

**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA FASILITAS DAN PERALATAN
PELABUHAN DENGAN DAYA LALU (*TROUGHPUT*) DI TERMINAL
PETIKEMAS *NEW* MAKASSAR TERMINAL 2**

**GITA ANGELA RIYANTI
D081191039**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA FASILITAS DAN PERALATAN
PELABUHAN DENGAN DAYA LALU (*TROUGHPUT*) DI TERMINAL
PETIKEMAS *NEW* MAKASSAR TERMINAL 2**

GITA ANGELA RIYANTI
D081191039

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana
Teknik Kelautan

Pada

Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

SKRIPSI

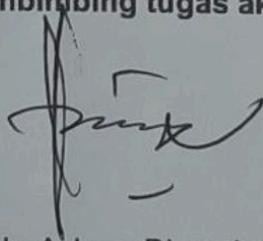
**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA FASILITAS DAN PERALATAN
PELABUHAN DENGAN DAYA LALU (TROUGHPUT) DI TERMINAL
PETIKEMAS NEW MAKASSAR TERMINAL 2**GITA ANGELA RIYANTID081191039

Skripsi

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknik Kelautan pada
26/11/24 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Teknik Kelautan
Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,



Dr. Ir. Ashury Djamaluddin, ST., MT.,
NIP. 19740318 200604 1001

Mengetahui:
Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.,
NIP. 19750605 200212 1 003

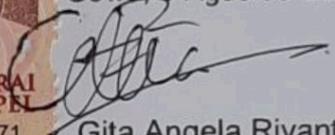
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "**Analisis Hubungan antara Fasilitas dan Peralatan Pelabuhan dengan Daya Lalu (*Troughput*) di Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2**" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Ir. Ashury Djamaluddin, ST., MT., sebagai Pembimbing Utama). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.



Gowa, 9 Agustus 2024


Gita Angela Riyanti
D081191039

UCAPAN TERIMA KASIH

Salam Sejahtera

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena berkat anugrah dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dengan judul:

“Analisis Hubungan antara Fasilitas dan Peralatan Pelabuhan dengan Daya Lalu (Troughput) di Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2”

Teristimewa penulis haturkan terima kasih kepada orang tua penulis **Bapak Gunawan Pati** dan **Ibu Mariana**, telah berjuang dan terus mendoakan serta mengusahakan melakukan apapun untuk anaknya bisa berada di titik lebih darinya, selalu memberikan doa, motivasi, nasehat, serta kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah penulis sampai tahap skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih kepada serta saudara **Lisa Riyanti, Amd. TI** yang menjadi *role model* dan sahabat bagi penulis, yang senantiasa mendoakan, menemani, memotivasi penulis dalam segala situasi, serta menghibur penulis dengan video-video lucu yang dikirimkan setiap harinya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi initelah banyak pihak yang membantu dalam bentuk apapun itu. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada semuapihak dengan segala keikhlasannya yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. **Dr. Ir. Ashury Djamaluddin, ST., MT.**, selaku dosen Pembimbing sekaligus kepala laboratorium Laboratorium Rekayasa dan Manajemen Pelabuhan Departemen Teknik Kelautan. Terima kasih atas segala keikhlasannya yang telah meluangkan waktu dan pikiran, kesabaran, ketulusannya serta dukungan tak terhitung dalam mengarahkan, memberikan bimbingan, bantuan dan motivasi serta masukan-masukan kepada penulis sampai dengan hari ini.
2. **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.**, selaku dosen penguji, penasihat akademik (PA) selama menjadi mahasiswi Teknik Kelautan, sekaligus Ketua Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah mengesahkan skripsi ini.
3. **Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.** selaku dosen penguji yang telah memberikan kritikan serta saran yang membangun demi perbaikan skripsi ini.
4. Seluruh **Dosen-Dosen Departemen Teknik Kelautan** yang telah memberikan pengalaman dan pengetahuannya kepada penulis selama proses perkuliahan.
5. **Staf Administrasi Departemen Teknik Kelautan** yang telah membantu segala aktivitas administrasi selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh **pegawai Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2** yang sangat membantu dan memberikan kesempatan serta pengetahuan kepada penulis pada saat melaksanakan penelitian.

7. Sahabat-sahabat penulis sejak kecil **Marshela Irene Imanuella, Priskila Fashelita, dan Putri Revalina** yang selalu meluangkan waktu disela-sela kesibukan masing-masing untuk menemani, menghibur, mendengarkan penulis, memotivasi serta memberi semangat yang tak henti-hentinya.
8. Sahabat-sahabat penulis **Abigael Simon, Anggita Pandari, dan Febi Yolanda Bulo'** yang telah menjadi saudara bagi penulis, yang selalu memberi motivasi dan dukungan kepada penulis.
9. Sahabat sekaligus kakak-kakak **Lorince Mapada, Jessy Patari, Priskila Meriana, dan Margaretha Sariayu** yang telah memberikan kebahagiaan, dukungan, dalam segala hal selama ini, dan menjadi sosok kakak yang baik bagi penulis.
10. Saudara-saudara *Growing Cell* Adulam **David Tangdilintin, Sintia, Agris, David, Elvis, Dion, Arman, Nasrit, dan Farel** yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis **Angelie, Arya, Anjali, Fia, Adam, Anisa, Inu, Faiz, Ridho, Alfian, Wawan, Faidel, Haekal, dan Yoga** sebagai **Asisten Laboratorium Fisika Dasar 2019** yang selalu mendukung dan menghibur penulis dengan cara yang berbeda, serta cerita-cerita yang menginspirasi penulis
12. **Teman-teman Mahasiswa Teknik Kelautan 2019** yang telah menjadi keluarga penulis selama perkuliahan yang membersamai waktu yang telah kita lalui bersama dalam suka dan duka, selalu memberikan motivasi dan dukungannya membantu penulis hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Teman-Teman **Labo Pelabuhan** yang selalu memberikan semangat, hiburan, canda tawa serta waktu yang diluangkan untuk selalu berkumpul Bersama. Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk seluruh bantuan yang telah diberikan.

Terima kasih

Penulis,

Gita Angela Riyanti

ABSTRAK

GITA ANGELA RIYANTI. **Analisis Hubungan antara Fasilitas dan Peralatan Pelabuhan dengan Daya Lalu (*Throughput*) di Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2** (dibimbing oleh Ashury Djamaluddin).

Salah satu faktor penting yang diperhatikan dalam operasional dan pengembangan pelabuhan adalah *throughput*. Pemerintah menetapkan standarisasi daya lalu suatu pelabuhan untuk memastikan setiap pelabuhan tetap beroperasi dengan efektif. *Throughput* merupakan jumlah muatan dan kapal yang dapat ditangani pelabuhan dari waktu ke waktu. Penilaian yang sangat penting dalam produktivitas suatu terminal bahkan pelabuhan, hal ini dipengaruhi oleh jumlah dan jenis alat angkut dan angkat yang digunakan. Dalam tugas akhir ini dibangun model perhitungan yang dapat menghubungkan fasilitas dan peralatan pelabuhan dengan *throughput*. Model perhitungan kemudian dikembangkan untuk mengetahui kekurangan kapasitas pelabuhan dan mencari solusi untuk menyelesaikan masalah. Model juga dikembangkan untuk mendapatkan persamaan matematis dengan bentuk

$Y = C + a * LD + \beta * \text{jumlah box} - \lambda * (\text{NOT} + \text{IT})$ menggunakan pendekatan analisis regresi linier berganda. Dimana Y adalah *throughput*, C adalah konstanta, a, β, λ adalah koefisien variabel, LD adalah variabel panjang dermaga, jumlah box adalah banyaknya petikemas yang dibongkar/muat dalam satu kapal, dan (NOT+IT) adalah waktu tidak beroperasi kapal di tambatan.

Kata kunci: *throughput*; fasilitas; peralatan; kinerja pelabuhan; model persamaan

ABSTRACT

GITA ANGELA RIYANTI. *Analysis of Correlation between Port Facilities and Equipment with Throughput at New Makassar Terminal 2* (supervised by Ashury Djamaluddin).

