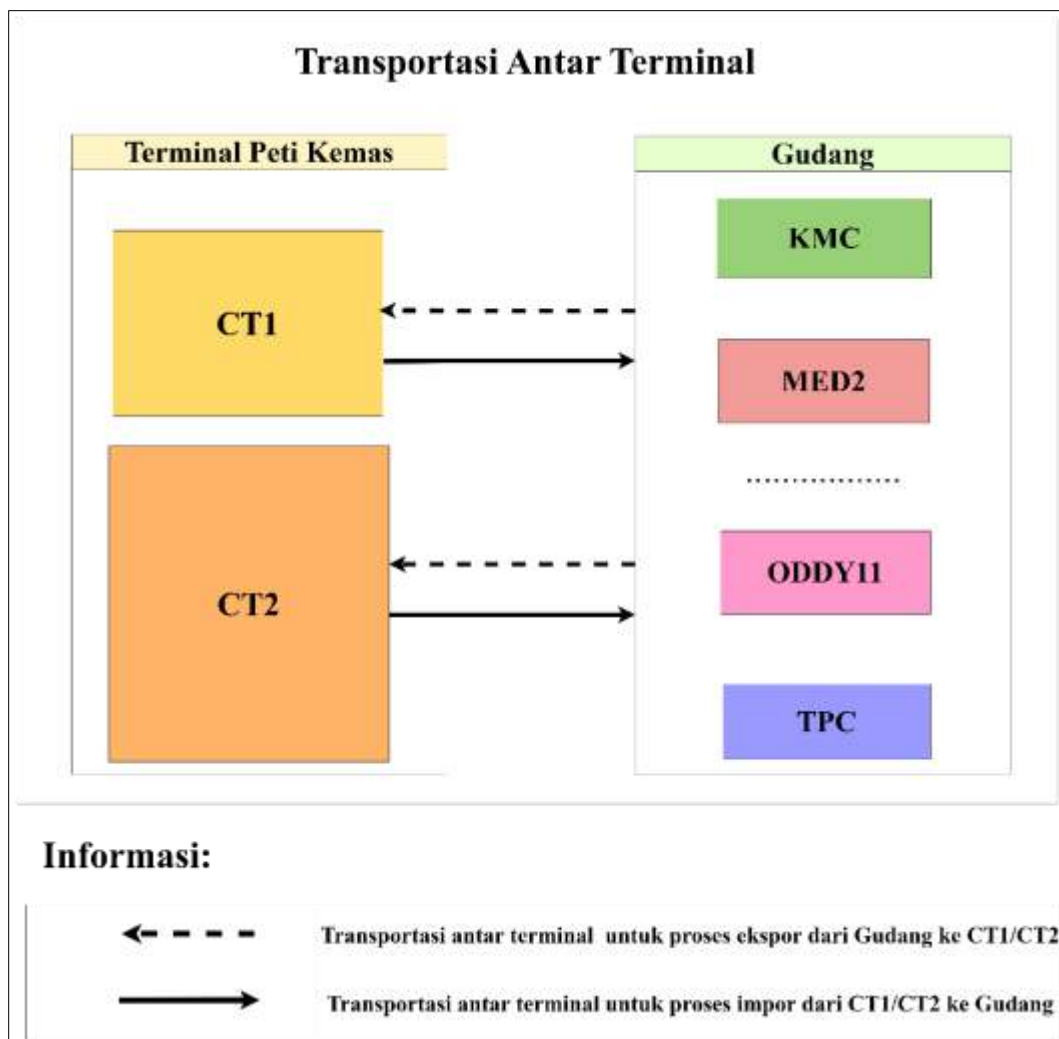


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pelabuhan Barat PT XYZ merupakan bagian penting dari Pelabuhan PT XYZ yang memiliki peran krusial dalam mendukung sistem pelabuhan nasional Malaysia, khususnya dalam penanganan peti kemas. Kegiatan utama di pelabuhan ini adalah ITT, yaitu proses pengiriman peti kemas antar lokasi di dalam pelabuhan, seperti dari terminal peti kemas ke gudang atau sebaliknya, sebagaimana yang terlihat pada gambar I.1.



