

SKRIPSI

**MODEL KINERJA OPERASIONAL ALAT *RUBBER TYRED*
GANTRY PADA PROSES *CARGODORING* DI TPK *NEW*
MAKASSAR TERMINAL 2**

Disusun dan diajukan oleh:

**KHURIN WARDANA PUTRI
D081 19 1050**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**MODEL KINERJA OPERASIONAL ALAT RUBBER TYRED
GANTRY PADA PROSES CARGODORING DI
TPK NEW MAKASSAR 2**

Disusun dan diajukan oleh

KHURIN WARDANA PUTRI
D081 19 1050

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 21/08/2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Ashury, S.T., M.T
NIP 197403182006041001

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T
NIP 197506052002121003

Ketua Program Studi,

Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T
NIP 197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :
Nama : Khurin Wardana Putri
NIM : D081191050
Program Studi : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

"Model Kinerja Operasional Alat *Rubber Tyred Gantry* pada Proses *Cargodoring* di TPK *New Makassar Terminal 2*"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 19 Juli 2023

Yang Menyatakan Tanda tangan



Khurin Wardana Putri

ABSTRAK

Khurin Wardana Putri. 2023. *Analisis Model Kinerja Operasional Alat Rubber Tyred Gantry pada Proses Cargodoring di TPK New Makassar 2.* (dibimbing oleh Ashury, S.T.,M.T dan Dr.Ir. Chairul Paotonan, S.T.,M.T)

Arus container yang melalui TPK New Makassar Terminal 2 semakin meningkat dari tahun ke tahun. Dengan pertumbuhan arus petikemas tersebut, maka perlu dikaji apakah kinerja operasionalnya sudah optimal atau masih perlu ditingkatkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah bongkar muat, *head truck*, *reach stacker*, terhadap jumlah alat RTG *crane* yang digunakan pada proses bongkar muat. Pengaruh jumlah bongkar muat, *head truck*, *reach stacker*, terhadap *effective time* dan Pengaruh jumlah RTG *crane* terhadap *effective time*, serta model penentuan jumlah alat RTG *crane*.

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan mengumpulkan data primer berupa data jumlah bongkar muat, jumlah *head truck*, jumlah *reach stacker* dan *effective time* dan data sekunder yang akan dianalisa berupa *layout* TPK New Makassar Terminal 2 kemudian melakukan uji hipotesis dengan menggunakan *software* AMOS versi 24.0 dan SPSS versi 29.0, analisis korelasi, uji F dan uji t.

Hasil uji hipotesis pengukuran terhadap indikator variabel menunjukkan untuk pengaruh jumlah bongkar muat (X_1), jumlah *headtruck* (X_2), dan *jumlah reach stacker* (X_3) terhadap jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* (Y) di TPK New Makassar Terminal 2 dapat disimpulkan bahwa yang memiliki pengaruh terhadap jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah jumlah bongkar muat (X_1) dengan model kinerja $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$. Sedangkan untuk pengaruh jumlah bongkar muat (X_1), jumlah *head truck* (X_2), dan *jumlah reach stacker* (X_3) terhadap *effective time* (Z), setelah melakukan pengujian yang memiliki pengaruh terhadap *effective time* (Z) adalah jumlah bongkar muat (X_1) dengan model kinerja $Z = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3Y$. Jumlah *head truck* berpengaruh terhadap *effective time* apabila melalui variabel *intervening* (jumlah RTG). Pada uji F menunjukkan adanya pengaruh secara simultan variabel *independen* (X) terhadap variabel *dependen* dan pada uji t variabel yang memiliki pengaruh adalah jumlah bongkar muat (X_1) terhadap *effective time* (Z).

Kata Kunci: AMOS, Bongkar Muat, *Head Truck*, *Reach Stacker*, and RTG

ABSTRACT

Khurin Wardana Putri. 2023. *Analysis of the Operational Performance Model of the Rubber Tyred Gantry Tool in the Cargodoring Process at TPK New Makassar 2. (supervised by Ashury, S.T.,M.T and Dr.Ir. Chairul Paotonan, S.T.,M.T)*

The flow of containers through TPK New Makassar Terminal 2 is increasing from year to year. With the growth in the flow of containers, it is necessary to study whether the operational performance is optimal or still needs to be improved. The purpose of this study was to determine the effect of the number of unloaders, head trucks, reach stackers, on the number of RTG cranes used in the loading and unloading process, the effect of the number of loading and unloading trucks, head trucks, reach stackers, on effective time and the effect of the number of RTG cranes on effective time, as well as the model for determining the number of RTG cranes.

In this study using quantitative methods by collecting primary data in the form of data on the number of loading and unloading, number of truck heads, number of reach stackers and effective time and secondary data to be analyzed in the form of TPK New Makassar Terminal 2 layout then tested the hypothesis using AMOS software version 24.0 and SPSS version 29.0, correlation analysis, F test and t test.

The results of the measurement hypothesis test on variable indicators show that for the effect of the number of loading and unloading vehicles (X_1), the number of head trucks (X_2), and the number of reach stackers (X_3) on the number of Rubber Tyred Gantry (RTG) Cranes (Y) at TPK New Makassar Terminal 2, it can be concluded that those that have an influence on the Rubber Tyred Gantry (RTG) equipment) is the number of loading and unloading (X_1) with the performance model $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$. Meanwhile, for the effect of the number of loading and unloading, the number of head trucks, and the number of reach stackers on effective time, after conducting tests that have an effect on the effective time is the number of loading and unloading (X_1) with the performance model $Z = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3Y$. In the F test it shows that there is a simultaneous influence of the independent variable (X) on the dependent variable and in the t test the variable that has an influence is the amount of loading and unloading (X_1) on the effective time (Z).

Keywords: *AMOS, Head Truck, Reach Stacker, RTG, and Unloading*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Istilah	x
Daftar Lampiran	xi
KATA PENGANTAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pelabuhan.....	5
2.2 Kinerja Pelabuhan.....	6
2.3 Bongkar Muat	8
2.3.1 Ruang Lingkup Kegiatan Bongkar Muat Barang	8
2.3.2 Kinerja Bongkar Muat Petikemas.....	9
2.3.3 Peralatan Bongkar Muat.....	9
2.4 Terminal Petikemas	11
2.5 Rubber Tyred Gantry (RTG) <i>Crane</i>	12
2.5.1 Mekanisme Gerakan RTG <i>Crane</i>	14
2.5.2 Komponen-komponen Utama RTG <i>Crane</i>	16
2.6 Analisis Statistik menggunakan <i>Software</i> SEM AMOS.....	16
2.7 Parameter Pengujian Model.....	17
2.8 SPSS	21
2.8.1 Uji T.....	21
2.8.2 Uji F.....	22
2.9 Analisis Korelasi	21

