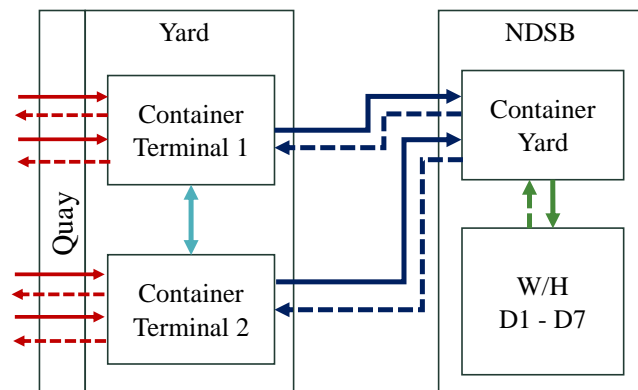


Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Pada Northport, Klang Malaysia

(Sumber: Google Maps, diolah oleh penulis)

Dalam melakukan aktivitas operasionalnya, terdapat dua jenis kegiatan utama yang dilakukan oleh Northport. Pertama adalah aktivitas ekspor dan impor yang melibatkan pengambilan kontainer dari NDSB *Container Yard* menuju *Container*

Terminal 1 atau *Container Terminal 2* untuk proses ekspor, serta pengambilan kontainer dari *Container Terminal 1* atau *Container Terminal 2* menuju NDSB *Container Yard* untuk proses impor. Kedua adalah aktivitas *shunting* atau langsir yang mencakup pengambilan kontainer dari NDSB *Container Yard* menuju Gudang di Kawasan NDSB, dan pengambilan kontainer dari Gudang Kawasan NDSB menuju NDSB *Container Yard*. Visualisasi aliran aktivitas operasional pada Northport ditampilkan pada Gambar 1.2.



	<i>Stevedoring</i>
	<i>Loading</i>
	<i>Inter-Terminal Transport</i> untuk menyeimbangkan <i>throughput</i>
	<i>Import Inter-Terminal Transport</i> dari CT 1/CT 2 ke CY
	<i>Export Inter-Terminal Transport</i> dari CY ke CT 1/CT 2
	<i>Import Inter-Terminal Transport</i> dari CY ke WH
	<i>Export Inter-terminal Transport</i> dari WH ke CY

Gambar 1.2 Aliran Aktivitas Operasional pada Northport

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah aktivitas *Inter-Terminal Transport* (ITT) yang merupakan proses pemindahan kontainer dari satu lokasi menuju ke lokasi yang lain. Adapun lokasi yang digunakan sebagai objek penelitian ini adalah *Container Yard*, *Container Terminal 1*, *Container Terminal 2* dan Kawasan Pergudangan (Gudang D1 – D7). Aktivitas ITT dilakukan dengan menggunakan truk internal milik dari Northport. Aktivitas ITT yang diteliti, digunakan untuk mengakomodir aktivitas impor dan aktivitas ekspor pada Northport. Kontainer yang

dipindahkan dalam aktivitas ITT memiliki dua buah ukuran, yaitu, dua puluh kaki (20') dan empat puluh kaki (40').

I.2 Latar Belakang Penelitian

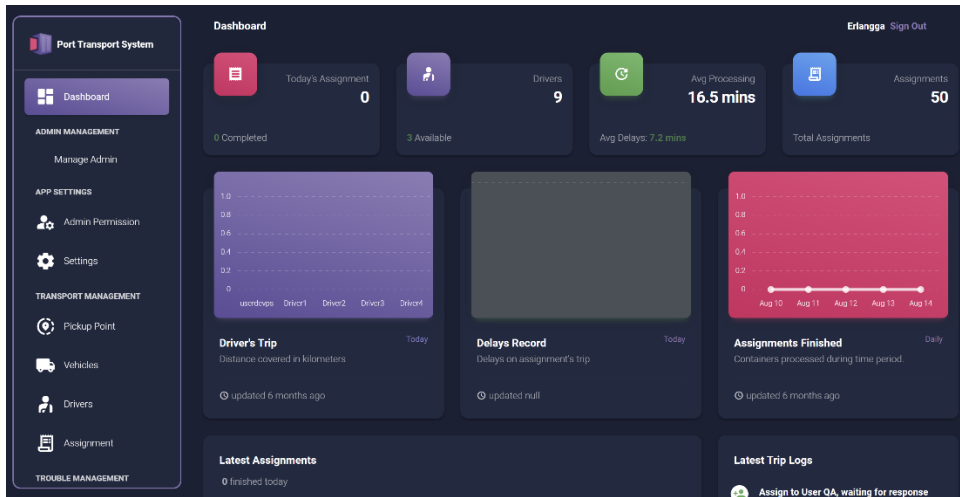
Pelabuhan memiliki peran penting dalam aktivitas logistik karena menjadi asal gerakan barang dalam suatu daerah *hinterland*. Efisiensi dalam aktivitas pelabuhan diperlukan untuk menjamin stabilitas proses distribusi rantai pasok dari hulu ke hilir. Salah satu fasilitas terpenting di pelabuhan adalah terminal kontainer, yang berfungsi sebagai lokasi penyangga untuk menyimpan kontainer yang masuk dan keluar. Penyangga ini penting untuk mencegah kemacetan, memungkinkan proses bongkar muat dari kapal yang berlangsung sesuai jadwal yang telah ditetapkan dengan metode penjadwalan yang baik (Setyawan, Damayanti, & Kamil, 2018). Umumnya, pelabuhan memiliki lebih dari satu terminal kontainer yang digunakan sebagai penyangga. Untuk memindahkan kontainer dari *Quay Yard*, tempat kontainer awalnya dibongkar dari kapal ke *Container Yard*, diperlukan aktivitas ITT. ITT dilakukan menggunakan truk yang dikenal sebagai *prime movers*. Dalam aktivitas ITT, fokus utamanya adalah pada pemindahan kontainer dari satu lokasi ke lokasi lain dengan tujuan yang jelas.