*One crucial factor in the operation and development of a port is throughput. The government establishes throughput standards for a port to ensure that each port continues to operate effectively. Throughput refers to the volume of cargo and the number of ships that a port can handle over time. This is a critical measure of productivity for a terminal and even a port, influenced by the number and types of handling and lifting equipment used. In this thesis, a calculation model is developed to connect port facilities and equipment with throughput. The model is then used to identify the port's capacity deficiencies and to find solutions to address these issues. The model is also developed to derive a mathematical equation of the form $Y = C + a * LD + \beta * TGH - \lambda * (NOT+IT)$ using a multiple linear regression approach. Here, Y represents throughput, C is the constant, a, β , λ are the variable coefficients, LD is the dock length variable, TGH is productivity, and (NOT+IT) is the non-operational time of ships at the dock.*

Keywords: throughput; facilities; equipment; port performance; equation model

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
PERNYATAAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	9
1.3. Batasan Masalah	9
1.4. Manfaat Penelitian	9
1.5. Landasan Teori.....	9
1.5.1. Fasilitas Pelabuhan	9
1.5.2. Kegiatan Bongkar Muat	11
1.5.3. Fasilitas Bongkar Muat	12
1.5.4. Terminal Petikemas	16
1.5.5. Petikemas	17
1.6. Daya Lalu (<i>Throughput</i>).....	18
1.6.1. <i>Berth Throughput</i> (BTP),	18
1.6.2. <i>Shed Throughput</i> (STP)	19
1.6.3. <i>Throughput</i> Terminal	19
1.6.4. Pembagian Waktu Kapal di Pelabuhan	19
BAB II. METODE PENELITIAN.....	22
2.1. Jenis Penelitian.....	22
2.2. Waktu dan Tempat.....	22
2.3. Teknik Pengumpulan Data.....	22
2.4. Prosedur Penelitian.....	22
BAB III. HASIL	25
3.1. Gambaran umum Pelabuhan <i>New Makassar</i>	25
3.1.1. Profil Perusahaan	25
3.1.2. Visi dan Misi Perusahaan	25
3.1.3. Struktur Perusahaan	25
3.1.4. Tugas, Fungsi dan Nilai	27
3.1.5. Fasilitas Bongkar Muat	28
3.1.4. Alat Bongkar Muat	29
3.2. Data Penelitian.....	32

3.2.1 Prosedur pengumpulan Data	32
3.3. Data Kunjungan Kapal dan Produksi Terminal.....	32
3.3.1. <i>Troughput</i> Lapangan Penumpukan	32
3.4. Kinerja dan Penilaian Kinerja Terminal Petikemas.....	33
3.5. Forecasting Kebutuhan Produksi Terminal	34
3.6. Model Perhitungan.....	34
3.7. Pembuatan Model Matematis Persamaan	35
3.8. Validasi Model Perhitungan	37
3.8.1 Uji Korelasi Ganda	37
3.8.2 Uji Koefisien Regresi secara Bersama-sama (Uji F)	38
3.8.3 Uji Koefisien Regresi Secara Parsial (Uji T)	38
3.9. Output Model Persamaan	40
BAB IV. PENUTUP	41
4.1. Kesimpulan	41
4.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data kinerja Pelabuhan Januari-Juni 2024.....	33
Tabel 2 Kriteria Nilai R <i>Square</i>	37
Tabel 3 Hasil Uji Regresi.....	37
Tabel 4 <i>Analysis of varians</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Proses Bongkar Muat.....	12
Gambar 2. <i>Container Crane</i>	13
Gambar 3. <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i>	14
Gambar 4. <i>Reach Stacker</i>	14
Gambar 5. <i>Head Truck</i>	15
Gambar 6. <i>Forklift</i>	16
Gambar 7 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 8 Dermaga.....	28
Gambar 9 <i>Container Yard</i>	29
Gambar 10 <i>Container crane</i>	30
Gambar 11 <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>	30
Gambar 12 <i>Head Truck</i>	31
Gambar 13 <i>Reach Stacker</i>	31
Gambar 14 Grafik <i>Throughput</i>	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data bongkar muat bulan Januari	44
Lampiran 2 Data bongkar muat bulan Februari.....	47
Lampiran 3 Data Bongkar Muat Bulan Maret	49
Lampiran 4 Data bongkar muat bulan April.....	52
Lampiran 5 Data bongkar muat bulan Mei	54
Lampiran 6 Data bongkar muat bulan Juni	57
Lampiran 7 <i>Summary Output</i>	60
Lampiran 8 Hasil Uji T LOA dengan <i>throughput</i>	61
Lampiran 9 Hasil Uji T Jumlah Box dengan <i>throughput</i>	62
Lampiran 10 Hasil Uji T Variabel LOA Kapal	63

DAFTAR ISTILAH

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
BOR	<i>Berth Occupation Ratio</i>
BT	<i>Berthing Time</i>
CC	<i>Container Crane</i>
CY	<i>Container Yard</i>
ET	<i>Effective Time</i>
IT	<i>Idle Time</i>
LOA	<i>Length Overall</i>
RTG	<i>Rubber Tyred Gantry</i>
TEU's	<i>Twenty Feet Equivalent Units</i>
TT	<i>Traktor Terminal</i>
UTC	<i>Unit Terminal Container</i>

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sektor pelabuhan merupakan komponen fundamental dalam aktivitas perdagangan internasional, dengan kontribusi mencapai 80 persen dalam perpindahan komoditas antar wilayah melalui jalur laut. Pengembangan sistem pelabuhan yang unggul dan efisien akan berdampak langsung pada peningkatan daya saing ekonomi serta konektivitas di tingkat nasional maupun internasional. Namun data menunjukkan bahwa kapasitas pelabuhan di Indonesia masih membutuhkan optimalisasi. Merujuk pada *Global Competitiveness Report 2019*, Indonesia berada pada posisi ke-61 dari 141 negara dalam aspek kualitas infrastruktur pelabuhan. Posisi ini bahkan menjadi yang terendah bila dibandingkan dengan moda transportasi lainnya di Indonesia, dimana infrastruktur jalan berada di posisi 60, kereta api di posisi 19, dan transportasi udara di posisi 56 (Wiko *et al.*, 2023).

Pada negara kepulauan seperti Indonesia, pelabuhan menjadi pintu gerbang utama bagi arus barang pada suatu wilayah. Pada pelabuhan terjadi interaksi antara moda transportasi darat dan transportasi laut, dalam bentuk pertukaran barang baik curah maupun kemasan. Untuk itulah dalam perencanaan ,suatu pelabuhan harus memperhatikan semua aspek dari sisi darat maupun laut (Christino, 2019).

Menurut UU No. 17 Tahun 2008 Bab I Pasal 1 ayat 16, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra-dan antar moda transportasi.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 61 tahun 2009 tentang Kepelabuhanan, Pasal 1, ayat 2 dan Peraturan Pemerintah Nomor No. 31 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Pelayaran, Pasal 1 ayat 8, Kepelabuhanan adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan fungsi pelabuhan untuk menunjang kelancaran, keamanan, dan ketertiban arus lalu lintas kapal, penumpang dan atau barang, keselamatan dan keamanan berlayar, tempat perpindahan intra dan atau antar moda serta mendorong perekonomian nasional dan daerah dengan tetap memperhatikan tata ruang wilayah (Nur, Khaerat Nur, *et al*, 2016).

Menurut Christino (2019), petikemas (*container*) adalah suatu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali, dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada didalamnya (Affiat, dkk, 2021). Dalam penentuan kebutuhan fasilitas, perlu diketahui perbandingan antara jumlah peti kemas 20 feet dan 40 feet. Hal ini diperlukan karena produktivitas alat bongkar muat memiliki satuan *moves/hour* sedangkan dalam perhitungan kebutuhan fasilitas, satuan yang digunakan dalam TEUs. Perbandingan jumlah peti kemas 20 feet dan 40 feet biasa disebut *TEU-factor*, dimana besarnya berbeda-beda untuk tiap terminal, tergantung dari data statistik muatan yang ada.

Terminal petikemas merupakan terminal di mana dilakukan pengumpulan peti kemas dari hinterland ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke tempat tujuan ataupun terminal peti kemas (Unit Terminal Container disingkat secara umum "UTC"). Dan untuk Peti kemas sendiri adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan International Organization for Standardization (ISO) sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa digunakan diberbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk peti kemas, kereta api dan kapal petikemas laut (Dewi, 2020).

Terminal peti kemas adalah penghubung antara berbagai moda transportasi dalam rantai logistik global; oleh karena itu terminal peti kemas sangat penting bagi efisiensi seluruh rantai tersebut. Secara umum, efisiensi dalam hal aktivitas bongkar-muat peti kemas dapat dinyatakan dengan rasio jumlah TEU terhadap waktu dan biaya operasional. TEU adalah satuan kapasitas kargo untuk menggambarkan kapasitas kapal peti kemas dan terminal peti kemas. Satuan ini didasarkan pada volume kontainer intermodal sepanjang 20 kaki (6,1 m), sebuah kotak logam berukuran standar yang dapat dengan mudah dipindahkan antara berbagai moda transportasi. Moda transportasi darat membutuhkan sejumlah luas lahan, yang merupakan salah satu faktor kunci untuk menentukan kapasitas pelabuhan itu sendiri dan bagaimana sistem operasional dapat diterapkan. Untuk memenuhi efisiensi, perencanaan tata ruang perlu dilakukan di area lahan untuk meningkatkan keselamatan aktivitas bongkar-muat peti kemas (Rosalynd and Sitorus, 2017).

Kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal adalah kegiatan yang meliputi *stevedoring*, *cargodoring* dan *receiving/delivery* di pelabuhan. Sistem *stevedoring* adalah membongkar barang dari kapal ke dermaga/tongkang/truk atau memuat barang dari dermaga/tongkang/truk ke dalam kapal sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat. *Cargodoring* adalah melepaskan barang dari tali/jala-jala (*ex tackle*) di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan atau sebaliknya. Sistem *receiving/delivery* adalah memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun di atas kendaraan di pintu gudang/lapangan penumpukan atau sebaliknya (Putra, *et al*, 2019).

Transportasi laut terkhusus untuk pengiriman barang dan muatan, telah ada perubahan system yang sangat membantu, yaitu dengan adanya peti kemas (*container*) yang telah menjadi salah satu cara baru. Bongkar muat adalah kegiatan perpindahan barang dari moda transportasi laut ke moda transportasi darat atau sebaliknya. Seiring berjalannya waktu, karena penggunaan yang meningkat drastis mengakibatkan sebuah kendala yang terjadi di Pelabuhan. Kendala yang dimaksud adalah penumpukan peti kemas yang sangat banyak di Pelabuhan. Alasan terjadinya kendala ini juga banyak penyebabnya, antara lain diakibatkan alur sistem bongkar muat yang kurang efisien, juga bisa diakibatkan alat yang kurang memadai untuk melakukan pelaksanaan bongkar muat dari atau ke dalam kapal (Ignatius *et al*, 2022).

Petikemas didefinisikan sebagai kargo dari peralatan transportasi yang bersifat permanen dan cukup kuat untuk penggunaan berulang, dirancang khusus untuk memfasilitasi pengangkutan kargo dengan satu atau lebih sarana pengangkut tanpa

pemuatan ulang. Ini dirancang untuk keamanan muatan dan siap ditangani, memiliki perlengkapan sudut untuk untuk tujuan ini. Luas permukaan kotaknya antara empat sudut luar setidaknya 14 m^2 (Djamaluddin, A. 2023).

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Nina Oktaviani (2014) mengenai “Analisis Hubungan antara Fasilitas dan Peralatan dengan Daya Lalu (*Throughput*), Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya”. Pada penelitian ini, dibangun model perhitungan yang dapat menghubungkan fasilitas dan peralatan pelabuhan dengan *throughput*, dengan tujuan mengetahui apakah pengaruh penambahan faktor *throughput* di terminal berpengaruh positif, negatif, atau tidak mempengaruhi. Sampel terminal yang digunakan adalah Terminal Jamrud. Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh selisih *throughput* model dengan kenyataan adalah 0.02% untuk Jamrud Internasional, dan 4% untuk Jamrud Domestik. Model perhitungan kemudian dikembangkan untuk mengetahui kekurangan kapasitas pelabuhan dan mencari solusi untuk menyelesaikan permasalahan. Hasil pengembangan model diperoleh solusi penambahan 3 unit HMC di Terminal Jamrud Utara dan Jamrud Selatan, dan mengurangi jam istirahat menjadi 1 jam tiap shift. Dari perhitungan investasi juga dilakukan perhitungan untuk mengetahui penambahan *throughput* untuk setiap Rp.1 investasi. Model juga dikembangkan untuk mendapatkan persamaan matematis dengan bentuk $Y = C + \alpha * LD + \beta * TGH - \lambda * (NOT+IT)$ menggunakan pendekatan analisis regresi linier berganda. Dimana Y adalah *throughput*, C adalah konstanta, α, β, λ adalah koefisien variabel, LD adalah variabel panjang dermaga, TGH adalah produktifitas, dan (NOT+IT) adalah waktu tidak beroperasi kapal di tambatan. Dari validasi model persamaan dengan model perhitungan diperoleh error sebesar 0.42%.

Atika Kamilia (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Pembangunan Model Prediksi *Container Throughput* Volume Dengan Mempertimbangkan Indikator Ekonomi Menggunakan *Artificial Neural Network* (Studi Kasus: Terminal Petikemas Semarang, Indonesia) mengkaji mengenai penggunaan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi container throughput volume pada Terminal Petikemas Semarang (TPKS) dengan mempertimbangkan beberapa indikator perekonomian yang ada di Indonesia seperti PDB, populasi dan juga inflasi. Hasil penelitian ini berupa model prediksi container throughput volume dengan MAPE terbesar adalah 24,27% dan MAPE terkecil adalah 0,07% pada data pelatihan sedangkan MAPE terbesar pada data pengujian adalah 12,29% dan MAPE terkecil adalah 0,33%. Secara keseluruhan perbandingan antara volume *container throughput* aktual dan output ANN menunjukkan kecocokan yang cukup baik meskipun masih terdapat *error* yang cukup besar pada beberapa data. Setelah dilakukan konfirmasi, hasil *output* tersebut masih dapat diterima dan menjadi referensi dalam pembuatan kebijakan perusahaan kedepannya. Adapun hasil prediksi volume *container* untuk bulan agustus adalah 43.645 TEUs, dan 46,065 TEUs pada bulan september.

Imat Rakhmatillah & Lira Agusinta (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Kinerja Terminal Melalui Mediasi *Throughput* Dermaga di Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Priok” mengkaji tentang pengaruh antara kunjungan kapal dan *draught* kapal dengan kinerja terminal melalui *throughput* dermaga. Hasil uji hipotesis yang dilakukan pada struktur model-1 diketahui bahwa secara simultan variabel kunjungan kapal,

draught kapal dan *throughput* dermaga berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap kinerja terminal. Hasil uji hipotesis yang dilakukan pada struktur model-2 diketahui bahwa secara simultan variabel kunjungan kapal dan *draught* kapal berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap kinerja terminal. Pada struktur model-2 secara parsial pada variabel kunjungan kapal dan *draught* kapal berpengaruh secara tidak langsung secara positif dan signifikan terhadap kinerja terminal dengan mediasi *throughput* dermaga. Hasil penelitian secara keseluruhan terdapat pengaruh positif dan signifikan antara kunjungan kapal dan *draught* kapal terhadap *throughput* dermaga. Terdapat juga pengaruh positif dan signifikan antara kunjungan kapal, *draught* kapal dan *throughput* dermaga terhadap kinerja terminal di wilayah Terminal Petikemas 009 Tanjung Priok.

Alif Zulian Rivaldi (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Kinerja Fasilitas dan Peralatan Bongkar Muat Terminal Petikemas Surabaya (TPS)” mengkaji tentang analisis fasilitas dan peralatan bongkar muat terutama di Terminal Peti Kemas Surabaya (TPS). Kinerja operasional dapat dilihat dari tingkat kepadatan pelabuhan (BOR). Standar yang digunakan adalah DJPL menetapkan standar untuk BOR ,70%. Hasil BOR pada kondisi yang ada adalah 47,51%. Dari data kondisi yang ada, menggunakan metode regresi linier untuk memprediksi kondisi 10 tahun diperoleh hasil 120 kapal/bulan dan 132.000 box. Dengan mengubah kedatangan kapal dan *cargo*, kondisi selama 10 tahun berubah menjadi 99,32% yang dimana sudah di atas standar. Oleh karena itu untuk mencapai skenario standar yang dapat digunakan adalah Skenario 1: penambahan 1 CC tanpa mengubah kecepatan; Skenario 2: tidak menambahkan CC tetapi mengubah kecepatan menjadi 30 kotak / jam; Skenario 3: penambahan 1 CC dan ubah kecepatan menjadi 30 kotak / jam. Dengan menerapkan skenario, maka akan di dapatkan hasil sebagai berikut : Skenario 1: BOR 91,41%; Skenario 2: BOR 54,01% dan Skenario 3: BOR 51,74%. Seperti ditunjukkan di atas, skenario 3 memberikan BOR terbaik.

Berdasarkan *research gap* di atas, penelitian ini mencoba untuk mengkonfirmasi dan menguji ulang pengaruh fasilitas dan peralatan pelabuhan terhadap *container throughput* pelabuhan. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan analisis pada hubungan antara fasilitas dan peralatan pelabuhan dengan daya lalu (*throughput*) pada terminal petikemas Pelabuhan Makassar.