Gambar I. 1 Alur Pengiriman Pada Aktivitas Transportasi Antar Terminal ITT menjadi esensial sebab setiap terminal memiliki fungsi yang berbeda-beda dan tidak selalu dilengkapi dengan semua fasilitas yang diperlukan untuk memindahkan

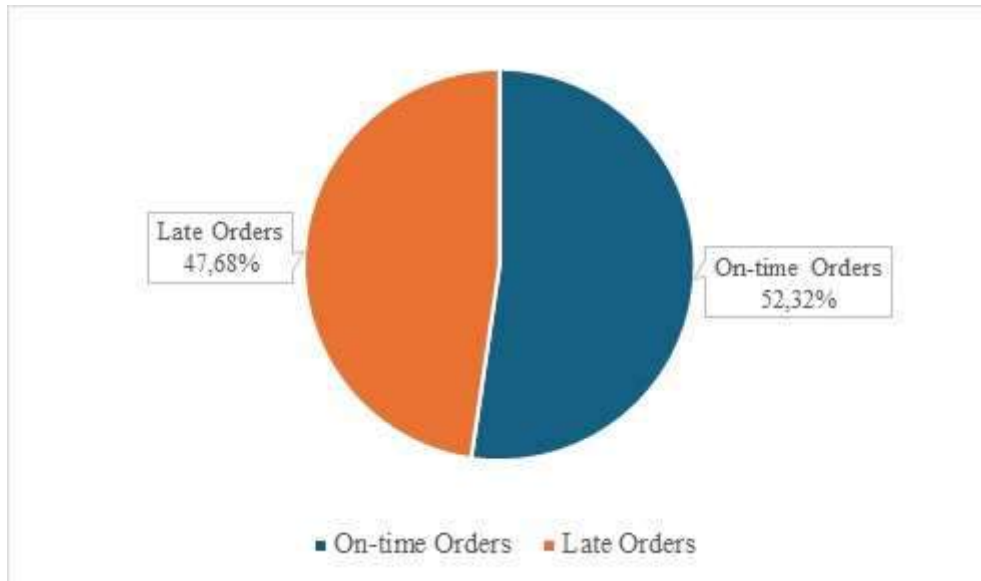
peti kemas secara efisien. Tujuan utama dari ITT adalah mengurangi keterlambatan pengiriman serta meningkatkan efisiensi transportasi antar terminal, sehingga peti kemas dapat dipindahkan dengan lebih cepat dan biaya yang lebih rendah.

Untuk menjalankan ITT, pelabuhan bekerja sama dengan perusahaan transportasi. Setiap hari, pelabuhan memberikan daftar pekerjaan kepada perusahaan transportasi, yang mencakup jumlah pesanan, lokasi pengambilan dan pengiriman, serta waktu pengiriman, seperti yang terlihat pada tabel I.1. Perusahaan transportasi kemudian menugaskan truk-truknya untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