2.10 Studi Terdahulu	21
2.11 Tinjauan Empiris.....	27
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Sumber dan Jenis Data	30
3.3 Metode Pengumpulan Data	31
3.4 Metode Analisis Data	32
3.5 Kerangka Pemikiran.....	33
3.6 Hipotesis Penelitian	33
3.7 Diagram Alir Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Penyajian Data Rekapitulasi	38
4.2 Pengujian Hipotesis	39
4.3 Analisis Model Penentuan RTG dan <i>Effective Time</i>	52
4.3.1 Model Penentuan RTG	52
4.3.2 Model Penentuan <i>Effective Time</i>	53
4.4 Analisis Uji F	45
4.5 Analisis Uji T	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 RTG <i>Crane</i> TPK <i>New Makassar 2</i>	13
Gambar 2.2 Skema Gerakan <i>Hoist</i> RTG <i>Crane</i>	15
Gambar 2.3 Skema Gerakan <i>Transversal</i> RTG <i>Crane</i>	15
Gambar 2.4 Skema Gerakan <i>Longitudinal</i> RTG <i>Crane</i>	16
Gambar 3.1 Lokasi TPK <i>New Makassar 2</i>	30
Gambar 3.2 Kerangka Pemikiran	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Jumlah HT,RTG terhadap Bongkar Muat	38
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Jumlah HT,RTG terhadap <i>Effective Time</i>	38
Gambar 4.3 Analisis Pengujian <i>Full Model</i>	40
Gambar 4.4 Analisis Pengaruh Tidak Langsung di SPSS	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Goodness of Fit Index Table</i>	19
Tabel 2.2	Distribusi Nilai T tabel	21
Tabel 2.3	Distribusi Nilai T tabel	23
Tabel 2.4	Koefisien Korelasi	24
Tabel 4.1	Rekapan Data Kapal	38
Tabel 4.2	Hasil Indeks Kesesuaian Full Model.....	41
Tabel 4.3	Hubungan dan Pengaruh antarvariabel	42
Tabel 4.4	Uji Signifikansi Variabel <i>Independen</i> terhadap RTG.....	50
Tabel 4.5	Uji Signifikansi Variabel <i>Independen</i> terhadap <i>effective time</i>	51
Tabel 4.6	Hasil Analisis <i>Multiple Linear Regression</i> terhadap Jumlah RTG	52
Tabel 4.7	Analisis Korelasi terhadap Jumlah RTG	53
Tabel 4.8	Hasil Analisis <i>Multiple Linear Regression</i> terhadap ET	53
Tabel 4.9	Analisis Korelasi terhadap <i>Effective Time</i>	54
Tabel 4.10	Hasil Uji F terhadap Jumlah RTG.....	55
Tabel 4.11	Hasil Uji F terhadap <i>Effective Time</i>	53
Tabel 4.12	Hasil Uji t.....	56

DAFTAR ISTILAH

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
B/C/H	<i>Box/Crane/Hour</i>
B/S/H	<i>Box/Ship/Hour</i>
ET	<i>Effective Time</i>
BT	<i>Berthing Time</i>
NOT	<i>Not Operating Tim</i>
IT	<i>Idle Time</i>
X ₁	Variabel Jumlah Bongkar Muat
X ₂	Variabel Jumlah <i>Head Truck</i>
X ₃	Variabel Jumlah <i>Reach Stacker</i>
Y	Variabel Jumlah RTG
Z	Variabel <i>Effective Time</i>
DF	<i>Degree of Freedom</i>
X ²	<i>Chi-Square</i>
AGFI	<i>Adjusted Goodness-of-Fit</i>
GFI	<i>Goodness of Fit Index</i>
TLI	<i>Tucker-Lewis Index</i>
RMSEA	<i>Root Mean Square Error of Approximation</i>
CMIN	<i>Perbedaan antara unrestricted sample covariance</i>
<i>p</i>	Probabilitas
<i>a</i>	Nilai <i>untandardized estimate</i>
<i>Sa</i>	Nilai <i>standart error</i>
<i>b</i>	Nilai <i>untandardized estimate</i>
<i>Sb</i>	Nilai <i>standart error</i>
<i>n</i>	Jumlah data
<i>k</i>	Jumlah variabel
CFL	<i>Full Container Load</i>
LCL	<i>Less than Container Load</i>
RTG	<i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>
SEM	<i>Structural Equation Modelling</i>
AMOS	<i>Analysis Moment of Structural</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Layout <i>Container Yard</i> TPK <i>New Makassar 2</i>	64
Lampiran 2. Data Rekapitulasi TPK <i>New Makassar 2</i>	65

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini sesuai yang diharapkan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sahabat, keluarga, serta para pengikutnya.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Penulis tentu sadar bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Maka dari itu, penulis memohon maaf atas kekurangan dan kesalahan yang terjadi dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi ini.

Dalam proses penyusunan sampai dengan terselesaikannya skripsi yang berjudul "**Model Kinerja Operasional Alat *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* Pada Proses *Cargodoring* Di TPK *New Makassar 2***", penulis sangat terbantu oleh banyak pihak, maka dari itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, kakak dan adik-adik penulis terkhusus kepada ibu dan nenek saya yang selama ini memberikan dukungannya serta do'a yang selalu diberikan sehingga dapat menyelesaikan pendidikan sebagai sarjana.
2. Bapak Ashury, S.T.,M.T selaku pembimbing I, atas segala kesabaran dan telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T.,M.T, selaku Kepala Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin dan sebagai dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr.Ir. Taufiqur Rachman, S.T.,M.T, bapak Fuad Mahfud Assidiq, S.T.,M.T, dan segenap dosen lainnya, pegawai dan staff akademik Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis selama menjalani perkuliahan.
5. Kepada semua pihak TPK *New Makassar Terminal 2* yang telah memberikan data-data penelitian, waktu dan kesempatannya untuk melakukan penelitian.

6. Teman-teman angkatan 2019 Teknik Kelautan yang senantiasa memberikan motivasi dan dorongan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Saudari Pahrizah Puji Anugrah, Cece Virandika, Alya Ramadani dan terkhusus kepada Annisa Rahmawati yang selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan, serta sebagai pendengar yang baik, terima kasih atas waktu yang telah kita lalui bersama dalam suka dan duka.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan bantuannya.

Akhir kata, penulis berharap apa yang telah dipaparkan dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa yang akan melakukan penelitian dalam bidang serupa, serta penulis itu sendiri.

Wa'alaikumussalam Warahmatullahi Wabarakatuh

Gowa, 17 Agustus 2023

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jasa Kepelabuhanan adalah pelayanan yang diberikan untuk kegiatan usaha kepelabuhanan termasuk pemberian izin untuk kegiatan di pelabuhan dan kegiatan lainnya dalam melaksanakan fungsi pelabuhan di daratan dan atau di perairan. Pelabuhan dapat diartikan sebagai tempat kapal berlabuh (*anchorage*), mengolah gerak (*maneuver*), dan bertambat (*berthing*), untuk melakukan kegiatan menaikan dan/atau menurunkan penumpang dan barang secara aman (*securely*) dan selamat (*safe*) (Lasse, 2011).

Transportasi laut terkhusus untuk pengiriman barang dan muatan, telah ada perubahan sistem yang sangat membantu, yaitu dengan adanya petikemas (*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 petikemas 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.

Setiap perusahaan pelayaran dituntut untuk memberikan kinerja yang baik sehingga dapat bertahan dalam persaingan bisnis. Kinerja mencerminkan prestasi perusahaan pelayaran berdasarkan kegiatan operasional sehari-hari. Melalui pengukuran kinerja, dapat diketahui kekuatan dan kelemahan perusahaan pelayaran dalam mengelola sumber daya dalam pencapaian tujuan secara aktif dan efisien.

TPK *New Makassar Terminal 2* merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pelayanan fasilitas bongkar muat petikemas. Dalam pelaksanaan aktivitas bongkar muat petikemas, TPK *New Makassar Terminal 2* memiliki tanggung jawab penuh dalam memastikan kegiatan bongkar muat dapat berjalan dengan efisien, tanpa adanya hambatan yang dapat menghambat proses bongkar muat

terkhusus yang akan dianalisis adalah peralatan bongkar muat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane*.