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Nina Oktaviani (2014)	Analisis Hubungan antara Fasilitas dan Peralatan dengan Daya Lalu (<i>Throughput</i>), Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya	Penelitian ini tujuan mengkaji tentang bagaimana pengaruh penambahan faktor <i>throughput</i> di terminal berpengaruh positif, negatif, atau tidak mempengaruhi. Sampel terminal yang digunakan adalah Terminal Jamrud. Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh selisih <i>throughput</i> model dengan kenyataan adalah 0.02% untuk Jamrud Internasional, dan 4% untuk Jamrud Domestik. Model perhitungan kemudian dikembangkan untuk mengetahui kekurangan kapasitas pelabuhan dan mencari solusi untuk menyelesaikan permasalahan. Hasil pengembangan model diperoleh solusi penambahan 3 unit HMC di Terminal Jamrud Utara dan Jamrud Selatan, dan mengurangi jam istirahat menjadi 1 jam tiap shift. Dari perhitungan investasi juga dilakukan perhitungan untuk mengetahui penambahan <i>throughput</i> untuk setiap Rp.1 investasi. Model juga dikembangkan untuk mendapatkan persamaan matematis dengan bentuk $Y = C + \alpha * LD + \beta * TGH - \lambda * (NOT+IT)$ menggunakan pendekatan analisis regresi linier berganda. Dimana Y adalah <i>throughput</i> , C adalah konstanta, α, β, λ adalah koefisien variabel, LD adalah variabel panjang dermaga, TGH adalah produktifitas, dan (NOT+IT) adalah waktu tidak beroperasi kapal di tambatan. Dari validasi model persamaan dengan model perhitungan diperoleh error sebesar 0.42%.
2	Atika Kamilia (2018)	Pembangunan Model Prediksi <i>Container Throughput</i> Volume	Penelitian ini mengkaji mengenai penggunaan Artificial Neural Network (ANN) untuk memprediksi container

- Dengan Mempertimbangkan throughput volume pada Terminal Petikemas Semarang Indikator Ekonomi Menggunakan (TPKS) dengan mempertimbangkan beberapa indikator *Artificial Neural Network* (Studi perekonomian yang ada di Indonesia seperti PDB, Kasus: Terminal Petikemas Semarang, Indonesia) populasi dan juga inflasi. Hasil penelitian ini berupa model prediksi container throughput volume dengan MAPE terbesar adalah 24,27% dan MAPE terkecil adalah 0,07% pada data pelatihan sedangkan MAPE terbesar pada data pengujian adalah 12,29% dan MAPE terkecil adalah 0,33%. Secara keseluruhan perbandingan antara volume container throughput aktual dan output ANN menunjukkan kecocokan yang cukup baik meskipun masih terdapat error yang cukup besar pada beberapa data. Setelah dilakukan konfirmasi, hasil output tersebut masih dapat diterima dan menjadi referensi dalam pembuatan kebijakan perusahaan kedepannya. Adapun hasil prediksi volume container untuk bulan Agustus adalah 43.645 TEUs, dan 46,065 TEUs pada bulan September.
- 3 Imat Rakhmatillah &Lira Kinerja Terminal Melalui Mediasi *Throughput* Dermaga di Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Priok Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh antara kunjungan kapal dan *draught* kapal dengan kinerja terminal melalui *throughput* dermaga. Hasil uji hipotesis yang dilakukan pada struktur model-1 diketahui bahwa secara simultan variabel kunjungan kapal, *draught* kapal dan *throughput* dermaga berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap kinerja terminal. Hasil uji hipotesis yang dilakukan pada struktur model-2 diketahui bahwa secara simultan variabel kunjungan kapal dan *draught* kapal berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap

- kinerja terminal. Pada struktur model-2 secara parsial pada variabel kunjungan kapal dan *draught* kapal berpengaruh secara tidak langsung secara positif dan signifikan terhadap kinerja terminal dengan mediasi *throughput* dermaga. Hasil penelitian secara keseluruhan terdapat pengaruh positif dan signifikan antara kunjungan kapal dan *draught* kapal terhadap *throughput* dermaga. Terdapat juga pengaruh positif dan signifikan antara kunjungan kapal, *draught* kapal dan *throughput* dermaga terhadap kinerja terminal di wilayah Terminal Petikemas 009 Tanjung Priok.
- 4 Alif Zulian Rivaldi (2019) Analisis Kinerja Fasilitas dan Peralatan Bongkar Muat Terminal Petikemas Surabaya (TPS) Penelitian ini mengkaji tentang analisis fasilitas dan peralatan bongkar muat terutama di Terminal Peti Kemas Surabaya (TPS). Kinerja operasional dapat dilihat dari tingkat kepadatan pelabuhan (BOR). Standar yang digunakan adalah DJPL menetapkan standar untuk BOR ,70%. Hasil BOR pada kondisi yang ada adalah 47,51%. Dari data kondisi yang ada, menggunakan metode regresi linier untuk memprediksi kondisi 10 tahun diperoleh hasil 120 kapal/bulan dan 132.000 box. Dengan mengubah kedatangan kapal dan *cargo*, kondisi selama 10 tahun berubah menjadi 99,32% yang dimana sudah di atas standar. Oleh karena itu untuk mencapai skenario standar yang dapat digunakan adalah Skenario 1: penambahan 1 CC tanpa mengubah kecepatan; Skenario 2: tidak menambahkan CC tetapi mengubah kecepatan menjadi 30 kotak / jam; Skenario 3: penambahan 1 CC dan ubah kecepatan menjadi 30

kotak/jam. Dengan menerapkan skenario, maka akan di dapatkan hasil sebagai berikut : Skenario 1: BOR 91,41%; Skenario 2: BOR 54,01% dan Skenario 3: BOR 51,74%. Seperti ditunjukkan di atas, skenario 3 memberikan BOR terbaik.

1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui faktor-faktor yang dapat memengaruhi *throughput* pada terminal petikemas
2. Mengetahui secara matematis hubungan antara fasilitas dan peralatan pelabuhan dengan *throughput* pelabuhan
3. Membuat model matematika yang menghubungkan faktor-faktor yang memengaruhi serta *throughput* terminal petikemas

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada Tugas Akhir ini agar tetap fokus dan tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan tidak mengikutsertakan biaya dan nilai investasi
2. Tidak mempertimbangkan keahlian para pekerja
3. Tidak membuat rencana pengembangan terminal
4. Model Persamaan yang akan dihasilkan adalah persamaan untuk muatan container dalam satuan ton.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi tugas akhir, rekomendasi bagi pihak pengelola pelabuhan dalam perencanaan pengembangan sarana di TPK *New Makassar Terminal 2* berdasarkan permintaan petikemas agar dapat mendukung pertumbuhan nilai *throughput* guna peningkatan produktivitas pelabuhan

1.5. Landasan Teori

Landasan teori dalam penelitian ini adalah

1.5.1. Fasilitas Pelabuhan

Fasilitas Pelabuhan adalah fasilitas yang disediakan oleh pihak Pelabuhan untuk memenuhi persyaratan dan perlengkapan Pelabuhan yang ditetapkan sebelumnya, dan untuk mencapai tujuan sebagai terminal penghubung antara laut dan darat. Fasilitas dibagi menjadi dua kategori besar, yaitu fasilitas pokok dan fasilitas penunjang. Pembagian ini dibuat berdasarkan kepentingannya terhadap kegiatan pelabuhan itu sendiri. Fasilitas pokok pelabuhan terdiri dari:

1. Alur Pelayaran

Alur pelayaran dalam istilah kepelabuhanan mempunyai pengertian bahwa daerah yang dilalui kapal sebelum masuk ke dalam wilayah kepelabuhanan. Batas wilayah pelabuhan sendiri dibatasi oleh pemecah gelombang (*breakwater*). Hampir di semua pelabuhan yang diusahakan ada aturan bahwa setiap kapal yang masuk ke daerah alur pelayaran harus membayar jasa labuh (biaya berlabuh di wilayah pelabuhan).

Alur pelayaran mempunyai fungsi untuk memberi jalan kepada kapal untuk memasuki wilayah pelabuhan dengan aman dan mudah dalam memasuki kolam pelabuhan/

rede. Fungsi lain dari alur pelayaran adalah untuk menghilangkan kesulitan yang akan timbul akibat gerakan kapal ke arah atas dan gangguan alam, maka perlu bagi perencana untuk memperhatikan seperti apa alur pelayaran dan mulut pelabuhan. Alur pelayaran harus memperhatikan besar kapal yang akan dilayani (panjang, lebar, berat, dan kecepatan kapal), jumlah jalur lalu lintas, bentuk lengkung alur, yang berkaitan dengan besar jari-jari alur tersebut. (Oktaviani, 2014)

2. Kolam pelabuhan

Kolam pelabuhan merupakan salah satu fasilitas dasar yang harus ada di setiap pelabuhan perikanan. Besar kecilnya kolam pelabuhan akan berpengaruh terhadap jumlah kapal yang akan berlabuh, serta akan berpengaruh terhadap kelancaran aktivitas kapal didalam kolam (Armanda, Rizwan and Rahamah, 2019).