Aktivitas ITT yang melibatkan pemindahan kontainer dari berbagai lokasi menggunakan truk, memerlukan perencanaan yang efektif untuk mengatasi keterbatasan jumlah *prime movers*, jadwal pemindahan yang tepat waktu, dan biaya yang terkait. Penjadwalan ITT di pelabuhan merupakan tantangan yang kompleks karena melibatkan berbagai faktor yang perlu dipertimbangkan. Salah satu permasalahan umum yang sering terjadi adalah:

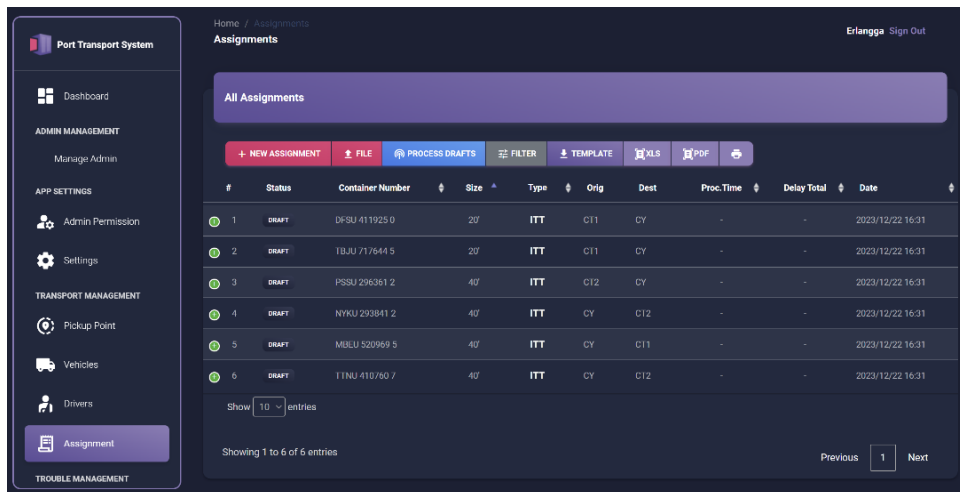
1. Keterlambatan dalam penugasan pada ITT: Keterlambatan dalam proses ITT sering terjadi akibat kurangnya efisiensi dalam pengelolaan jadwal dan alur kerja. Keterlambatan dalam penugasan ITT juga dapat menyebabkan penumpukan kontainer di *warehouse*, karena proses pengiriman yang tertunda akan memperpanjang waktu penyimpanan kontainer di Terminal. Hal ini tidak hanya meningkatkan beban operasional *warehouse*, tetapi juga mengganggu alur distribusi barang secara keseluruhan.
2. Biaya operasional yang tinggi: Biaya operasional yang tinggi merupakan masalah umum di pelabuhan, termasuk biaya untuk sopir, administrasi, dan

penyewaan kontainer *bed* atau *tail*. Perencanaan yang tidak efisien, penggunaan sumber daya yang tidak optimal, dan proses logistik yang rumit dapat menyebabkan peningkatan biaya operasional yang tidak perlu.

3. Emisi gas yang tinggi: Pelabuhan sering menjadi sumber utama emisi gas seperti karbon dioksida (CO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen oksida (NO_x) akibat aktivitas transportasi dan penggunaan energi.