TPK *New Makassar Terminal 2* memiliki 16 buah RTG, setelah beberapa kali melakukan penambahan alat RTG *Crane* yang tersebar di setiap blok di *Container Yard*. Apabila permintaan *delivery* padat maka operator RTG dikerahkan lebih banyak di blok bongkaran dibanding di blok muatan (apabila ada kapal) sandar hal ini dimaksudkan agar pelayanan petikemas menjadi lebih cepat. Dalam pelaksanaan bongkar muat petikemas, TPK *New Makassar Terminal 2* memiliki tanggung jawab penuh dalam memastikan kegiatan bongkar muat dapat berjalan dengan efisien.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Zabrina (2017), dengan judul "Analisis System Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Dengan Menggunakan Metode Antrian", dari penelitian yang dilakukan, didapat beberapa hasil studi, salah satunya adalah adanya pertumbuhan petikemas tiap tahun mempengaruhi interval kedatangan petikemas persatuan waktu, jumlah rata-rata petikemas di dalam suatu antrian, dan tingkat utilitas atau kinerja alat RTG (persentase dari waktu) yang meningkat setiap tahunnya seiring peningkatan arus petikemas. Semakin meningkatnya arus petikemas tiap tahun membuat interval waktu kedatangan semakin cepat dan membuat system semakin sibuk yang mana menekan probabilitas persentase waktu jeda RTG tiap tahunnya.

Secara teoritik, variabel yang dipilih dalam model penelitian sebagai variabel *independen* berpengaruh terhadap variabel *dependen*. Namun ternyata ditemukan *research gap*, hasil riset beberapa tahun terakhir menunjukkan variabel *independen* yang dipilih tidak berpengaruh terhadap variabel *dependen*, atau berpengaruh tetapi sangat lemah atau koefisien regresinya sangat kecil. Peneliti ingin mengembangkan model dengan memasukkan variabel *intervening/mediating* di antara variabel *independen* dan *dependen*.

Sehubungan dengan latar belakang yang telah disajikan diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pencapaian kinerja operasional alat terkhusus *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* dalam proses bongkar muat petikemas. Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan kajian tentang " **Model Kinerja Operasional Alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* pada Proses *Cargodoring* di TPK *New Makassar 2*"**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang menjadi kajian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jumlah bongkar muat, jumlah *head truck*, jumlah *reach stacker* terhadap jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* di TPK *New Makassar Terminal 2* ?
2. Bagaimana pengaruh jumlah bongkar muat, jumlah *headtruck* , dan jumlah *reach stacker* terhadap *effective time*?
3. Bagaimana pengaruh jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* terhadap *effective time* ?
4. Bagaimana model penentuan jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dilakukan pada penelitian Analisis Model Kinerja Operasional Alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* pada Proses *Cargodoring* di TPK *New Makassar Terminal 2* adalah:

1. Mengetahui pengaruh jumlah bongkar muat, jumlah *headtruck*, dan jumlah *reach stacker* terhadap jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* di TPK *New Makassar Terminal 2*.
2. Mengetahui pengaruh jumlah bongkar muat, jumlah *headtruck*, dan jumlah *reach stacker* terhadap *effective time*.
3. Mengetahui pengaruh jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* terhadap *effective time*.
4. Mengetahui model penentuan jumlah alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Penelitian tugas akhir ini dapat memberikan informasi kepada pihak Pelabuhan mengenai model kinerja operasional alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* secara analisis.
2. Bahan masukan untuk TPK *New Makasar Terminal 2* lebih meningkatkan kinerja operasional terkhusus pada alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane*.

3. Penambahan wawasan mahasiswa terhadap Pelabuhan secara umum atau secara khusus di bidang manajemen operasional peralatan bongkar muat petikemas.
4. Dapat digunakan sebagai rujukan bahan penelitian lebih lanjut guna menambah wawasan, pengetahuan dan dapat digunakan sebagai sumber informasi mengenai hal-hal tertentu dikemudian hari.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan alur penulisan yang jelas dan sistematis sekaligus memungkinkan pembaca dapat menginterpretasikan hasil tulisan secara tepat, maka tugas akhir ini disusun menjadi beberapa bagian, yaitu:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah yang akan dianalisis, tujuan dari penelitian dan manfaat penelitian yang dapat diambil dari penelitian ini serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi kajian pustaka yang mendukung permasalahan yang dihadapi berupa teori-teori mengenai pelabuhan, kinerja pelabuhan, bongkar muat, ruang lingkup kegiatan bongkar muat barang, kinerja bongkar muat petikemas, peralatan bongkar muat, terminal petikemas, alat *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*, mekanisme gerakan *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*, komponen-komponen *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*, studi terdahulu, dan tinjauan empiris.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang lokasi penelitian, sumber dan jenis data, metode pengumpulan data, metode analisis data, kerangka pemikiran dan diagram alir penelitian.

BAB IV Pembahasan

Bab ini berisi tentang hasil penelitian yang telah dianalisis dengan metode penelitian yang telah ditentukan sebelumnya.

BAB V Penutup

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelabuhan

Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk membongkar muat barang, kran-kran (*crane*) untuk bongkar muat barang, gudang laut (*transit*) dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan (Triatmodjo, 2010).

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan 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 antarmoda transportasi (PP No.61, 2009).

Tatanan Kepelabuhan Nasional Menurut UU No.69 Tahun 2001 Pasal 2 dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Pelabuhan sebagai salah satu unsur dalam penyelenggaraan pelayaran, merupakan tempat untuk menyelenggarakan pelayanan jasa kepelabuhanan, pelaksanaan kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi lainnya, ditata secara terpadu guna mewujudkan penyediaan jasa kepelabuhan sesuai dengan tingkat kebutuhan.
2. Pelabuhan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) ditata dalam satu kesatuan tatanan kepelabuhan nasional guna mewujudkan penyelenggaraan pelabuhan yang handal, dan berkemampuan tinggi, menjamin efisiensi nasional dan mempunyai daya saing global dalam rangka menunjang pembangunan nasional dan daerah.
3. Tatanan Kepelabuhanan Nasional sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) ditetapkan oleh Menteri. Jadi dapat disimpulkan, pelabuhan adalah suatu daerah perairan yang terlindung dari gelombang dan digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal maupun kendaraan air lainnya yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan penumpang, barang maupun hewan, reparasi,

pengisian bahan bakar dan lain sebagainya yang dilengkapi dengan dermaga tempat menambatkan kapal, *crane-crane* untuk bongkar muat barang, gudang transit, serta tempat penyimpanan barang dalam waktu yang lebih lama, sementara menunggu penyaluran ke daerah tujuan selanjutnya. Selain itu, pelabuhan merupakan pintu gerbang serta pemelancar hubungan antardaerah, pulau bahkan benua maupun antar bangsa yang dapat memajukan daerah belakangnya atau juga dikenal dengan daerah pengaruh. Daerah belakang ini merupakan daerah yang mempunyai hubungan kepentingan ekonomi, sosial, maupun untuk kepentingan pertahanan yang dikenal dengan pangkalan militer angkatan laut.

2.2 Kinerja Pelabuhan

Kinerja Operasional dapat diartikan sebagai kesesuaian proses dan evaluasi kinerja dari operasi internal Perusahaan dari segi biaya, pelayanan pelanggan, pengiriman barang kepada pelanggan, kualitas, fleksibilitas, dan kualitas proses barang dan jasa (Ashury, 2022).