Tabel I. 1 Daftar Pekerjaan

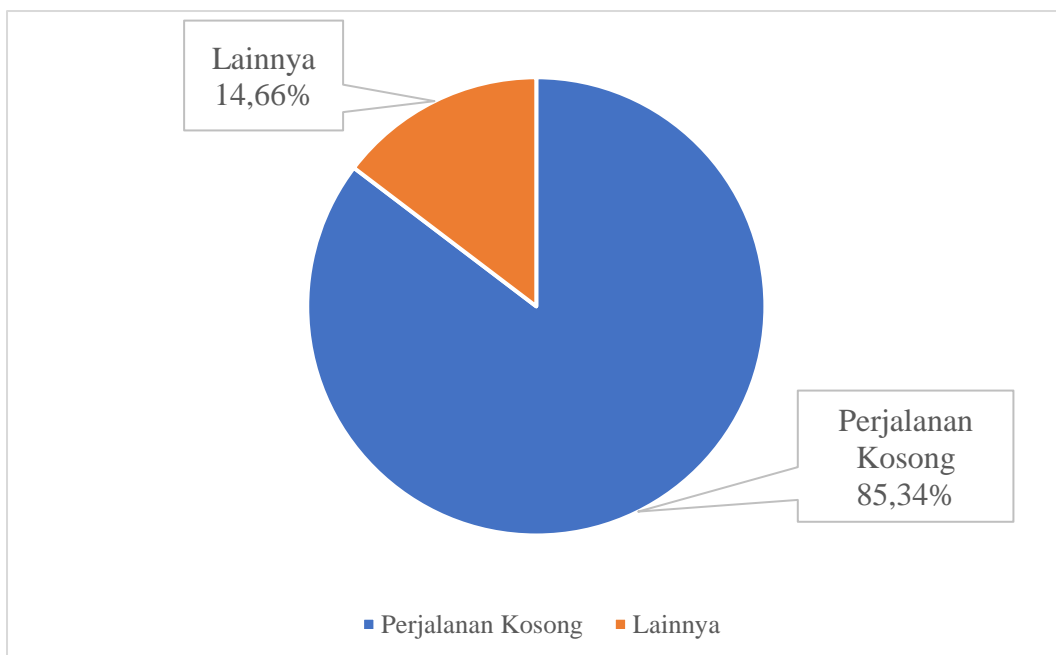
Pesanan	Tanggal dan Waktu	Indeks Truk	Lokasi Pengambilan	Lokasi Pengiriman
1	03/01/2024 09:16	PM6	CT2	KMC
2	03/01/2024 09:37	PM9	CT1	MED2
3	03/01/2024 09:40	PM7	CT2	NGD
.....
57	03/01/2024 20:19	PM5	ODDLN9	CT1
58	03/01/2024 20:32	PM4	CT2	KMC
59	03/01/2024 20:35	PM3	CT2	NWD

Meskipun sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi, data operasional Januari 2024 menunjukkan bahwa perusahaan transportasi di Pelabuhan Barat PT XYZ menghadapi tantangan besar. Sebanyak 47,68% pesanan terlambat dikirim, sebagaimana yang terlihat pada gambar I.2.



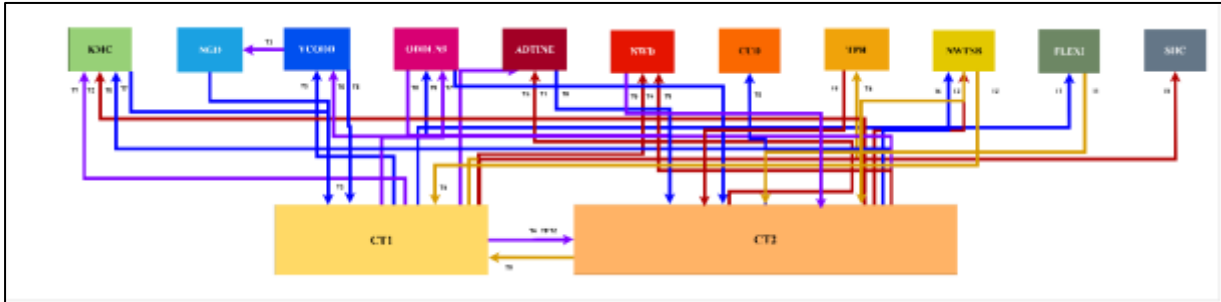
Gambar I. 2 Data Keterlambatan Bulan Januari 2024

Penyebab utama keterlambatan ini adalah tingginya persentase truk yang berjalan tanpa muatan yang mencapai 85,34%. Hal ini menunjukkan adanya ketidakefektifan dalam penugasan truk.