Gambar 1.3 Tampilan *Dashboard* PortSys

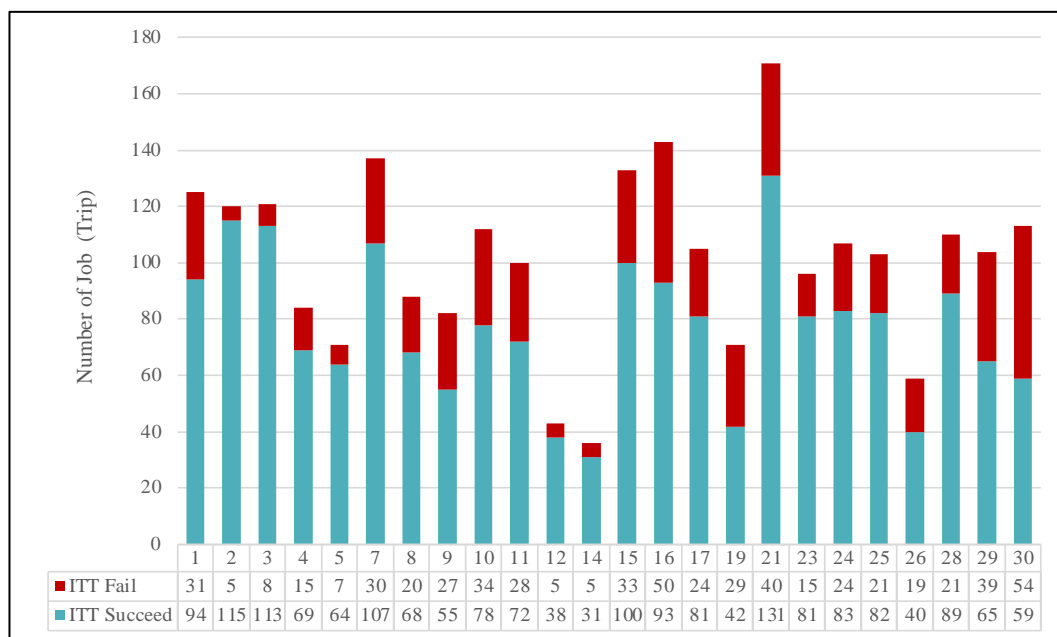


Gambar 1.4 Tampilan Menu *Assignment* PortSys

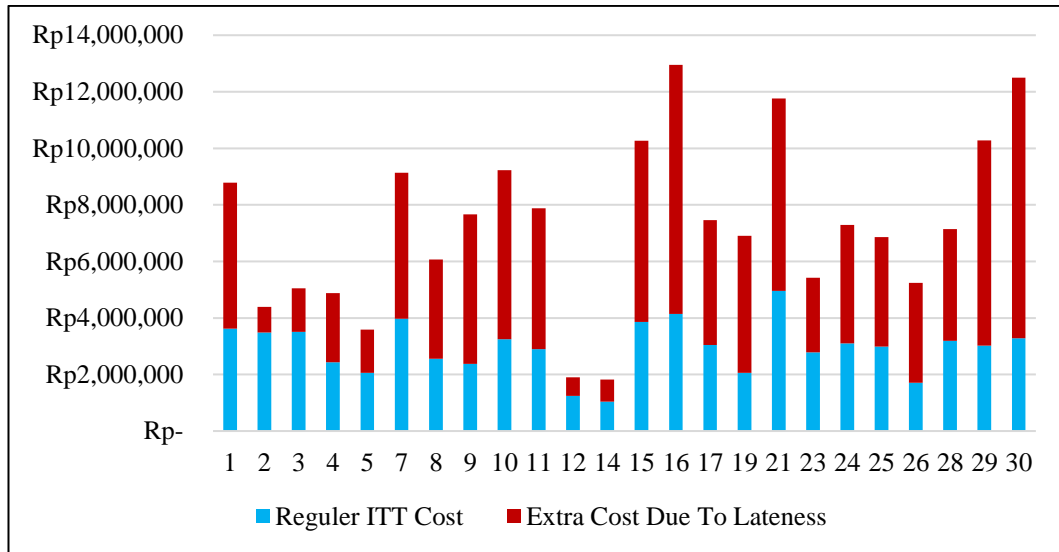
Pada Gambar 1.3 dan Gambar 1.4 merupakan platform PortSys, yaitu sistem yang digunakan oleh Northport untuk mengelola proses ITT. Platform ini memiliki berbagai fitur, termasuk menu *assignment* yang menampilkan daftar pekerjaan ITT untuk di eksekusi. Namun, masalah yang dihadapi adalah bahwa pekerjaan dalam daftar tersebut belum memiliki urutan dan penjadwalan yang terstruktur, sehingga

proses penugasan dilakukan secara acak. Hal ini dapat mengakibatkan inefisiensi dalam alokasi sumber daya dan peningkatan biaya operasional yang diakibatkan oleh adanya keterlambatan dalam melakukan pekerjaan ITT.

Melalui pemahaman yang mendalam mengenai permasalahan ITT di berbagai pelabuhan, terlihat bahwa penjadwalan yang efisien dan optimal sangat penting untuk mengatasi biaya keterlambatan yang tinggi. Dalam penelitian ini, pelabuhan Northport Port of Klang, sebagai salah satu pelabuhan terbesar di Malaysia, menghadapi sejumlah tantangan dalam aktivitas ITT .