Kinerja Pelabuhan dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pelayanan kepada pengguna Pelabuhan (kapal dan barang), yang tergantung pada waktu pelayanan kapal selama berada di Pelabuhan. Kinerja Pelabuhan yang tinggi menunjukkan bahwa Pelabuhan dapat memberikan pelayanan yang baik (Triatmodjo, 2010)

Departemen Perhubungan melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Laut telah menerbitkan Keputusan Dirjen Hubungan laut No.UM.002/38/18/DJM.11 tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pemanduan dimana hal ini sejalan dengan PP Nomor 63, 2010 tentang Penetapan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan. Pencapaian kinerja operasional dari indikator-indikator pelayanan :

1. Apabila nilai pencapaian dibawah nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik.
2. Apabila nilai pencapaian 0% sampai dengan 10% diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik.
3. Apabila nilai pencapaian diatas 10% dari nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik.
4. Apabila nilai pencapaian diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik.

5. Apabila nilai pencapaian diatas 90% sampai dengan 100% diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik.
6. Apabila nilai pencapaian kurang dari 90% dari nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik

Berikut ini ada beberapa indikator kinerja pelayanan yang terkait dengan jasa Pelabuhan terdiri dari :

1. Waktu tunggu kapal (*Waiting time/WT*) merupakan jumlah waktu sejak pengajuan permohonan tambat setelah kapal tiba di lokasi labuh sampai kapal digerakkan menuju tambatan.
2. Waktu pelayanan pemanduan (*Approach time/AT*) merupakan jumlah waktu terpakai untuk kapal bergerak dari lokasi labuh sampai ikat tali di tambatan atau sebaliknya.
3. Waktu efektif (*Effective time/ET*) merupakan jumlah jam bagi suatu kapal yang benar-benar digunakan untuk bongkar muat selama kapal di tambatan.
4. *Berth time* (BT) merupakan jumlah waktu siap operasi tambatan untuk melayani kapal.
5. *Receiving/delivery* pelayanan penyerahan/penerimaan di terminal petikemas yang dihitung sejak alat angkut masuk hingga keluar yang dicatat di pintu masuk/keluar.
6. Tingkat penggunaan dermaga (*Berth Occupancy Ratio/BOR*) merupakan perbandingan antara waktu penggunaan dermaga dengan waktu yang tersedia (dermaga siap operasi) dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam persentase.
7. Tingkat penggunaan gudang (*Shed Occupancy Ratio/SOR*) merupakan perbandingan antara jumlah pengguna ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia yang dihitung dalam satuan ton hari atau satuan m³ hari.
8. Tingkat penggunaan lapangan penumpukan (*Yard Occupancy Ratio/YOR*) merupakan perbandingan antara jumlah penggunaan ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia (siap operasi) yang dihitung dalam satuan ton hari atau m³ hari.
9. Kesiapan operasi peralatan merupakan perbandingan antara jumlah peralatan yang siap untuk dioperasikan dengan jumlah peralatan yang tersedia dalam periode waktu tertentu.

Batasan tentang pengukuran kinerja adalah sebagai usaha formal yang dilakukan oleh Pelabuhan untuk mengevaluasi hasil kegiatan yang telah dilaksanakan secara periodik berdasarkan sasaran, standar, dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Tujuan pokok dari pengukuran kinerja adalah untuk mencapai sasaran Pelabuhan dan mematuhi standar perilaku yang telah ditetapkan sebelumnya agar memperoleh tindakan yang diinginkan (Ashury, 2022).

2.3 Bongkar Muat

Kegiatan bongkar muat adalah kegiatan membongkar barang-barang impor dan atau barang-barang antarpulau/*interinsuler* dari atas kapal dengan menggunakan *crane* dan sling kapal ke daratan terdekat di tepi kapal, yang lazim disebut dermaga, kemudian dari dermaga dengan menggunakan lori, *forklift*, atau kereta dorong, dimasukkan dan ditata ke dalam gudang terdekat yang ditunjuk oleh Administrator Pelabuhan. Sementara kegiatan muat adalah kegiatan sebaliknya (Sasono, 2012).

Kegiatan bongkar muat adalah kegiatan bongkar muat barang dari dan atau ke kapal meliputi kegiatan pembongkaran barang dari palka ke atas dermaga di lambung kapal atau sebaliknya (*stevedoring*), kegiatan pemindahan barang dari dermaga di lambung kapal ke gudang lapangan penumpukan atau sebaliknya (*cargodoring*) dan kegiatan pengambilan barang dari gudang atau lapangan dibawa ke atas truk atau sebaliknya (*receiving atau delivery*) menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 14 Tahun 2002 Bab 1 Pasal 1. Sedangkan produktivitas bongkar muat adalah hasil atau output dari kecepatan dalam penanganan barang (Setiawati et al, 2017).

2.3.1 Ruang Lingkup Kegiatan Bongkar Muat Barang

Fungsi Perusahaan Bongkar Muat adalah memindahkan barang angkutan dari dan ke kapal baik dari dan ke Gudang Lini I maupun langsung ke alat angkutan. Dalam hal mana, kegiatan pemindahan barang tersebut terdiri dari kegiatan *Stevedoring*, *Cargodoring* maupun *Receiving/Delivery*. Lebih lanjut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM.88/AL.305/Phb-85 tentang Perusahaan Bongkar Muat Barang dari dan ke kapal menegaskan bahwa ruang lingkup kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan meliputi:

1. Kegiatan *Stevedoring* yaitu kegiatan jasa pelayanan membongkar dari/ke kapal, dermaga, tongkang, truk atau memuat dari/ke dermaga. Tongkang, truk ke/dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal .
2. Kegiatan *Cargodoring*, yaitu kegiatan jasa pelayanan yang berupa pekerjaan mengeluarkan sling (*extackle*) dari lambung kapal di atas dermaga, ke dan menyusun di dalam gudang Lini I atau lapangan penumpukan barang atau sebaliknya.
3. Kegiatan *Receiving/Delivery*, yaitu kegiatan jasa pelayanan yang berupa pekerjaan mengambil dari timbunan barang/tempat penumpukan barang di gudang lini I atau lapangan penumpukan barang dan menyerahkan barang sampai tersusun di atas kendaraan/alat angkut secara rapat di pintu darat lapangan penumpukan barang atau sebaliknya.

2.3.2 Kinerja Bongkar Muat Petikemas

Kriteria kinerja bongkar muat petikemas, salah satunya dapat dilihat dari produktivitas alat bongkar muat. Kemampuan alat bongkar muat petikemas harus dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk melakukan bongkar muat petikemas yang keluar masuk. Data kinerja operasional bongkar muat meliputi tiga kategori tolak ukur sebagai berikut :

1. *Output* yang terdiri dari *output* kapal dan *throughput* (daya lalu) dermaga yaitu jumlah petikemas yang dibongkar dan/atau dimuat dari/ke atas kapal selama satuan waktu dan jumlah petikemas yang melintasi kade/dermaga dari/ke atas kapal selama periode waktu tertentu. Sedangkan jumlah petikemas yang di *handle* setiap *crane* dalam waktu 1 jam (B/C/H) tanpa interupsi adalah ukuran produktivitas.
2. *Service* terhadap kapal terdiri dari waktu kapal di Pelabuhan (*turn round time*), waktu kapal di dermaga (*berthing time*), waktu kerja di dermaga (*berth working time*), dan waktu efektif (*effective time*) pelaksanaan bongkar muat.
3. *Utilization* terdiri dari tolak ukur pemakaian dermaga (*berth occupancy ratio*), pemakaian gudang (*shed occupancy ratio*), pemakaian lapangan (*yard occupancy ratio*), dan pemakaian alat bongkar muat.