Gambar I. 3 Faktor Penyebab Keterlambatan

Pada tanggal 7 Januari 2024, terdapat 19 pesanan yang dijadwalkan, 6 di antaranya mengalami keterlambatan. Investigasi lebih lanjut mengungkapkan bahwa keterlambatan ini disebabkan oleh truk-truk yang ditugaskan melakukan perjalanan tanpa muatan dari satu lokasi ke lokasi lain, yang memakan waktu lebih lama daripada yang diperlukan.



Order	Truck	Origin	Destination	Start Time	Process Time	Delay Time	Empty Time	End Time	07/01/2024			
									09:20	09:40	10:00	10:20
1	PM1	CT1	FLEXI	09:00	00:19	00:00	00:00	09:19	19	0		
2	PM1	CT2	ADTINE	09:19	00:05	00:04	00:29	09:57	5	29	4	
3	PM2	CT2	NWTSS	09:00	00:27	00:02	00:05	09:34	27	5	2	
4	PM2	CT2	KMC	09:34	00:10	00:07	00:27	10:18		10	27	7
5	PM3	CT1	YCDD	09:00	00:03	00:00	00:08	09:11	3	8	0	
6	PM3	NGD	CT1	09:11	00:05	00:00	00:03	09:19	5	30		
7	PM4	CT2	NWTSS	09:00	00:27	00:00	00:01	09:28	27	0		
8	PM4	CT1	NWD	09:28	00:08	00:06	00:28	10:10		8	28	6
9	PM5	CT1	ODDLN9	09:00	00:05	00:00	00:08	09:13	5	8	0	
10	PM5	CT2	KMC	09:13	00:05	00:00	00:04	09:22		5	40	
11	PM6	TPH	CT2	09:00	00:22	00:19	00:27	10:08	22	27	19	
12	PM6	YCDD	CT1	10:08	00:03	00:00	00:04	10:15			3	40
13	PM7	KMC	CT1	09:00	00:04	00:00	00:04	09:08	4	40		
14	PM7	CT1	ODDLN9	09:14	00:06	00:00	00:00	09:20		6	0	
15	PM8	ADTINE	CT2	09:00	00:06	00:00	00:08	09:14	6	8	0	
16	PM8	CT1	SHC	09:14	00:31	00:02	00:01	09:48		31	12	
17	PM9	CT2	NWD	09:00	00:07	00:07	00:30	09:44	7	30	7	
18	PM9	CT2	CCD	09:44	00:15	00:00	00:07	10:06		15	7	0

Information:			
	Process Time	T1	Truck 1
	Empty Time	T2	Truck 2
	Delay Time	T3	Truck 3
	Start Time	T4	Truck 4
	Empty trips but no delays	T5	Truck 5
	Empty trips that cause delays	T6	Truck 6
	Order on time	T7	Truck 7
	Late orders	T8	Truck 8
		T9	Truck 9