Luas kolam putar yang digunakan untuk mengubah arah kapal minimum adalah luasan lingkaran dengan jari-jari 1,5 kali panjang kapal total (Loa) dari kapal terbesar yang menggunakannya (Prayogi and Manggala, 2021). Kolam pelabuhan dibutuhkan agar kapal dapat melakukan manuever. Luasan area untuk kolam pelabuhan ini dipengaruhi oleh jenis kapal, ukuran kapal, dan sistem operasinya. Berikut ini merupakan perhitungan dari kolam pelabuhan, yaitu:

3. Penahan gelombang (*breakwater*)

Breakwater adalah struktur yang dirancang untuk melindungi daerah sepanjang garis pantai dari hempasan gelombang laut. Biasanya di bangun secara parallel terhadap pantai dan berada di lepas pantai pada jarak tertentu. Ukuran konstruksi pelindung pantai dibuat berdasarkan hasil pengambilan data pasang surut. Konstruksi pelindung pantai ini dirancang perbagian-bagian yakni 2 buah kaki pelindung pantai yang akan dihubungkan dengan balok beton sebanyak 6 buah (tiga bagian depan dan 3 bagian belakang) dan ditutup oleh konstruksi atas.

Pada dasarnya *breakwater* beroperasi dengan mereduksi energi yang menyertai terjadinya gelombang di pantai. Struktur tersebut memantulkan gelombang dan memindahkan energi gelombang dalam bentuk difraksi gelombang setelah terjadi tumbukan. Untuk *breakwater* tipe terendam energi gelombang akan berkurang akibat berkurangnya kedalaman pantai. Tinggi gelombang yang sampai kepantai akan berkurang karena penjalaran gelombang akan melewati pelindung pantai terendam tersebut. Sehingga energi gelombang yang akan menghantam pantai sudah berkurang (Husain *et al.*, 2021).

4. Dermaga.

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan di pelabuhan dengan aman, cepat dan lancar.

Dermaga merupakan fasilitas yang harus disediakan untuk menunjang pelayanan pelabuhan, di mana kapasitas panjang dan lebarnya harus dapat menampung arus kapal masuk sehingga tidak terjadi antrian panjang bagi kapal yang akan bersandar (Sucahyowati, 2023).

Tritmodjo (2010) dalam bukunya yang berjudul “Perencanaan Pelabuhan” menjelaskan bahwa tipe dermaga terbagi 3 (tiga), yaitu wraf, pier, dan jetty. Ratio pemakaian tambatan Berth occupancy ratio (BOR) merupakan indikator pemanfaatan dermaga yang menyatakan tingkat pemakaian dermaga terhadap waktu tersedia:

$$BOR = \frac{\sum(LOA \times BT)}{L_{dermaga} \times T \times \text{hari kalender}} \times 100\% \quad (1)$$

Nilai BOR yang diperoleh dari perhitungan di atas, maka diketahui tomgkat kepadatan sebuah pelabuhan, selain itu BOR juga merupakan indicator yang menentukan apakah sebuah pelabuhan masih memenuhi sarat untuk melayani kapal dan barang atau membutuhkan pengembang, disamping itu BOR juga menggambarkan kinerja pelabuhan. Nilai BOR dijadikan indicator dalam mengukur tingkat kinerja operasional suatu dermaga. Berdasarkan keputusan keputusan DIRJEN pehubungan laut tahun 2017 standar nilai BOR ideal untuk dermaga yang beroperasi tidak boleh melebihi 70% (Kasba, Ashury and Paotonan, 2020).

1.5.2. Kegiatan Bongkar Muat

Menurut B.S. Herman dalam buku Manajemen Pelabuhan & Realisasi Ekspor & Impor. Operasi bongkar muat dari/ke kapal ada 4 macam, yaitu:

1. Kegiatan *Stevedoring*

Stevedoring adalah proses diturunkannya barang-barang muatan dari dek kapal menuju ke pinggir pelabuhan dengan menggunakan alat-alat berat bongkar muat. Sebaliknya, barang ekspor dinaikkan dari tepi dermaga/kade ke atas kapal.

2. Kegiatan *Cargodoring*

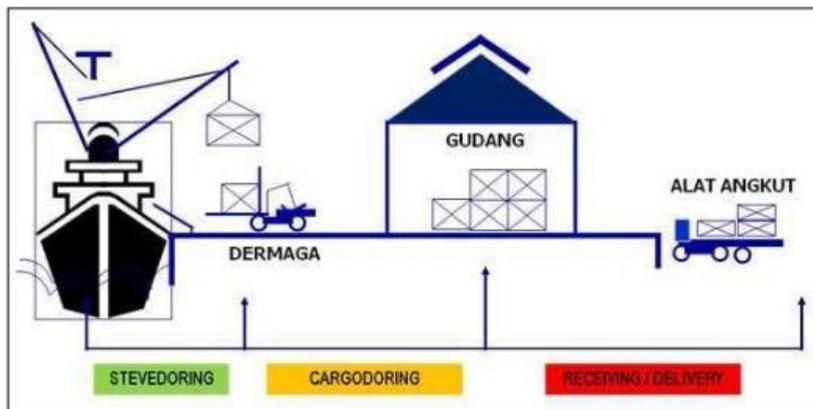
Cargodoring adalah proses dibawahnya barang-barang muatan kapal yang sudah ada di pinggir pelabuhan (cade) menuju ke gudang penyimpanan pelabuhan untuk disimpan/ditimbun. Sebaliknya, barang ekspor dikeluarkan dari gudang dan dibawa ke kade/dermaga dipinggir kapal untuk siap dimuat keatas kapal.

3. Kegiatan *Deliverydoring*

Deliverydoring adalah proses pengiriman barang-barang muatan kapal yang sudah ada digudang penyimpanan pelabuhan menuju keluar lingkungan pelabuhan untuk disimpan.

4. Kegiatan *Receivedoring*

Receivedoring adalah proses pengangkutan kembali barang yang ada di pabrik atau perusahaan atau industri untuk dikirim kembali ke gudang penyimpanan pelabuhan.



Gambar 1 Proses Bongkar Muat
(Sumber: <https://docplayer.info>)

1.5.3. Fasilitas Bongkar Muat

Kegiatan usaha bongkar muat barang di pelabuhan yaitu di dalam bidang penyediaan dan/atau pelayanan jasa dermaga untuk tertambat, penyediaan dan/atau pelayanan jasa dermaga untuk pelaksanaan kegiatan bongkar muat barang dan peti kemas, penyediaan dan/atau pelayanan jasa gudang dan tempat penimbunan barang, alat bongkar muat, peralatan pelabuhan, penyediaan dan/atau pelayanan jasa terminal peti kemas, curah cair, curah kering, dan penyediaan dan/atau pelayanan jasa bongkar muat barang. Untuk menunjang proses bongkar muat diperlukan alat-alat khusus yang digunakan dalam mengangkut, memindahkan, dan menyusun peti kemas adalah *gantry crane*, *container hook sling*, *container spreader*. Alat-alat tersebut salah satu penunjang produktivitas bongkar muat peti kemas (Z. Intan, *et al*, 2023).

Peralatan bongkar muat merupakan komponen penting dalam pelayanan jasa pelabuhan. Peralatan juga turut menentukan kapasitas jasa pelabuhan/terminal. Karena itu, pemilihan peralatan bongkar muat harus ditinjau dari berbagai aspek secara menyeluruh (Putra, *et al*, 2019).

Fasilitas adalah segala sesuatu yang dapat memudahkan dan melancarkan pelaksanaan suatu usaha dan merupakan sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam melakukan atau memperlancar suatu kegiatan. Dalam hal ini, untuk proses bongkar muat petikemas diperlukan fasilitas-fasilitas yang dapat menunjang proses tersebut. Fasilitas yang harus dimiliki antara lain:

1. *Container Crane*

Container crane sering disebut juga *Quayside Crane* atau *Gantry Crane* adalah peralatan bongkar muat yang berfungsi untuk membongkar atau memuat petikemas/container dari kapal ke dermaga / daratan. *Container crane* dinilai sebagai alat bongkar muat petikemas yang cepat dalam melakukan kegiatan bongkar maupun muat, jika dibandingkan dengan alat bongkar muat petikemas yang lain, seperti halnya *Harbour Mobile Crane* (HMC), *Shore Crane* (Derek Darat) dan *Ship Crane*

(Derek Kapal), maka *Container Crane* dinilai kecepatannya dalam melakukan kegiatan bongkar muat petikemas lebih cepat (Prastyorini, 2019).



Gambar 2. *Container Crane*
(Sumber: www.google.com)

2. *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Rubber tyred gantry crane (RTG crane) adalah sebuah alat angkat yang memiliki fungsi sebagai pemindah muatan berat sejenis peti kemas dari truk menuju lokasi penumpukan maupun sebaliknya serta mempunyai lintasan untuk pengoperasiannya (Hendrawan, Bei and Abdullah, 2023).