2.3.3 Peralatan Bongkar Muat

Peralatan bongkar muat menurut adalah alat yang digerakkan oleh mesin atau motor yang dipakai untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam

melakukan suatu kegiatan atau operasi. Alat bongkar muat merupakan alat produksi yang berfungsi menjembatani kapal dengan terminal alat bongkar muat terdiri dari alat-alat angkat dan angkut mulai dari operasi kapal, *haulage*, *lift on*, *lift off*, *receipt* dan *delivery* (Subandi,1992).

Jenis-jenis alat bongkar muat petikemas ada delapan yaitu (Lasse, 2012) :

1. *Ship to shore (STS) Crane/container crane* ditempatkan secara permanen di dermaga dan berfungsi sebagai alat utama bongkar muat petikemas dari dermaga ke kapal dan sebaliknya.
2. *Rubber Tyred Gantry (RTG) crane* adalah alat untuk menumpuk/menyusun petikemas di lapangan penumpukan (*container yard*). Alat ini dapat bergerak bebas di lapangan penumpukan. RTG mempunyai 4,8 atau 16 roda yang terbuat dari karet, mempunyai lebar/span umumnya selebar 6 *rows container* dan mampu menumpuk antara 4 *tiers* sampai 7 *tiers container*.
3. *Rail Mounted Gantry Crane (RMGC)* berfungsi seperti RTG namun bergerak diatas rel. Bentangan kakinya berada pada beberapa *row* dan jarak bentangan kaki lebih dari 36 meter yang membentengi 12-13 *row* petikemas. Alat ini dapat melakukan *stacking* lebih dari 4 tier dengan kapasitas angkat antara 35-40 ton. Tenaga penggerak alat ini menggunakan *supply* listrik dari darat atau menggunakan *onboard diesel generator*.
4. *Reach Stacker* merupakan peralatan bongkar muat petikemas yang digunakan untuk membongkar atau menyusun petikemas sampai dengan ketinggian 5 *tears*. Kecepatan *travel* mencapai 20-35 km/jam tanpa beban dan antara 15–25 km/jam dengan beban. Kapasitas daya angkat antara 35 sampai 55 ton. Mampu memperlakukan operasi *lift on* atau *lift off* sebanyak 8–15 *cycle* per jam (tergantung jarak tempuh).
5. *Head Truck* dan *Chasis* alat ini digunakan untuk mengangkut petikemas dari dermaga kelapangan penumpukan petikemas ke gudang *container freight station (CFS)* atau sebaliknya. Fungsi lainnya adalah kegiatan *receiving/delivery*, disamping itu juga sebagai alat angkut petikemas keadaan dari kapal Ro-Ro.
6. *Top Leader (Lift Truck)* alat ini digunakan untuk bongkar muat petikemas di lapangan penumpukan, tipe lain dari *top leader* ada yang disebut dengan *front end loader* dan *side end loader*. *Top leader* dapat digunakan untuk *handling* dan *stacking* petikemas isi/kosong serta *transfer intermoda* khususnya untuk muatan ke/dari kereta api. *Top leader* mempunyai *spreader* yang sama seperti

reach stacker atau *STS crane* dengan sistem kerjanya menggunakan *telescopic*, namun *top leader* tidak dapat melakukan *stacking* sampai 2 row.

7. *Forklift* merupakan peralatan penunjang pada terminal petikemas untuk melakukan bongkar muat dalam *tonase* yang kecil, biasanya banyak digunakan pada CFS untuk *stepping* dan *stuffing* serta kegiatan yang berkaitan dengan *deliver* atau *interchange*. Alat ini juga digunakan untuk *handling* barang *loose cargo* atau petikemas kosong. Pada umumnya daya penggerak utama menggunakan mesin *diesel* dan perangkat lainnya menggunakan *hidrolik system*.
8. *Side Container Loader* alat ini berkapasitas antara 7,5 ton sampai 10 ton sebagai konstruksi dasar dengan pergantian perangkat *fork* (garpu) yang menjadi *spreader* untuk mengangkat petikemas kosong. Penggerak utama adalah menggunakan mesin *diesel* dan untuk pengangkatan lainnya menggunakan *hidrolik system*.

2.4 Terminal Petikemas

Terminal petikemas adalah tempat perpindahan moda (*interface*) angkutan darat dan angkutan laut petikemas merupakan suatu area terbatas (*districted area*) mulai petikemas diturunkan dari kapal sampai dibawa keluar pintu pelabuhan. Pengiriman barang dengan menggunakan petikemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ketahun (Supriyono, 2010).

Pengangkutan dengan menggunakan petikemas memungkinkan barang-barang digabung menjadi satu dalam petikemas sehingga aktivitas bongkar muat dapat dimekanismekan. Hal ini dapat meningkatkan jumlah muatan yang bisa ditangani sehingga waktu bongkar muat menjadi lebih cepat.

Pengiriman barang dengan menggunakan petikemas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu *full container load* (CFL) dan *less than container load* (LCL). Pada FCL seluruh isi petikemas milik seorang pengirim atau penerima muatan, sedang dalam LCL petikemas berisi berisi beberapa pengiriman yang masing-masing pengiriman terdiri dari sejumlah muatan yang volumenya kurang dari satu petikemas.

Pengangkutan dengan petikemas ini memungkinkan diterapkan pengangkutan intermodal dari pintu ke pintu (*door to door*), yaitu pengangkutan yang berlangsung dari pintu gudang ekspor dan import hanya berhubungan

dengan satu perusahaan saja tanpa mengingat bahwa pengangkutan barang dilakukan oleh lebih dari satu perusahaan pelayaran (Triatmodjo, 2010).

Fungsi inti dari terminal petikemas menurut Pelabuhan Indonesia (2012), antara lain adalah :

1. Tempat pemuatan dan pembongkaran petikemas dari kapal-truk atau sebaliknya.
2. Pengepakan dan pembongkaran petikemas.
3. Pengawasan dan penjagaan petikemas beserta muatannya.
4. Penerimaan armada kapal
5. Pelayanan *cargo handling* petikemas dan lapangan penumpukannya.

Suatu terminal petikemas merupakan sebuah sistem yang terdiri dari banyak sub-sub *system* di antaranya adalah (Lasse, 2012) :

1. *Tractor-trailer system*, sebagai alat angkut petikemas dalam QTO dan di lingkungan terminal.
2. *Straddle carrier* atau *reach stacker system*, sebagai alat pemindah petikemas antara lapangan ke alat angkut (*head truck-chassis*) atau sebaliknya dari kendaraan angkutan darat ke lapangan.
3. *Yard gantry system*, alat angkat di lapangan untuk melakukan *stacking* dan *unstacking*, ke/dari *tractor-trailer system* dalam QTO dan gerakan lain di lingkungan terminal.
4. *Front-end loader system*, alat angkat berat untuk menunjang kegiatan QTO dan gerakan lain di lingkungan terminal.