Gambar 1.5 Performa *Inter-Terminal Transport* (ITT) Northport
(Sumber: Evaluasi Performa Aktivitas ITT Bulan November 2023)



Gambar 1.6 Total Biaya *Inter-Terminal Transport* (ITT) Northport
(Sumber: Evaluasi Performa Aktivitas ITT Bulan November 2023)

Berdasarkan grafik Northport ITT *Port Performance* yang disajikan pada Gambar 1.5, dapat dilihat bahwa sejumlah pekerjaan ITT mengalami kegagalan dan keberhasilan, yang menghasilkan total biaya ITT. Dari pekerjaan ITT yang gagal, terjadi pelampauan waktu kerja dan pekerjaan yang gagal harus diselesaikan dengan biaya tambahan (Gambar 1.6). Pekerjaan ITT melibatkan aktivitas pemindahan kontainer dari lokasi asal ke lokasi tujuan yang dikerjakan oleh satu buah truk dengan batasan waktu 20 menit. Setiap pekerjaan yang melebihi batas waktu ini dianggap gagal, yang berarti menimbulkan biaya tambahan dan penalti, disajikan pada Gambar 1.6. Biaya penalti keterlambatan yang diterapkan oleh Northport adalah Rp25.000 per perjalanan dan biaya operasional tambahan sebesar Rp29.000 per perjalanan yang terdiri dari biaya *driver*, biaya admin, dan biaya sewa *tail*.

Selain itu, apabila terjadi keterlambatan, maka juga akan dibebankan biaya emisi karbon. Hal itu dikarenakan Northport telah menerapkan *Green Port Policy*, apabila jumlah emisi karbon yang dihasilkan melebihi dari ambang batas yang telah ditetapkan per aktivitas, maka akan dibebankan *carbon trading policy*.

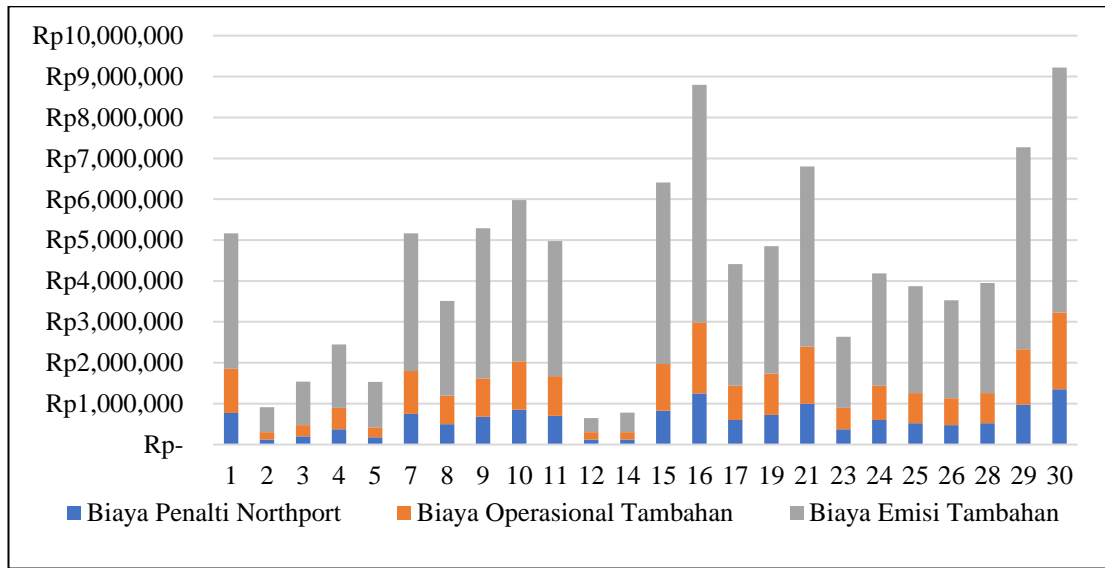
Berdasarkan dokumen “*Malaysia Stocktaking Report on Sustainable Transport and Climate Change*” terdapat kebijakan logistik yang dinyatakan oleh Kementerian Investasi, Perdagangan, dan Industri Malaysia. Kebijakan ini mencakup upaya

untuk meminimasi perjalanan kosong (*empty hauling*) dan meningkatkan efisiensi transportasi. Kebijakan ini merupakan bagian dari upaya yang lebih luas untuk mencapai transportasi yang berkelanjutan dan mengurangi emisi gas rumah kaca di sektor transportasi darat. Pada aturan kebijakan meminimasi perjalanan kosong (*empty hauling*) memiliki tujuan untuk mengurangi jumlah perjalanan kendaraan yang dilakukan tanpa muatan pada saat pengiriman barang. Dengan mengurangi *empty hauling*, maka penggunaan bahan bakar dapat diminimasi dan emisi CO₂ dapat dikurangi secara signifikan. Hal ini dapat dicapai melalui perencanaan penjadwalan yang efisien. Eliminasi *empty hauling* memiliki dampak terhadap pengurangan emisi karbon, yaitu *empty hauling* dapat mengurangi emisi CO₂ dari pengangkutan darat sebesar 42%. Hal ini karena *empty hauling* menyebabkan penggunaan bahan bakar tanpa adanya manfaat pengangkutan barang, sehingga dapat mengurangi *empty hauling* ini, emisi yang tidak perlu dapat diminimasi.