RTG adalah jenis *gantry crane* yang digunakan untuk menumpuk dan mengambil container pada lapangan *container*. *RTG crane* mempunyai tinggi 12 – 14 meter dan memiliki tingkat mobilitas yang tinggi dalam proses bongkar muat karena dilengkapi dengan roda karet yang dapat berputar 90°. Dalam operasinya, *RTG crane* dapat mengangkat beban kontainer berkisar 36 sampai 40 ton dengan kebutuhan listrik rata-rata 300-500 kW yang disupply dari generator listrik, oleh karena itu *RTG crane* mempunyai risiko yang besar untuk terjadinya kecelakaan kerja .



Gambar 3. *Rubber Tyred Gantry (RTG)*
(Sumber: www.google.com)

3. Reach Stacker

Reach stacker merupakan alat bongkar muat kombinasi antara *forklift* dengan *mobile crane* yang dilengkapi dengan *spreader* (pengangkat petikemas). Sehingga mampu mengangkat petikemas yang memunyai jangkauan pengangkatan yang fleksibel. Penggunaan *reach stacker* relatif fleksibel karna dapat digunakan pada Pelabuhan kecil maupun sedang. Alat ini dapat mengangkat container dalam jarak dekat dengan cepat dan juga dapat Menyusun container pada berbagai posisi bergantung ruang gerak yang ada. *Reach stacker* dapat mengangkat beban hingga 40 ton.



Gambar 4. *Reach Stacker*
Sumber: Google.com

4. Head Truck

Menurut lasse (2012) *head truck* berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengangkut peti kemas daridermaga kelapangan penumpukan petikemas ke gudang *container freight station* (CFS) atau sebaliknya. Fungsi lainnya adalah kegiatan

receiving/delivery, disamping itu juga sebagai alat angkut petikemas dari kapal Ro-Ro (Reskiyanti, 2020).

Truk pengangkut petikemas mengantarkan petikemas dari *quay crane* ke lapangan penumpukan pada proses bongkar. Sebaliknya, truk ini juga mengangkut petikemas dari lapangan penumpukan ke *quay crane* pada proses muat. Truk terdiri dari dua bagian, yaitu *head truck* dan *chassis*. *Head truck* merupakan bagian depan (penarik) truk dan *chassis* merupakan bagian belakang yang memuat petikemas. Terdapat dua jenis *chassis*, yaitu yang memuat peti kemas 20 kaki dan 40 kaki.



Gambar 5. *Head Truck*
Sumber: *Google.com*

5. *Forklift*

Pesawat angkat merupakan salah satu jenis mesin pemindah barang yang sering digunakan dalam kegiatan pada area industri, pembangunan, dan pelabuhan. Beberapa jenis pesawat angkat yang digunakan dengan ciri dan cara kerja yang berbeda sesuai situasi lapangan, jumlah, bentuk, dan ukuran yang akan diangkut. *Forklift* adalah contoh dari pesawat angkat yang berfungsi untuk memindahkan, menurunkan dan mengangkat, benda kerja dengan ketinggian yang berbeda dan mungkin tidak dapat dilakukan oleh manusia dan dengan manusia sebagai pengendalinya untuk memindahkan benda (operator) (Budijono, 2018).

Forklift memiliki kapasitas yang berbeda-beda tergantung pada beban kerja yang dikenai. Sehingga setiap *Forklift* memiliki rancangan yang didesain berbeda-beda tergantung dari fungsinya. Gaya dan mekanisme angkut yang dihasilkan juga memiliki perbedaan dengan variasi perubahan posisi forklift adalah 5° dan 10° kebelakang.



Gambar 6. *Forklift*
Sumber: *Google.com*

1.5.4. Terminal Petikemas

Makassar Container Terminal (2010:18) mengatakan bahwa terminal peti kemas adalah suatu terminal di Pelabuhan yang khusus melayani kegiatan bongkar muat peti kemas, dengan demikian terminal peti kemas dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas untuk menunjang kelancaran aktivitas kegiatan operasional bongkar muat peti kemas. Dalam buku *Makassar Container Terminal* (2010:26) adapun infrastruktur dan suprastruktur pada sebuah terminal peti kemas adalah sebagai berikut:

1. Dermaga Petikemas

Dermaga petikemas digunakan untuk melayani kapal-kapal yang masuk, pelabuhan menyediakan dermaga, yaitu tempat dimana kapal dapat berlabuh atau sandar guna melakukan kegiatannya, baik bongkar atau muat atau kegiatan lainnya. Untuk kegiatan bongkar atau muat kapal-kapal peti kemas menyediakan dermaga khusus petikemas.

2. *Container Yard* (CY)

Lapangan Penumpukan: Lapangan penumpukan petikemas atau *Container Yard* (CY) merupakan tempat "Konsolidasi" peti kemas yang akan dibongkar atau dimuat ke kapal, dimana *container yard* itu dirancang khusus dengan sistem penumpukan yang diatur berdasarkan *Blok, Row, Slot, Tier*. Fungsi *Container Yard* (CY) atau Lapangan Penumpukan adalah sebagai *transfer point*, tempat *receiving* (penerima), sebagai tempat *stacking* (penumpukan), dan sebagai *handling container* (penanganan peti kemas di CY) (Asripa, *et al.*, 2019).

Terminal Peti kemas merupakan pertemuan antara angkutan laut dan angkutan darat yang menganut sistem unitisasi (*Unitization of Cargo System*), dan Peti kemas (*Container*) sebagai wadah/gudang, alat angkut yang dilayani oleh Terminal/Pelabuhan Peti kemas, fungsi inti dari Terminal Peti kemas antara lain:

1. Tempat pemuatan dan pembongkaran peti kemas dari kapal-truk atau sebaliknya
2. Pengemasan dan pembongkaran peti kemas (CFS)
3. Pengawasan dan penjagaan peti kemas beserta muatannya
4. Penerimaan armada kapal

5. Pelayanan cargo handling Petikemas dan lapangan penumpukannya.

1.5.5. Petikemas

Secara definisi, petikemas dapat diartikan menurut kata Peti dan Kemas, Peti adalah suatu kotak berbentuk geometrik yang terbuat dari bahan-bahan alam (kayu, besi, baja dan lainnya). Pemilihan bahan peti kemas ini berdasarkan pada pemakaian peti kemas bersangkutan. Ukuran peti kemas didasarkan pada International Standard Organization (ISO). Unit ukuran yang lazim digunakan adalah TEU's (Twenty Feet Square Units) (Asripa, Ashury, Firman Husain *et al.*, 2019).

Peti kemas dengan ukuran 20 feet kuadrat sama dengan 1 TEU's, sedangkan petikemas dengan ukuran 40 feet kuadrat sama dengan dua TEU's. Dalam pencatatan di lapangan seringkali juga digunakan istilah BOX yang menunjukkan satu kotak peti kemas dengan ukuran tertentu. Ukuran ini lebih mudah dipakai daripada penggunaan ukuran TEU's.

Berat petikemas kondisi kosong (tara) akan berdampak pada beban yang dapat diangkut oleh petikemas, yaitu berat petikemas tidak termasuk muatan dan ikatan. Untuk petikemas 20 ft yang terbuat dari baja ringan dengan berat biasanya 3 ton. *Payload* adalah beratnya muatan yang diangkut dalam ton. Berat kotor maksimum yang diizinkan untuk petikemas 20 ft ISO Seri I adalah 20 ton dan untuk sebuah petikemas ISO Seri I 40 ft adalah 30 ton. Mayoritas petikemas yang membawa kargo-kargo manufaktur biasanya berdasarkan berat dibandingkan dengan ukuran volumenya. Kekuatan petikemas dibangun ke setiap sudut-sudutnya. Setiap sudut harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan pemuatan tumpukan untuk delapan tumpukan petikemas dari berat kotor maksimum tanpa defleksi (Ashury,2022).

Keuntungan penggunaan petikemas dalam pengangkutan barang-barang melalui laut adalah (Van Beemen, 2008):

1. Penghematan tenaga kerja

Dengan adanya kontainer, padat karya dan perpindahan kotak, peti, drum, tas, karung, dan bal yang mahal biasanya dari *general cargo* sudah mulai ditinggalkan. Karena, hingga 30 ton kargo petikemas dapat dibongkar atau dimuat dalam satuan menit, oleh awak hanya 2 hingga 3 orang saja.

2. Skala ekonomis

Untuk *general cargo*, solusi untuk kapal yang lebih besar dengan muatan yang banyak, sehingga waktu bongkar muat memakan waktu yang lama, dan tidak proposional dibandingkan dengan waktu dan biaya pelayaran aktual. *Containerisasi* membawa solusi teknis tersebut dan standarisasi bersama dengan peningkatan skala operasi dan pengurangan biaya

3. Penghematan waktu

Dengan penggunaan kontainer, waktu bongkar muat kapal, kereta api dan truk berkurang drastis. Sebuah kapal petikemas besar menghabiskan waktu 24 jam dipelabuhan dibandingkan dengan kapal kargo konvensional yang jauh lebih kecil, tapi membutuhkan waktu di pelabuhan hingga berhari-hari.