2.5 Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

Rubber tyred gantry adalah suatu alat berat yang digunakan untuk bongkar muat *container* atau memindahkan *box container* dari *trailer* ke penampungan *container* sementara atau sebaliknya. *Rubber Tyred Gantry* ini hampir sama dengan alat berat *container crane* tetapi fungsi dan pergerakannya lebih dinamis. *Container Crane* digunakan di dermaga dan menempel dipinggir dermaga sedangkan *rubber tyred gantry* lebih leluasa digunakan dan lebih efisien dari alat berat lainnya. Beberapa komponen penting yang terdapat pada RTG antara lain, *engine* dan *control source*, *gantry*, *spreader*, dan tali pengikat (*wire rope*). *Engine room* dan *control source* terletak di bagian samping RTG. *Gantry* berfungsi untuk memindahkan posisi *rubber tyred gantry* ke tiap-tiap blok penampungan dari

container. *Spreader* digunakan untuk menempelkan dan mengunci *container* yang akan dipindahkan ke tempat lain. *Wire rope* adalah elemen penting dalam menahan gaya tarik dalam mengangkat dan memindahkan beban (Akhbar, 2019).



Gambar 2.1 *Rubber Tyred Gantry Crane* TPK New Makassar 2

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Crane lapangan terberat yang melayani kegiatan transfer petikemas baik untuk *quay transfer operation* maupun untuk *receipt/delivery operation* adalah alat yang dibuat pertama kali oleh paceco dan dinamakan “*Transtainer*”. Kini alat transtainer dikenal dalam dua tipe yaitu tipe yang berjalan di atas roda, disebut juga *Rubber Tyred Gantry* (RTG) *Crane* dan tipe yang berjalan di atas rel dengan roda-roda baja disebut *rail-mounted yard gantry crane* (Lasse, 2017).

Jenis RTG lebih banyak digunakan karena alasan operasional, lebih luwes dalam olah gerak (*manoeuvre*), dan mudah bergerak menjelajahi seluruh terminal. RTG mampu melayani 5-6 row dalam setiap blok dengan ketinggian sampai lima *stack* atau *one-over four*. Pada setiap blok tersedia satu jalur *head truck-chassis* pengangkut petikemas untuk dimuat (*lift on*) atau diturunkan (*lift off*) dengan menggunakan RTG (Lasse, 2017).

RTG mempunyai ketinggian antara 17 sampai 19 meter; panjang antara 9 sampai 11,6 meter, span antara 19,8 sampai 26,5 meter, masing-masing kaki berdiri di atas 1,2, atau 4 roda. Makin banyak jumlah roda RTG semakin ringan beban yang dipikul oleh landasan, bahkan RTG dengan jumlah 16 roda tidak

membutuhkan *track* khusus, karena beban pada setiap roda hanya sekitar 13 sampai 16 ton. Tetapi RTG dengan hanya 4 jumlah roda perlu dibuatkan jalur khusus, karena tekanan terhadap landasan mencapai 50 ton di setiap roda. Posisi roda dapat berputar 90° di atas *steel turning plates* untuk memungkinkan RTG bergerak ke arah melintang dan memanjang ketika pindah dari satu blok ke blok lain.

Mobilitas RTG mencapai 5,5 – 9 km/jam; kecepatan angkat (*hoist speed*) antara 9 – 23 meter/menit dengan beban, dan 18 – 47 meter/menit tanpa beban. Total Angkatan sebanyak 18 – 23 box/jam. Untuk keseimbangan operasi terminal, QCC: RTG = 23 unit. *Rubber Tyred Gantry Crane* berdimensi :

1. Kapasitas 5 *stack* atau *one over four* dan 7 *row* ditambah satu jalan *tractor chassis* atau *roadway*.
2. Panjang rentangan (*span*) adalah 23,97 meter.
3. Jarak roda (*wheel base*) adalah 7 meter.
4. *Trolley Travel* 19,35 meter.
5. Tinggi angkat di bawah *spreader* 14,80 meter.
6. Tinggi *underside top beam* 16,64 meter.

2.5.1 Mekanisme Gerakan *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*

Adapun mekanisme gerakan dari *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* dapat dibagi atas empat gerakan yaitu :

1. Gerakan *Hoist* merupakan gerakan untuk mengangkat atau menurunkan dan menumpuk peti kemas yang telah dijepit oleh *spreader* yang diikat melalui *wire rope* yang digulung oleh drum, dimana drum ini digerakkan oleh elektro motor. Apabila posisi angkatnya telah sesuai seperti yang dikehendaki maka gerakan drum ini dapat dihentikan menggunakan rem yang dioperasikan melalui *handle* yang berada di kabin operator.



Gambar 2.2 Skema Gerakan *Hoist* RTG Crane

Sumber : https://tender-indonesia.com/tender_home/

- Gerakan *Transversal* merupakan gerakan berpindah pada arah melintang yang dilakukan oleh *trolley* melalui *wire rope* yang digulung pada drum, *trolley* bergerak pada rel yang bergerak yang terletak diatas *girder* yang digerakkan oleh elektro motor. Gerakan berguna untuk menumpuk dan memindahkan peti kemas. Gerakan ini akan berhenti jika arus listrik pada elektro motor diputuskan dan sekaligus rem bekerja.



Gambar 2.3 Skema Gerakan *Transversal* RTG Crane

Sumber : https://tender-indonesia.com/tender_home/

- Gerakan *Longitudinal* ini disebut juga gerakan jalan *gantry* yaitu gerakan berjalan sepanjang lintasan yang terletak pada permukaan tanah menggunakan roda karet yang ditransmisikan menggunakan roda gigi. Dalam hal ini motor memutar roda jalan ke arah yang diinginkan (maju atau mundur, dan belok ke kiri atau ke kanan) dan setelah posisi yang diinginkan tercapai, maka arus listrik akan terputus dan sekaligus rem bekerja.



Gambar 2.4 Skema Gerakan *Longitudinal RTG Crane*

Sumber : https://tender-indonesia.com/tender_home/

4. Mekanisme *twist lock* pada *gantry crane* bekerja secara hidrolis yang didukung dengan elektrik. Proses membuka dan mengunci *twist lock* dilakukan dengan menggunakan sebuah saklar yang terdapat di kabin operator dimana ketika *twist lock* sudah tepat masuk ke dalam lubang pengangkat, maka *twist lock* dapat dikunci. *Twist lock* memiliki sensor tekan di setiap sudut *spreader*. Sensor ini berguna untuk mengetahui *twist lock* sudah tepat masuk sempurna ke dalam lubang peti kemas dan siap untuk dikunci. Jika *twist lock* belum tepat masuk ke dalam lubang peti kemas, maka sensor tidak akan tertekan, dan operator tidak dapat memerintahkan *twist lock* untuk mengunci.

2.5.2 Komponen-komponen Utama *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*

Adapun komponen utama *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* ini adalah sebagai berikut :

1. *Spreader* adalah bagian yang berfungsi untuk menjepit petikemas pada saat pengangkatan atau penurunan petikemas dari atau ke kapal. Sebuah *spreader* memiliki *twist lock* di setiap sudut sisi-sisinya (terdapat empat buah *twist lock* pada sebuah *spreader*).
2. *Trolley* berfungsi sebagai tempat bergantungnya *spreader* dan kabin operator. *Trolley* dilengkapi dengan motor yang berfungsi untuk menggerakkan *spreader* dan kabin operator ke arah kiri atau kanan sepanjang jarak pijak roda *RTG crane*.
3. Roda karet berfungsi agar *RTG crane* dapat bergerak di area pelabuhan. *RTG crane* dapat bergerak maju, mundur, belok ke kiri atau ke kanan untuk memudahkan menaikkan atau menurunkan dan menumpuk petikemas.