Pada aturan kebijakan meningkatkan efisiensi transportasi yang mencakup berbagai strategi untuk memastikan bahwa setiap perjalanan kendaraan dilakukan dengan cara yang paling hemat bahan bakar dan waktu, termasuk penggunaan kendaraan yang lebih efisien dan kendaraan yang hemat energi. Efisiensi transportasi yang ditingkatkan dapat memperbaiki emisi CO₂ sebesar 30%, ini mencakup berbagai inisiatif seperti perbaikan manajemen penjadwalan.

Implementasi kedua kebijakan ini berdampak terhadap upaya mencapai *green logistics*, yaitu logistik yang ramah lingkungan. *Green logistics* bertujuan mengurangi dampak negatif aktivitas logistik terhadap lingkungan, khususnya emisi gas rumah kaca. Dengan mengurangi *empty hauling* dan meningkatkan efisiensi transportasi, jumlah bahan bakar yang digunakan dapat diminimasi, sehingga menghasilkan penurunan emisi karbon yang substansial. Kebijakan ini juga sejalan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang ditetapkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) khususnya dalam hal tindakan terhadap perubahan iklim (SDG 13) dan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan (SDG 9). Besaran biaya yang ditetapkan mengikuti peraturan dari Kementerian Transportasi Malaysia, yaitu, IDR8.750,00 per menit. Angka tersebut diperoleh dari hasil kali koefisien faktor emisi untuk kendaraan diesel (sebesar 0,069 kg CO₂/MJ)

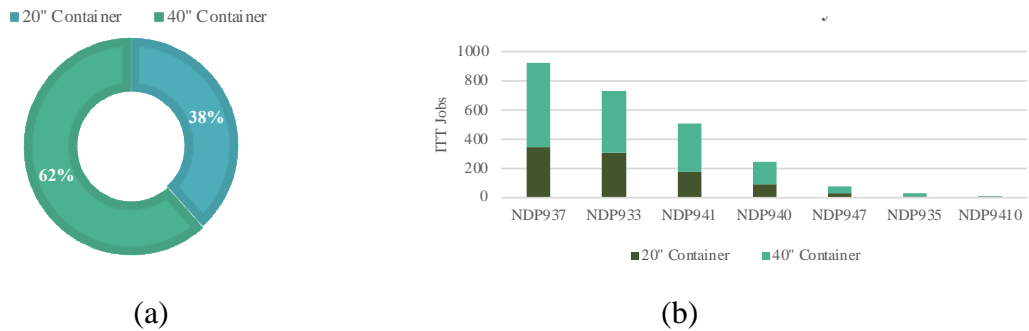
dengan nilai denda emisi sebesar RM36 / Kg CO₂/MJ. Angka tersebut kemudian dikonversi menjadi satuan rupiah (Rp).



Gambar 1.7 Biaya Keterlambatan *Inter-Teminal Transport* (ITT) Northport
(Sumber: Evaluasi Performa Aktivitas ITT Bulan November 2023)

Adanya biaya-biaya tambahan dan permasalahan tersebut diakibatkan karena adanya beberapa faktor penyebabnya yaitu:

1. Penugasan Kontainer Tunggal (*Single Container Assignment*)

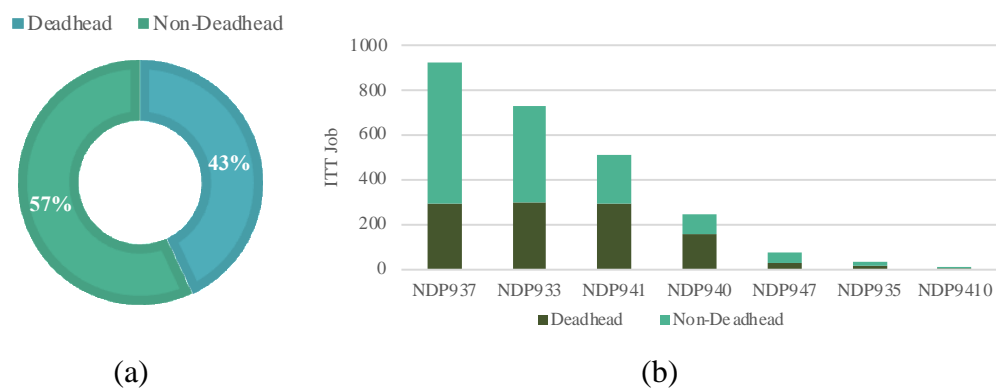


Gambar 1.8 (a) Komposisi Ukuran Kontainer dalam Aktivitas ITT; (b) Komposisi Ukuran Kontainer per Truk yang digunakan untuk ITT