4. Lebih banyak opsi untuk perpindahan transportasi

Infrastruktur transportasi petikemas di seluruh dunia menawarkan untuk *shipper* rantai transportasi yang lebih cepat, andal, dan ekonomis

5. Keamanan dan pengurangan kerusakan
 Karena wadah dikemas hanya sekali, perhatian lebih dapat diberikan untuk mengemasnya dengan benar, dengan pengetahuan tentang produk.
6. Keselamatan
 Penanganan petikemas umumnya merupakan aktivitas yang lebih aman dan minim resiko dibandingkan dengan bongkar muat *general cargo*
7. Penghematan biaya
 Semua hal di atas mengarah pada penghematan biaya yang sangat besar, yang berlanjut dengan peningkatan skala berkelanjutan dalam transportasi petikemas.

1.6. Daya Lalu (*Throughput*)

Daya lalu atau *throughput* adalah jumlah muatan yang melalui terminal, atau jumlah muatan yang berhasil di*handle* oleh pelabuhan dalam satuan ton atau m, atau box. Daya lalu (*throughput*) bukanlah daya lalu dermaga atau *Berth Throughput* dalam satuan ton/m³, melainkan *cargo throughput* dalam satu tahun.

Definisi *throughput* diadopsi dari pekerjaan seminal Jansson dan Shneerson (1982), dan didefinisikan dalam hal output sebagai volume ton yang melewati pelabuhan (*port*) per unit waktu. Istilah ini diadopsi dalam konteks penelitian sebagai jumlah TEUs yang ditangani di pelabuhan per unit waktu dan gerakan. TEU merupakan satuan terkecil dalam ukuran peti kemas. Peti kemas ukuran 20 *feet* bisa di sebut 1 *box*, 1 TEUs, sedangkan peti kemas ukuran 40 *feet* bisa di sebut 1 *box*, 2 TEUs. *U.S. Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics* mendefinisikan bahwa *container throughput* adalah ukuran jumlah kontainer yang ditangani selama jangka waktu tertentu, dan merupakan ukuran standar untuk produktivitas pelabuhan laut. *Container throughput* diukur dengan satuan TEUs.

Kemampuan penanganan barang berikutnya dapat diukur pula dengan melihat jumlah muatan/barang yang secara rata-rata melewati/melalui dermaga (*berth*) dan gudang (*shed*) atau lapangan penumpukan (*open storage*) dalam satuan waktu tertentu, yaitu:

1.6.1. *Berth Throughput* (BTP),

Berth Throughput (BTP) merupakan “Daya Lalu Dermaga” yaitu jumlah barang (atau *box* untuk petikemas) dalam satuan waktu tertentu yang melalui tiap meter Panjang dermaga/tambatan yang tersedia (ton/meter/tahun).

Throughput dermaga didefinisikan sebagai volume petikemas, yang dimuat dan dibongkar di atas dermaga. *Throughput* dermaga sangat penting untuk menghitung Panjang dermaga, jumlah *crane* dermaga, jumlah dan jenis alat angkut horizontal dan kapasitas serta sirkulasi lalu lintas dermaga (Ashury, 2023).

Indikator untuk *throughput* di dermaga adalah total tonase atau jumlah unit yang ditangani pada saat bersandar dalam periode waktu tertentu. Unit yang digunakan dalam *throughput* dermaga meliputi *throughput* dalam satuan TEU di terminal petikemas, ton

yang dipindahkan pada dermaga kargo curah dan umum, serta kendaraan yang ditangani (Ashury, 2022).

1.6.2. *Shed Throughput (STP)*

Shed Throughput (STP), merupakan “Daya Lalu Gudang” yaitu jumlah tonase barang yang rata-rata dapat ditampung untuk setiap meter persegi luas gudang selama jangka waktu tertentu (ton/tahun). Luas gudang efektif diperoleh dengan mengetahui berapa prosedur dari luas gudang secara keseluruhan yang digunakan secara efektif sebagai lokasi penumpukan barang. Dalam hal ini secara rata-rata adalah sebesar 80% dari luas gudang.

1.6.3. *Throughput Terminal*

Menurut Ashury (2023). *Throughput* terminal dibagi menjadi *import* (masuk), *export* (masuk), dan *transshipment*. Arus impor adalah arus petikemas yang dikeluarkan dari kapal dan diangkut ke wilayah *hinterland*. Arus ekspor adalah arus petikemas yang datang dari wilayah *hinterland* dan dimuat di kapal. Aliran dari kapal ke kapal yang berukuran besar (*deepsea*) ke kapal yang berukuran lebih kecil (kapal pengumpan/*feeder*) atau bongkar muat dari dan ke kapal pengumpan ke kapal pengumpan lainnya. Petikemas yang dipindahkan menempati satu slot lahan di *container yard* yang nantinya perhitungannya dihitung dua kali bergerak di atas dermaga.

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses bongkar muat peti kemas yaitu seperti alat yang digunakan. Misalnya kondisi alat apakah sering mengalami kerusakan, tentunya itu akan menghambat proses bongkar muat. Selanjutnya tentu ada sumber daya manusia yang terlibat terjun dalam proses bongkar muat tersebut, sumber daya manusia memiliki peran penting dalam kelancaran kegiatan seperti kedisiplinan dalam bekerja. Kemudian ada prosedur yang dilakukan, jika setiap kegiatan dilaksanakan mengacu kepada prosedur yang berlaku pada Perusahaan terkait tentunya setiap kegiatan akan berjalan dengan lancar dan tanpa kesalahan yang berarti. Semua faktor tersebut telah dirangkum dalam laporan *idle time* setiap bulannya, laporan tersebut berisi aktivitas-aktivitas yang Menyebabkan timbulnya *idle time* berikut dengan catatan waktunya (Kencana Verawati *et al.*, 2022).

1.6.4. *Pembagian Waktu Kapal di Pelabuhan*

Peningkatan arus kedatangan kapal menyebabkan pengelolaan pelabuhan harus optimal akan berdampak langsung terhadap kinerja pelayanan operasional di lapangan. Adanya *Waiting Time* dan *Approach Time* yang lama dapat menyebabkan kerugian pada setiap kapal dan dapat merugikan bagi pengguna jasa. Tidak hanya menyebabkan pembengkakan biaya, juga akan berdampak pada *Waiting Time* dan *Approach Time* kapal lainnya (Sucahyowati, 2023).

Kegiatan kepelabuhanan yang dilakukan oleh kapal adalah kegiatan labuh tambat dan bongkar muat muatan, jika dibagi sesuai waktu kerja kapal di pelabuhan, dapat dilihat uraiannya seperti di bawah ini:

1. *Postpone Time (PT)*

Adalah waktu tertunda yang tidak bermanfaat selama kapal berada dilokasi lego jangkar atau kolam pelabuhan atas kehendak pihak kapal atau pihak eksternal yang terjadi sebelum atau sesudah kapal melakukan kegiatan bongkar muat. Atau kegiatan *shifting* kearea labuh karena adanya kapal prioritas yang harus disandarkan didermaga. Yang dapat dituliskan dengan rumus:

2. *Waiting Time for Pilot (WTP)*

Adalah waktu tunggu pelayanan pemanduan yang diukur sejak waktu penetapan pemandu, sampai dengan pandu naik kapal (on board) pada kegiatan kapal masuk. Yang dapat dituliskan dengan rumus:

3. *Approaching Time (AT)*

Adalah waktu yang diperlukan kapal sejak kapal bergerak dari area labuh sampai dengan ikat tali (*First line*) di dermaga serta kapal bergerak dari dermaga ke ambang luar atau keluar area pelabuhan. Yang dapat dituliskan dengan rumus:

4. *Waiting for Berth (WB)*

Adalah waktu tunggu kapal sandar di dermaga yang diukur dari waktu yang ditetapkan untuk dilalukan tambat sampai dengan kapal ikat tali / *first line* di dermaga. Yang dapat dituliskan dengan rumus:

5. *Turn Round Time (TRT)*

Adalah jam kapal berada di pelabuhan yang dihitung sejak kapal tiba dilokasi lego jangkar sampai kapal meninggalkan pelabuhan mencapai ambang luar atau waktu yang dibutuhkan kapal untuk berkegiatan di Pelabuhan

6. *Berthing Time (BT)*

Berthing time (BT) adalah waktu kapal selama berada di tambatan, dihitung sejak kapal ikat tali sampai dengan selesai lepas tali. BT terdiri dari dua komponen yaitu *Berth Working Time (BWT)* dan *Not Operation Time (NOT)*.

a. *Berth Working Time (BWT)*

Berth working time (BWT) adalah waktu kapal sandar di tambatan melakukan kegiatan bongkar muat dimulai sejak tanggal dan jumlah mulai kerja sampai dengan tanggal dan jam selesai kerja.

b. *Not Operation Time (NOT)*

Not Operation Time (NOT) adalah jumlah waktu kapal yang direncanakan tidak bekerja selama berada di tambatan, misalnya waktu menunggu persiapan bongkar/muat (buka/tutup palkah), waktu istirahat serta selesai bongkar muat dan waktu menunggu lepas tambat (keberangkatan)

c. *Waiting Time for Berth*

Waiting Time for Berth adalah selisih waktu sejak mengajukan permohonan tambat terhitung sejak kapal berlabuh di rede sampai dengan pandu naik ke kapal bergerak menuju tambatan.