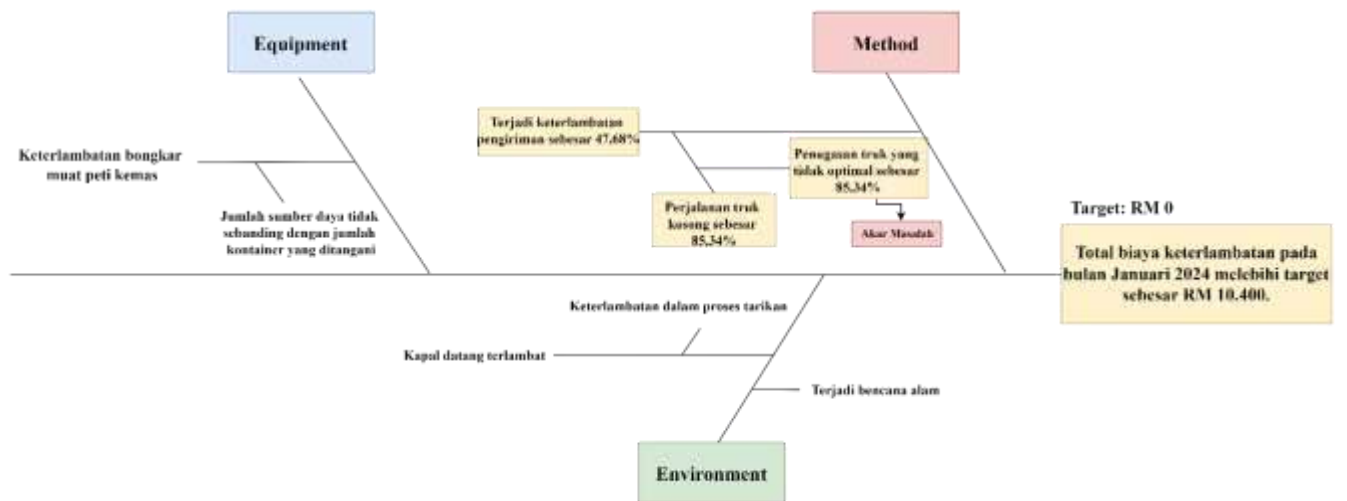
Seperti yang terlihat pada tabel I.1, truk PM1 yang telah menyelesaikan pengiriman di FLEXI ditugaskan untuk mengambil pesanan di CT2, dengan waktu tempuh perjalanan selama 29 menit. Sementara itu, ada pesanan yang siap diambil di TPH, yang justru ditugaskan ke truk PM6 yang berada di CT1, dengan waktu tempuh perjalanan selama 23 menit. Akibatnya, total waktu tempuh perjalanan kosong dari kedua truk ini mencapai 52 menit.

Jika penugasan truk dilakukan dengan lebih optimal, truk PM1 seharusnya mengambil pesanan di TPH, yang hanya membutuhkan waktu tempuh perjalanan

kosong selama 7 menit, dan truk PM6 dapat mengambil pesanan dari CT1 tanpa perlu melakukan perjalanan kosong. Dengan penugasan yang optimal, total waktu tempuh perjalanan kosong hanya 7 menit, jauh lebih efisien dari 52 menit yang terjadi dalam penugasan awal. Pola penugasan truk yang tidak optimal ini terus berulang pada pesanan lainnya, di mana truk sering kali ditugaskan ke lokasi yang jauh meskipun ada pesanan yang lebih dekat dengan lokasi terakhir. Ketidakefisienan dalam penugasan truk tersebut berkontribusi pada tingginya perjalanan kosong dan menjadi penyebab utama keterlambatan pengiriman.

Inefisiensi ini tidak hanya berdampak pada ketepatan waktu pengiriman, tetapi juga memberikan dampak pada finansial yang signifikan bagi perusahaan transportasi. Setiap keterlambatan pengiriman dikenakan biaya tambahan oleh pihak pelabuhan sebesar RM 2 per menit. Konsekuensinya, semakin lama keterlambatan terjadi, semakin besar biaya tambahan yang harus ditanggung perusahaan. Pada bulan Januari 2024, total biaya keterlambatan mencapai RM 10.400, jauh melampaui target perusahaan yang seharusnya RM 0. Tingginya persentase truk yang berjalan tanpa muatan, keterlambatan pengiriman, serta akumulasi biaya keterlambatan tersebut mencerminkan adanya ketidakefisienan dalam sistem penjadwalan truk di Pelabuhan Barat PT XYZ.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan analisis lanjutan untuk mengetahui akar permasalahan. Salah satu alat analisis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dari berbagai aspek operasional adalah diagram tulang ikan. Diagram ini memungkinkan untuk memetakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap masalah yang terjadi, dilihat dari berbagai sudut pandang, seperti metode, peralatan, dan aspek lingkungan. Seperti yang terlihat pada gambar diagram tulang ikan berikut ini.