Permasalahan *single container assignment* yang disajikan pada Gambar 1.6 merujuk pada tantangan dalam mengalokasikan truk untuk pengangkutan satu kontainer pada satu waktu dari satu lokasi ke lokasi lain dalam operasi ITT, masalah ini berkaitan dengan efisiensi dan efektivitas dalam menggunakan sumber daya truk (*prime movers*) dan mengatur jadwal pergerakan kontainer, isu utama pada *single container assignment* adalah mengangkut hanya satu kontainer pada satu waktu

dapat menyebabkan penggunaan sumber daya yang tidak efisien, terutama jika ada truk yang tersedia yang bisa mengangkut lebih dari satu kontainer dalam satu perjalanan. Ini dapat meningkatkan jumlah perjalanan yang diperlukan dan sebagai akibatnya dapat meningkatkan biaya keterlambatan dan emisi. Berdasarkan data pada Northport terdapat truk ITT yang tidak efisien ketika mengangkut kontainer dengan kapasitas dua puluh kaki (20') atau satu TEUs. Dalam 2.527 pekerjaan, terdapat 38% pekerjaan yang mengangkut kontainer dua puluh kaki (20'). Permasalahan ini menyoroti tantangan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan truk dalam operasi ITT, ini merupakan salah satu area fokus dalam penelitian untuk mengembangkan model optimasi yang dapat meningkatkan utilitas truk di Northport Port of Klang, Malaysia.

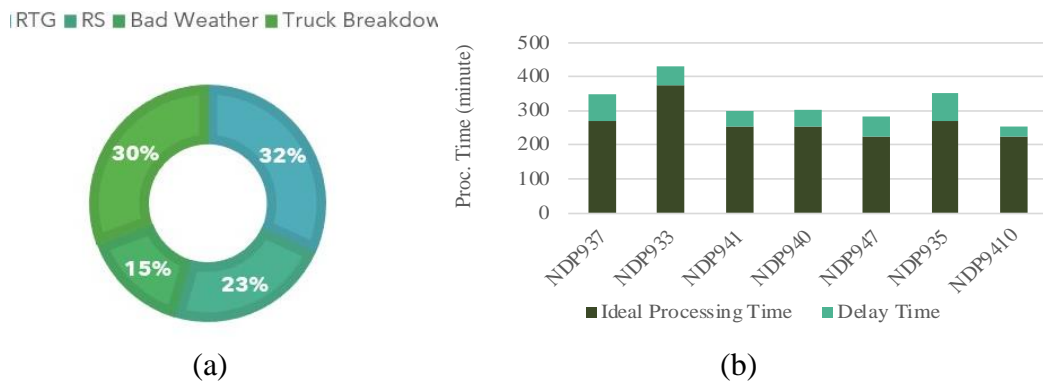
2. Perjalanan Truk Kosong (*Empty Truck Trip*)



Gambar 1.9 (a) Komposisi *Empty Trip Truck* dalam Aktivitas ITT; (b) Komposisi *Empty Trip Truck* per Truk yang digunakan untuk ITT

Empty truck trip, disebut juga *deadhead*, merupakan salah satu tantangan utama dalam operasi ITT. Kondisi ini ditandai dengan perjalanan truk dari satu lokasi ke lokasi lain tanpa membawa kontainer atau muatan, kondisi tersebut menimbulkan dampak negatif yaitu biaya keterlambatan yang meningkat, karena truk tidak terutilisasi dengan baik. Pada Gambar 1.7 menunjukkan kondisi aktual terdapat 57% dari total 2.527 pekerjaan tercatat sebagai *deadhead*, menunjukkan sebagian besar perjalanan tidak menghasilkan nilai tambah dan meningkatkan biaya keterlambatan. Biaya keterlambatan yang berkaitan dengan perjalanan ITT mencakup biaya emisi yang ditimbulkan dari penggunaan bahan bakar dan biaya tambahan yang mungkin muncul akibat penundaan atau operasi tidak efisien.

3. Penundaan Operasional (*Operation Delay*)



Gambar 1.10 (a) Komposisi Keterlambatan dalam Aktivitas ITT; (b) Komposisi Keterlambatan per Truk yang digunakan untuk ITT

Operation delay merupakan masalah signifikan dalam manajemen dan operasi ITT yang dapat memengaruhi efisiensi dan produktivitas aktivitas pelabuhan. Beberapa faktor yang menyebabkan *operation delay* yang pertama adalah tidak tersedianya *Rubber-Tyred Gantry* (RTG) dan *Reach Stacker* (RS), yaitu, *material handling* untuk memindahkan kontainer di terminal. Ketidaktersedianya peralatan ini dapat menyebabkan penundaan dalam pengambilan atau penempatan kontainer. Jika truk tiba di lokasi kontainer tetapi harus menunggu RTG atau RS yang tersedia untuk mengambil maupun menempatkan kontainer, ini akan menyebabkan waktu menganggur yang tidak produktif bagi truk tersebut. Berdasarkan hasil observasi yang disajikan pada Gambar 1.8, waktu menganggur terbesar 32% terjadi ketika truk menunggu RTG untuk mengambil kontainer di *Container Yard*, waktu menganggur tidak hanya mengurangi produktivitas tetapi juga meningkatkan biaya keterlambatan karena truk dan pengemudi tidak digunakan secara efektif.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai permasalahan ITT. Salah satunya adalah penelitian yang membahas tentang aspek operasional mengenai pengaturan rute dari truk yang ditugaskan untuk melakukan pengambilan kontainer. Fungsi tujuan yang dilakukan adalah untuk melakukan minimasi waktu keterlambatan dari proses penugasan pada aktivitas ITT. Model yang dikembangkan memperhatikan beberapa variabel, seperti kriteria keterlambatan, penugasan tunggal dan *empty truck trip*. Ramadhan melakukan pengembangan algoritma untuk melakukan penyelesaian permasalahan menggunakan Algoritma

Simulated Annealing with Normalized Acceptance Rate. Algoritma tersebut terbukti dapat menyelesaikan permasalahan dengan skala besar dalam waktu yang singkat (100 – 120 order dalam waktu 15 – 21 detik) (Ramadhan, 2023).