2.6 Analisis Statistik menggunakan *Software SEM AMOS*

Structural Equation Modeling (SEM) adalah alat statistik yang dipergunakan untuk menyelesaikan model bertingkat secara serempak yang tidak dapat diselesaikan oleh persamaan regresi linear. Saat ini terdapat beberapa program aplikasi statistik yang digunakan untuk menyelesaikan SEM dan salah satunya adalah *Analysis Moment of Structural (AMOS)*. Dengan menggunakan aplikasi AMOS teknik statistik yang rumit tersebut dapat diselesaikan dengan

lebih mudah dan cepat. Aplikasi AMOS memungkinkan untuk menentukan, memperkirakan, menilai, dan membuat model atau *diagram path* untuk menunjukkan hipotesis hubungan antar-variabel.

Kemajuan teknologi informasi, khususnya dalam pengembangan pembuatan *software*, telah mendorong munculnya *software* khusus untuk perhitungan alat statistik dasar dari SEM, yakni analisis factor dan analisis regresi berganda. Namun, sejak diakuisisi oleh SPSS, AMOS mulai populer digunakan, baik oleh kalangan peneliti, akademisi, maupun para praktisi. Terkait dengan akuisisi *software* AMOS oleh SPSS, maka sejak saat itu versi AMOS secara otomatis mengikuti versi dari SPSS. Dengan dirilisnya versi terbaru SPSS, yakni SPSS 24 pada tahun 2016, maka saat ini telah beredar AMOS versi terbaru, yakni AMOS 24.

Kelebihan dan kemampuan AMOS dalam analisis sebuah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memperkirakan koefisien yang tidak diketahui dari persamaan *structural linier*.
2. Mencakup model yang memuat variabel-variabel laten.
3. Memuat pengukuran kesalahan baik pada variabel *dependen* maupun variabel *independen*.
4. Mengukur efek langsung dan tidak langsung dari variabel *dependent* dan variabel *independen*.
5. Memuat hubungan sebab akibat yang timbal balik, bersamaan dan interdependensi.

2.7 Parameter Pengujian Model

Ada beberapa indeks kesesuaian dan *cut off value* yang digunakan untuk menguji apakah sebuah model diterima atau ditolak, yaitu :

1. *Chi-Square* (X^2)

Merupakan alat ukur yang fundamental untuk mengukur *overall fit*. Semakin kecil nilai X^2 maka semakin baik model itu dan diterima berdasarkan probabilitasnya dengan *cut-off* sebesar $\rho = 0,05$ atau $\rho = 0,10$ (Hulland et al, 1996), tergantung tingkat signifikansi yang di ambil peneliti.

2. *Goodness of Fit Index* (GFI)

GFI adalah analog dari R^2 dalam regresi berganda. GFI dapat diadjust terhadap *degrees of freedom* untuk menguji diterima atau tidaknya model. GFI merupakan ukuran non statistical yang mempunyai rentang nilai antara 0,00 (*poor fit*) sampai dengan 1,00 (*perfect fit*). Nilai yang disyaratkan oleh beberapa ahli untuk menilai kecocokan model ini adalah 0,90). Nilai ini mengisyaratkan bahwa model yang diuji memiliki kesesuaian yang baik (Ghozali, 2014).

3. *Adjusted Goodness of Fit Index* (AGFI)

Tingkat penerimaan yang direkomendasikan apabila AGFI mempunyai nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,90. Nilai sebesar 0,95 dapat diinterpretasikan sebagai tingkatan yang baik (*good overall model fit*) sedangkan nilai antara 0,90 – 0,95 menunjukkan tingkatan cukup (*adequate model fit*).

4. CMIN/DF atau *Relative X²*

CMIN/DF merupakan salah satu indikator yang dihasilkan dari statistic *Chi-Square* dibagi dengan *Degree of Freedom* ($\leq DF$). CMIN/DF yang diharapkan adalah sebesar $\leq 2,0$ yang menunjukkan adanya penerimaan model.

5. *Tucker Lewis Index* (TLI)

Nilai TLI yang diharapkan sebagai acuan untuk diterimanya sebuah model adalah sebesar $\geq 0,95$ dan nilai yang mendekati 1,0 menunjukkan *a very good fit*. Nilai indeks TLI merupakan perbandingan dari sebuah model yang diuji dengan sebuah baseline model (Baumgartner & Homburg, 1996).

6. *Comparative Fit Index* (CFI)

Besaran indeks CFI berada pada rentang 0 – 1, di mana semakin mendekati 1 mengindikasikan tingkat penerimaan model yang paling tinggi. CFI tidak dipengaruhi oleh ukuran sampel karena itu sangat baik untuk mengukur tingkat penerimaan sebuah model (Hulland, 1996 & Tanaka, 1993).

7. *Non-Centrality Parameter* (NCP)

Merupakan ukuran *badness of fit*. Semakin kecil nilai NCP akan semakin baik.

8. *Root Mean Square Residual* (RMR)

RMR mewakili nilai rata-rata residual yang diperoleh dari mencocokkan matrik varian-kovarian dari data sampel. *Standardized RMR* mewakili nilai rerata seluruh *Standardized residuals*, dan mempunyai rentang dari 0 sampai 1. Model nilai *standardized RMR* lebih kecil dari 0,05.

9. Root Mean Square Error of Aproximation (RMSEA)

Nilai RMSEA $\leq 0,05$ menandakan *close fit*, sedangkan $0,05 < \text{RMSEA} \leq 0,08$ menunjukkan *good fit*. Nilai RMSEA antara 0,08 sampai 0,10 menunjukkan *mediacore (marginal) fit*, serta nilai RMSEA $> 0,10$ menunjukkan *poor fit*.

Tabel 2.1 Goodness of Fit Index Table

Goodness of Fit Indexs	Cutt off Value
<i>Chi-Square</i>	Diharapkan kecil
<i>Significancy probability</i>	$\geq 0,05$
RMSEA	$\leq 0,08$
GFI	$\geq 0,90$
AGFI	$\geq 0,90$
CMIN/DF	$\leq 2,00$
TLI	$\geq 0,90$
CFI	$\geq 0,90$

Sumber : Ghozali, 2014

Pengolahan data dianalisis menggunakan *software* AMOS V24. Analisis data menggunakan AMOS digunakan untuk mengolah data menggunakan metode analisis SEM, analisis jalur, analisis regresi serta analisis *multigroup*. Data *sample* yang diolah terdiri dari data bongkar muat (X1), *head truck* (X2), *reach stacker* (X3), RTG (Y) dan *effective time* pada 112 kapal dalam waktu pengambilan data kurang lebih satu bulan. Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan model analisis jalur :

1. *Software* AMOS menampilkan *toolbox windows* yang terdapat pada sisi kiri dalam tampilan.
2. Langkah selanjutnya untuk membuat model analisis jalur seperti dibawah ini.
 - a. Arahkan kursor pada *icon*  sesuai dengan berapa variabel yang ingin di analisa. Apabila ingin memperbanyak persegi variabel yang ada, bisa menggunakan *icon*  sebagai fitur ***duplicate***.
 - b. Setelah sudah menentukan variabel eksogen (*independen*) dan endogen (*dependen*) untuk membuat hubungan regresi (kausalitas), klik tombol \rightarrow dan membuat hubungan kovarian antar variabel eksogen (*independen*) dengan *icon* \leftrightarrow .