Gambar I. 4 Diagram Tulang Ikan Penelitian

Berdasarkan gambar I.6, dapat terlihat bahwa permasalahan terbagi ke dalam tiga kategori, sebagaimana yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel I. 2 Penjelasan Diagram Tulang Ikan Penelitian

Masalah	Kategori Penyebab Masalah	Penyebab Masalah	Akar Masalah
Total biaya keterlambatan pada Bulan Januari 2024 melebihi target RM 10.400	Metode (<i>Method</i>)	Adanya perjalanan kosong truk sebesar 85,34%	Tidak optimalnya penugasan truk sebesar 85,34%
	Peralatan (<i>Equipment</i>)	Terlambat bongkar muat	Jumlah sumber daya yang tidak sebanding dengan jumlah peti kemas yang harus ditangani
	Lingkungan (<i>Environment</i>)	Terjadi bencana alam	-
		Kapal terlambat datang	Keterlambatan dalam proses <i>tugging</i>

Dari tabel di atas, dapat terlihat bahwa terdapat tiga akar masalah dalam penelitian ini, diantaranya yaitu tidak optimalnya penugasan truk sebesar 85,34%, jumlah sumber daya yang tidak sebanding dengan jumlah peti kemas yang harus ditangani. Permasalahan-permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan berbagai cara, sebagaimana yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel I. 3 Alternatif Solusi dari Akar Masalah Penelitian

Akar Masalah	Alternatif Solusi	Referensi
Tidak optimalnya penugasan truk sebesar 76,43%	Melakukan optimasi penjadwalan truk dengan menggunakan <i>simulated annealing with normalized exploration rate</i> untuk meminimasi biaya keterlambatan pengiriman.	(Ramadhan, Kamal, D, & Bae, 2023)
Jumlah sumber daya yang tidak sebanding dengan jumlah peti kemas yang harus ditangani	Menyelidiki dan mengusulkan solusi untuk perencanaan sumber daya <i>inter-terminal transportation</i> yang dapat memfasilitasi para pengambil keputusan dan operasi <i>inter-terminal transportation</i> secara efisien dengan mempertimbangkan kendaraan berawak dan tidak berawak	(Iqbal, 2015)
Keterlambatan dalam proses <i>tugging</i>	Meminimalkan total waktu layanan tertimbang dari operasi penarik selama perjalanan berlabuh ke labuh	(Kang, Meng, & Tan, 2020)

Berdasarkan penjelasan alternatif solusi usulan di atas, yang selaras dengan permasalahan dan yang menjadi fokus penelitian ini yaitu melakukan optimasi terhadap penjadwalan truk dengan menggunakan *simulated annealing with normalized exploration rate*.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan permasalahan untuk tugas akhir ini adalah “Bagaimana mengoptimalkan penjadwalan truk di Pelabuhan Barat PT XYZ untuk meminimalkan total biaya keterlambatan pengiriman peti kemas?”

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis model optimasi penjadwalan truk menggunakan *simulated annealing*

with normalized exploration rate untuk meminimalkan total biaya keterlambatan di Pelabuhan Barat PT XYZ.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Berdasarkan tujuan tugas akhir di atas, manfaat tugas akhir ini adalah sebagai berikut ini.

1. Bagi perusahaan transportasi penelitian ini dapat menurunkan total biaya akibat tidak optimalnya penugasan truk, sehingga dapat mempertahankan kelangsungan operasional jangka panjang.
2. Bagi pihak Pelabuhan Barat PT XYZ, penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi operasional melalui optimasi penjadwalan truk dan meningkatkan daya saing pelabuhan dalam sistem pelabuhan nasional Malaysia.
3. Bagi peneliti, penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang penerapan model *simulated annealing with normalized exploration rate* dalam konteks optimasi penjadwalan truk di Pelabuhan Barat PT XYZ.