Penelitian mengenai *Inter-Interterminal Transport (ITT)* berikutnya menghadirkan kontribusi signifikan dalam penyelesaian permasalahan optimasi *routing* ITT di pelabuhan multi-terminal. Solusi untuk meminimasi biaya perjalanan *empty truck trip* dan *truck waiting cost*, penelitian ini mengusulkan pendekatan baru menggunakan *Cooperative Multiagent Deep Reinforcement Learning*. Metode ini melibatkan dua agen yang masing-masing fokus pada tujuan khusus, yaitu meminimasi *empty truck trip* dan *truck waiting cost*. Dengan pendekatan tersebut berhasil menyelesaikan masalah multiobjektif dengan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan Algoritma *Simulated Annealing* dan *Tabu Search*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu mengurangi *empty truck trip* dan *truck waiting cost* mencapai 22,67% dan 25,45% lebih rendah dibandingkan dengan metode *Simulated Annealing* dan *Tabu Search* (Taufik, Hyerim, & Yelita, 2021).

Penelitian dengan topik serupa dengan tujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan truk ITT di pelabuhan kontainer, dengan mempertimbangkan waktu transportasi dan konsumsi energi truk untuk meminimasi beban kerja tersisa di setiap terminal. Sebuah model telah ditingkatnya menggunakan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, dari hasil penelitian didapatkan biaya total penjadwalan truk untuk setiap periode lebih rendah dibandingkan jika tanpa penjadwalan truk pada ITT. Biaya penalti rata-rata dari penjadwalan truk hanya sebesar 12,43% dari yang tanpa penjadwalan truk, dan biaya perjalanan serta konsumsi energi yang dihasilkan oleh penjadwalan truk masing-masing adalah 14,95% dan 3,78% dari yang tanpa penjadwalan truk (Xiao Qing, 2022).

Kontribusi dalam penelitian ini adalah pengembangan model yang dapat mengakomodir multiobjektif untuk melakukan perbaikan aktivitas ITT yang ada pada Northport. Urgensi dari penelitian ini adalah belum adanya penelitian yang memperhatikan multiobjektif, meliputi aspek operasional, aspek biaya dan aspek lingkungan (*green port*). Ketiga buah kriteria tersebut dipertimbangkan dalam melakukan kegiatan ITT pada Northport. Multiobjektif yang diusulkan didukung

dengan mempertimbangkan beberapa kriteria pendukung, seperti, minimasi perjalanan truk kosong (*empty trip truck*) dan model yang dikembangkan merupakan model *Mixed Integer Linear Programming*. Algoritma Genetika, salah satu algoritma metaheuristik, dipilih untuk melakukan penyelesaian model yang dikembangkan karena merupakan permasalahan *Non-Polynomial Hard (NP-Hard)*. Algoritma Genetika dipilih karena memiliki karakteristik penyelesaian permasalahan yang mirip dengan model yang dikembangkan, dimana mencari solusi optimal berdasarkan probabilitas evolusi, dimana aktivitas pendahulu (*predecessor activities*).

I.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan model penjadwalan multi-kriteria untuk permasalahan ITT untuk meminimasi biaya keterlambatan dengan memperhatikan:
 - a. Keterlambatan pekerjaan ITT
 - b. Biaya penalti operasional (biaya sopir, biaya admin, dan biaya sewa kontainer *bed/tail*)
 - c. Biaya penalti emisi yang dihasilkan dari proses ITT
2. Bagaimana menerapkan pendekatan Algoritma Genetika dalam menyelesaikan model penjadwalan multi-kriteria untuk permasalahan ITT untuk meminimasi biaya keterlambatan?