7. *Idle time (IT)*

Idle time (IT) adalah jumlah waktu kapal sandar di tambatan yang terbuang akibat kegiatan kapal atau kegiatan bongkar/muat yang tidak efektif, misalnya waktu hujan, tunggu angkutan darat, tunggu muatan, peralatan rusak, kecelakaan kerja serta tunggu buruh

8. *Efective Time (ET)*

Effective Time (ET) adalah waktu kapal sandar di tambatan yang benar-benar efektif digunakan untuk kegiatan bongkar muat

9. *Dwelling Time*

Dwelling time merupakan rentan waktu yang dibutuhkan peti kemas sejak dilakukan bongkar muat di kapal hingga keluar dari pelabuhan setelah menyelesaikan proses dokumen. Lamanya *dwelling time* cukup merugikan perekonomian, utamanya harga barang pada konsumen menjadi mahal karena harus menanggung biaya efisiensi akibat *dwelling time*.

Dwelling time menghabiskan waktu hingga satu bulan, ada juga yang memakan waktu sangat singkat, lama juga karena menunggu dokumen. Proses perijinan yang harus diperbaiki, sebab titik sentralnya ada proses administrasi saja. Lamanya masa tunggu bongkar muat atau *dwelling time*, disebabkan oleh banyak faktor, tetapi faktor yang paling mempengaruhi adalah banyaknya proses perijinan yang harus dilalui. Pembinaan proses *dwelling time* yang akan dilakukan pemerintah meliputi perbaikan arus barang, sampai sistem teknologi informasi. Permasalahan lain, masih banyaknya tumpang tindih regulasi atau peraturan terutama yang berhubungan dengan penimbunan barang dan kelancaran arus barang (Ricardianto, *et al*, 2019).

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta menampilkan hasil dari analisis mengenai alat bongkar muat petikemas

2.2. Waktu dan Tempat

Penelitian ini bertempat di PT. Pelindo TPK *New Makassar Terminal 2 Port* yang berlokasi di Jalan Jalan Sultan Abdullah Raya, Tallo, Kota Makassar 90212, Sulawesi Selatan, Indonesia. Batas Perusahaan, Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Tallo, Sebelah Barat, Utara, dan Selatan berbatasan dengan Selat Makassar. dan Laboratorium Riset dan Pelabuhan Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanddin, Gowa dengan waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Mei-Juni 2024.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini, pengambilan data dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diambil melalui pengamatan atau kunjungan langsung ke lapangan. Data-data tersebut meliputi durasi NOT, *Idle Time*, LOA kapal, dan jumlah *box* dari tiap kapal di TPK *New Makassar Terminal 2*

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung atau melalui media perantara. Data yang didapatkan dari arsip yang dimiliki organisasi instansi, studi pustaka, penelitian terdahulu, literatur, dan jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2013). Data sekunder dalam penelitian ini berupa, rekam bongkar muat TPK *New Makassar Terminal* yang didapatkan melalui *website* PRAYA dan PALAPA.

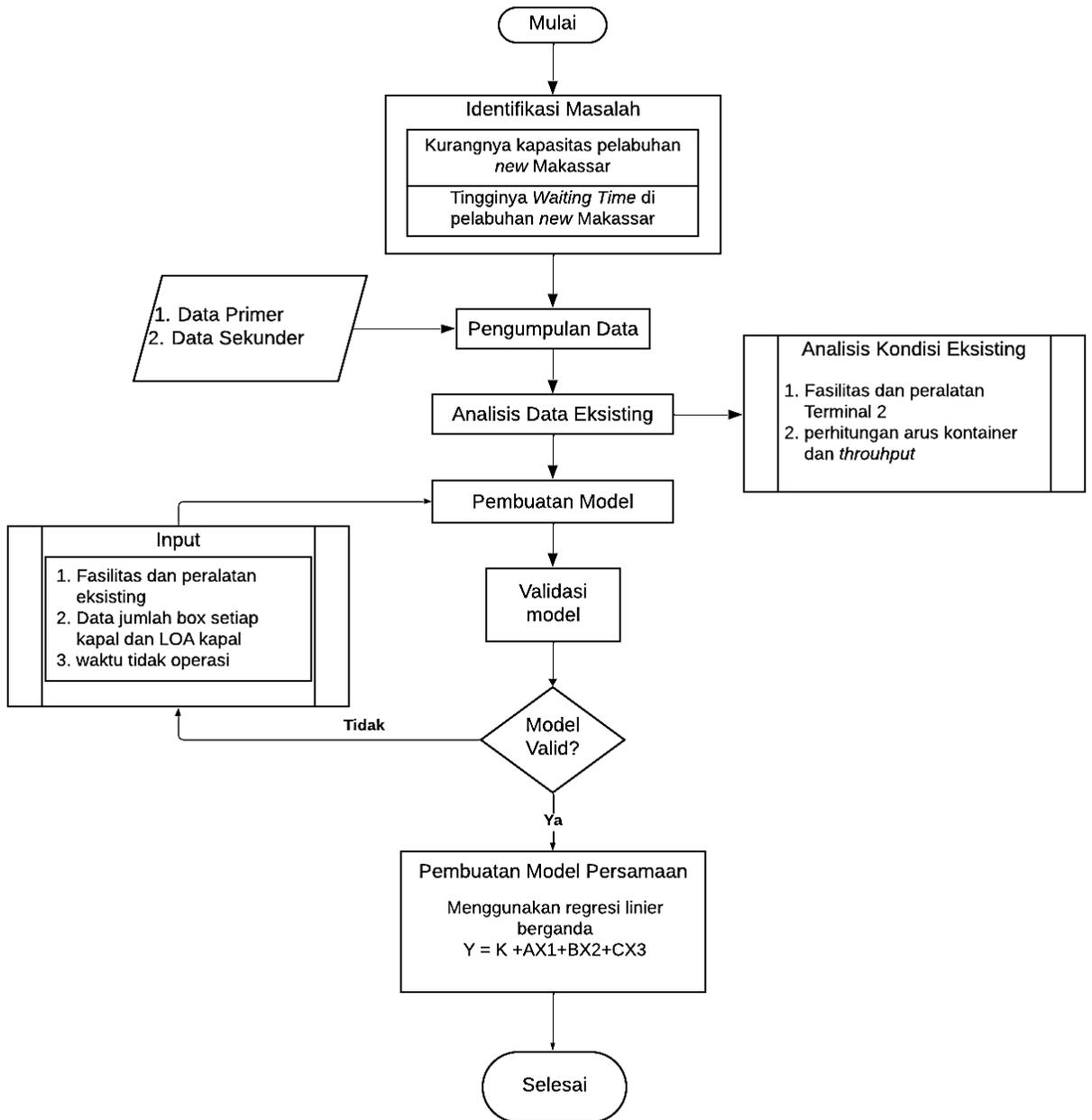
2.4. Prosedur Penelitian

1. Langkah awal dalam penelitian ini yaitu mengetahui gambaran permasalahan yang ada di tempat penelitian.
2. Selanjutnya melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk pemecahan masalah yaitu berupa:
 - a. Mengetahui jumlah alat bongkar muat yang ada di TPK *New Makassar Terminal 2*
 - b. Melakukan wawancara kepada pihak TPK *New Makassar* mengenai spesifikasi alat yang digunakan pada proses bongkar muat
 - c. Mendata kondisi eksisting terminal petikemas
2. Melakukan pengamatan proses bongkar muat petikemas, dengan mencatat panjang kapal, jumlah bongkar muat, jumlah alat bongkar muat yang digunakan serta waktu pengerjaannya
3. Merekap data dengan menggunakan Ms. Excel

4. Menghitung *throughput* petikemas berdasarkan data-data yang sudah diperoleh
5. Menganalisis pengaruh setiap variabel (Panjang kapal, jumlah bongkar muat, jumlah alat bongkar muat yang digunakan) terhadap *throughput* terminal petikemas
6. Kesimpulan.

2.5. Diagram Alir

Adapun diagram alir/*flowchart* dalam menjalankan penelitian ini agar lebih terstruktur dan sistematis dapat dilihat pada Gambar berikut



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Olahan, 2024