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

I.5.1 Batasan Tugas Akhir

Untuk menjaga fokus dan ruang lingkup penelitian agar tetap sesuai dengan tujuan tugas akhir, maka batasan-batasan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Setiap pesanan harus terpenuhi.
2. Waktu pengiriman pesanan berikutnya tidak lebih awal dari waktu pengiriman pertama. Hal ini untuk memastikan bahwa urutan pengiriman tetap berada dalam urutan yang logis berdasarkan waktu pengiriman pertama.
3. Setiap pesanan dikirim tidak lebih awal dari jendela waktu pengiriman paling awal yang telah ditetapkan sebelumnya.
4. Setiap pesanan akan dilakukan sekali oleh satu truk. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya duplikasi pesanan.
5. Pesanan i akan diambil oleh truk j . Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap pesanan akan dialokasikan dengan benar ke truk yang tepat.
6. Truk dari posisi awal i tidak dapat kembali ke posisi awal yang lainnya. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa setelah truk berangkat dari posisi awal,

truk harus menyelesaikan perjalanannya tanpa kembali ke posisi awal lainnya, sekaligus mencegah terjadinya perjalanan bolak-bolak ke titik awal yang berbeda.

7. Apabila waktu pengiriman pesanan lebih besar dari batas maksimum waktu pengiriman, maka pesanan akan dikatakan terlambat, begitupun sebaliknya.

I.5.2 Asumsi Tugas Akhir

Asumsi merupakan anggapan yang diyakini kebenarannya oleh peneliti dan menjadi landasan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah waktu paling awal untuk peti kemas siap sama dengan waktu pengiriman pesanan sebelumnya.

I.6 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan

Bab ini memberikan penjelasan terkait latar belakang penelitian yang mencakup pula penjelasan tentang masalah yang dihadapan pi oleh Pelabuhan Barat PT XYZ, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta batasan dan asumsi penelitian. Tidak hanya itu, bab ini pun membahas terkait sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang dipilih dan dibahas berdasarkan temuan dari referensi seperti buku, penelitian terdahulu, jurnal, dan beberapa sumber lainnya yang dapat digunakan dalam desain dan penyelesaian masalah. Selain itu, bab ini pun menyertakan pemilihan metode optimasi untuk menyelesaikan masalah antara kondisi aktual dan target masalah pada Pelabuhan Barat PT XYZ, seperti *scheduling problem*, *truck scheduling problem*, *inter-terminal transportation*, penyelesaian masalah penjadwalan truk, pemilihan metode, dan penelitian terdahulu.

Bab III Metodologi Penyelesaian Masalah

Bab ini memberikan penjelasan rinci terkait metodologi penelitian yang akan digunakan penulis untuk melakukan penelitian pada permasalahan Pelabuhan Barat PT XYZ. Pada bab ini pula dibahas terkait kerangka berpikir yang mencakup model konseptual mengenai teori yang berkaitan dengan berbagai faktor penting. Dijelaskan juga terkait sistematika penyelesaian masalah dari tahap awal hingga akhir untuk mencapai tujuan penelitian.

Bab IV Perancangan Sistem Optimasi Penjadwalan Truk

Bab ini memberikan penjelasan rinci terkait spesifikasi rancangan yang ditentukan berdasarkan data aktual dengan tahapan yang telah dijelaskan pada sistematika perancangan. Tidak hanya itu, bab ini pun berisi penjelasan terkait pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian, pengolahan data untuk mencapai tujuan dari penelitian, verifikasi dan validasi terkait hasil dari penelitian.

Bab V Analisis

Bab ini memberikan penjelasan rinci terkait analisis hasil pengolahan data yang sudah dilakukan pada Bab IV Perancangan Sistem Simulasi. Analisis yang dilakukan dengan membandingkan kondisi aktual dengan hasil penelitian menggunakan metode yang telah ditentukan serta implikasi manajerial yang menjelaskan mengenai saran yang dirujukkan untuk pihak yang terkait dalam konteks manajemen.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini memberikan penjelasan rinci terkait dengan kesimpulan terhadap hasil yang telah dihitung dan dianalisis pada penelitian yang dilakukan. Selain itu, pada bab ini juga dilakukan pengajuan saran bagi perusahaan sebagai solusi perbaikan untuk perusahaan.