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Melakukan pengembangan model penjadwalan multi-kriteria pada permasalahan ITT untuk meminimasi biaya keterlambatan dengan memperhatikan:
 - a. Keterlambatan pekerjaan ITT
 - b. Biaya penalti operasional (biaya sopir, biaya admin, dan biaya sewa kontainer *bed/tail*)
 - c. Biaya penalti emisi yang dihasilkan dari proses ITT
2. Menyelesaikan model penjadwalan multi-kriteria pada permasalahan ITT untuk meminimasi biaya keterlambatan dengan menggunakan pendekatan Algoritma Genetika.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini dibagi menjadi tiga yaitu, manfaat untuk peneliti, manfaat untuk universitas dan manfaat untuk *stakeholder*. Adapun manfaat untuk peneliti adalah berkontribusi dalam menghasilkan penelitian terkait pengembangan model penjadwalan truk pada permasalahan *Inter-Terminal Transport* (ITT) untuk meminimasi biaya keterlambatan. Adapun manfaat penelitian untuk universitas adalah sebagai berikut:

1. Reputasi Akademik: Publikasi ilmiah yang dihasilkan dari penelitian ini dapat meningkatkan reputasi akademik sehingga meningkatkan citra universitas sebagai pusat penelitian unggulan.
2. Peningkatan Kompetensi Peneliti dan Dosen: Melalui penelitian ini, dosen dan peneliti di universitas dapat mengembangkan keahlian baru dan meningkatkan kompetensi mereka dalam bidang transportasi dan logistik, yang bisa berdampak positif pada kualitas pengajaran dan penelitian selanjutnya.

Manfaat yang terakhir adalah manfaat untuk *stakeholder*, meliputi:

1. Memperoleh algoritma pemecahan masalah mengenai penugasan dan penjadwalan *Inter-Terminal Transport* (ITT) sehingga dapat meminimasi biaya keterlambatan.
2. Meningkatkan pelayanan kepada konsumen karena berkurangnya aktivitas yang terlambat dalam aktivitas ITT.

I.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Kapasitas truk adalah 2 TEUs.
2. Evaluasi keterlambatan dihitung berdasarkan keterlambatan kumulatif per pekerjaan.
3. Biaya operasional adalah parameter yang ditetapkan untuk setiap penugasan pekerjaan.
4. Biaya emisi dikonversi menggunakan parameter yang ditetapkan untuk setiap penugasan pekerjaan.
5. RTG dan RS diasumsikan selalu tersedia untuk melayani kegiatan transportasi antar terminal.
6. Permintaan dan lokasi penjemputan sudah diberikan.
7. Kontainer sudah diambil di Terminal Kontainer.
8. Pekerjaan dibuat tanpa mempertimbangkan kedatangan kapal.
9. Jumlah truk diketahui, statis, dan siap untuk menjalankan pesanan.
10. Tidak mempertimbangkan kondisi cuaca sebagai faktor yang memengaruhi operasional.

11. Penelitian ini mengasumsikan bahwa kapasitas *warehouse* selalu tersedia saat pengantaran kontainer, sehingga tidak ada penundaan atau penumpukan akibat keterbatasan ruang di *warehouse*.
12. Penjadwalan dalam penelitian ini hanya mencakup aktivitas ITT dan tidak terintegrasi dengan penjadwalan aktivitas lainnya di Northport.
13. Penelitian ini didasarkan pada data historis yang tersedia dan tidak mempertimbangkan variabilitas data yang mungkin terjadi akibat faktor eksternal yang tidak terduga.

I.7 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi uraian mengenai isi penelitian yang meliputi gambaran umum objek penelitian mengenai aktivitas ITT pada pelabuhan, latar belakang penelitian mengenai permasalahan dan urgensi penelitian mengenai pengembangan model ITT , perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi literatur yang relevan dengan permasalahan yang diteliti mengenai ITT , penelitian terdahulu dan dilanjutkan dengan penyusunan kerangka penelitian yang berisi tahapan pengembangan dan penyelesaian dari usulan model ITT . Tahapan selanjutnya adalah penyusunan hipotesis penelitian yang berguna untuk menguji perbedaan antara kondisi aktual dengan kondisi usulan setelah diperbaiki menggunakan model usulan. Tahapan terakhir adalah penentuan ruang lingkup penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini menjelaskan mengenai pendekatan, metode, dan teknik yang digunakan dalam mengumpulkan dan menganalisis data yang akan diolah dalam penelitian ini mengenai ITT . Pada bab ini meliputi uraian tentang jenis penelitian, tahapan penelitian, tahapan

pengembangan, dan tahapan pengujian dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini.

Bab IV Pengembangan Model dan Hasil

Pada bab ini menjelaskan proses pengembangan model optimasi penjadwalan ITT dengan algoritma genetika. Dimulai dengan evaluasi model acuan lalu formulasi rancangan model matematika. Selanjutnya, dilakukan verifikasi dan validasi model. Bab ini juga mencakup pengumpulan dan pengolahan data yang dilanjutkan dengan algoritma pencarian solusi menggunakan algoritma genetika.

Bab V Analisis Hasil

Pada bab ini berisi analisis terhadap hasil yang diperoleh dari penerapan model optimasi. Analisis dilakukan terhadap perbaikan kondisi aktual dan analisis sensitivitas model terhadap berbagai variabel. Bab ini juga membahas implikasi dari hasil analisis terhadap perusahaan, memberikan informasi mengenai dampak penerapan model optimasi.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang mencakup capaian utama dari pengembangan model optimasi penjadwalan ITT. Selain itu, saran untuk pengembangan lebih lanjut dan penerapan model dalam konteks operasional Northport juga disampaikan.