- c. Memberi nama atau label variabel *observed* dapat dilakukan dengan cara meletakkan kursor pada gambar persegi empat lalu mengklik dua kali. Pastikan bahwa *variable name* sama dengan nama variabel yang terdapat di data *excel* (untuk variabel eksogen menggunakan “X” dan variabel endogen menggunakan “Y”).
- d. Setelah memberikan label nama, letakkan variabel indikator dan *error* dengan cara letakkan kursor pada *icon* . Lalu berikan nama pada variabel *error* pada ***variable name*** dan ***variable label*** “E1” sesuai dengan berapa variabel endogen (dependen) yang terdapat pada model tersebut. Untuk menulis keterangan gambar dan hasil *goodness-fit* model dapat dilakukan dengan meng klik *icon* **Title**, lalu isi *model fit* seperti dibawah ini.
- e. AMOS 24 dapat membaca file yang dibuat dari beberapa format *database* salah satunya yaitu *Excel* (*.xls) dan *Text* (*.txt;*.csv). Input data dapat dilakukan dengan meng klik pada *icon* **select data** , setelah itu klik ***analysis properties***  lalu pilih *output* dan pilih tiga *output* pertama yaitu ***minimization history, standardized estimates, squared multiple corelations***. Model siap di *run* dengan perintah ***calculate estimate*** .
- f. Setelah itu nilai *goodness-fit* akan muncul, untuk mengetahui nilai tabel *loading factor* pada variabel-variabel tersebut dapat di akses melalui **view** lalu pilih ***text output***.

2.8 SPSS (*Statistical Product and Services Solution*)

SPSS adalah program aplikasi yang digunakan untuk melakukan perhitungan statistic dengan menggunakan computer. Kelebihan dari program ini yaitu bisa melakukan perhitungan statistik secara cepat dari sederhana hingga yang rumit, yang jika dilakukan secara manual akan memerlukan waktu yang lebih lama (Sarwono, 2006).

SPSS digunakan di berbagai instansi, universitas dan Perusahaan untuk melakukan analisis data. Contoh kegunaan program SPSS adalah dapat melakukan riset pemasaran, kuisisioner atau analisis data *survey*, representasi

data statistic, untuk mendokumentasikan data, untuk penelitian akademik mahasiswa, dan untuk membantu dalam pengambilan keputusan.

2.8.1 Uji T

Uji partial (uji T) adalah uji yang dilakukan untuk melihat apakah suatu variabel independent berpengaruh atau tidak terhadap variabel *dependen* dengan membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} .

Kriteria pengujian uji t adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka hipotesis ditolak, artinya variabel tersebut berpengaruh terhadap variabel *dependen*.
2. Jika nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka hipotesis diterima, artinya variabel tersebut tidak berpengaruh terhadap variabel *dependen*.

Tabel 2.2 Distribusi Nilai T tabel

dk	α untuk Uji Satu Pihak (<i>one tail test</i>)			
	0,25	0,10	0,05	0,025
	α untuk Uji Dua Pihak (<i>two tail test</i>)			
	0,50	0,20	0,10	0,05
21	0,686	1,323	1,721	2,080
22	0,686	1,321	1,717	2,074
23	0,685	1,319	1,714	2,069
24	0,685	1,318	1,711	2,064
25	0,684	1,316	1,708	2,060
26	0,684	1,315	1,706	2,056
27	0,684	1,314	1,703	2,052
28	0,683	1,313	1,701	2,048
29	0,683	1,311	1,699	2,045
30	0,683	1,310	1,697	2,042
40	0,681	1,303	1,684	2,021
60	0,679	1,296	1,671	2,000
120	0,677	1,289	1,658	1,980

Sumber: Konsultan statistik 2009

2.8.2 Uji F

Uji F (uji simultan) bertujuan untuk mencari apakah variabel *independen* secara bersama – sama mempengaruhi variabel *dependen*. Uji F dilakukan untuk melihat pengaruh dari seluruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat. Tingkatan yang digunakan adalah sebesar 0.5 atau 5%, jika nilai signifikan $F < 0.05$ maka dapat diartikan bahwa variabel *independen* secara simultan mempengaruhi variabel *dependen* ataupun sebaliknya (Ghozali, 2016).

Uji simultan F (Uji Simultan) digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh secara bersama – sama atau simultan antara variabel

independen terhadap variabel *dependen*. Pengujian statistik Anova merupakan bentuk pengujian hipotesis dimana dapat menarik kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik yang disimpulkan. Pengambilan keputusan dilihat dari pengujian ini dilakukan dengan melihat nilai F yang terdapat di dalam tabel ANOVA, tingkat signifikansi yang digunakan yaitu sebesar 0,05. Adapun ketentuan dari uji F yaitu sebagai berikut (Ghozali, 2016) :

1. Jika nilai signifikan $F < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya semua variabel *independen*/bebas memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel *dependen*/terikat.
2. Jika nilai signifikan $F > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 Artinya, semua variabel *independen*/bebas tidak memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel *dependen*/terikat.

Tabel 2.3 Distribusi Nilai F tabel

Df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)			
	1	2	3	4
91	3,95	3,10	2,70	2,47
92	3,94	3,10	2,70	2,47
93	3,94	3,09	2,70	2,47
94	3,94	3,09	2,70	2,47
95	3,94	3,09	2,70	2,47
96	3,94	3,09	2,70	2,47
97	3,94	3,09	2,70	2,47
98	3,94	3,09	2,70	2,46

99	3,94	3,09	2,70	2,46
100	3,94	3,09	2,70	2,46
101	3,94	3,09	2,69	2,46
102	3,93	3,09	2,69	2,46
103	3,93	3,08	2,69	2,46
104	3,93	3,08	2,69	2,46
105	3,93	3,08	2,69	2,46
106	3,93	3,08	2,69	2,46
107	3,93	3,08	2,69	2,46
108	3,93	3,08	2,69	2,46
109	3,93	3,08	2,69	2,45
110	3,93	3,08	2,69	2,45
111	3,93	3,08	2,69	2,45
112	3,93	3,08	2,69	2,45

Sumber: Junaidi 2010

2.9 Analisis Korelasi

Analisis koefisien korelasi digunakan untuk mengetahui arah dan kuatnya hubungan antar dua variabel atau lebih. Arah dinyatakan dalam bentuk hubungan positif atau negatif, sedangkan kuat atau lemahnya hubungan dinyatakan dalam besarnya koefisien korelasi (Sugiyono, 2017). Tanda (+) dan (-) yang terdapat dalam koefisien korelasi menunjukkan adanya arah hubungan antara variabel tersebut. Tanda (-) menunjukkan hubungan yang berlawanan arah, yang artinya jika satu variabel naik, maka yang lainnya turun. Sedangkan tanda (+) menunjukkan hubungan yang searah, yang artinya jika suatu variabel naik, maka yang lainnya naik.

Tabel 2.4 Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Koefisien Korelasi
0,00-0,199	Sangat Rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Tinggi
0,80-1,000	Sangat Tinggi

Sumber: Sugiyono, 2017

2.10 Studi Terdahulu

Untuk mendukung permasalahan terhadap bahasan, peneliti berusaha malacak berbagai literatur dan penelitian terdahulu (*prior research*) yang masih

relevan terhadap masalah yang menjadi objek penelitian saat ini. Selain itu yang menjadi syarat mutlak bahwa dalam penelitian ilmiah menolak yang namanya plagiatisme atau mencon tek secara utuh hasil karya tulisan orang lain. Oleh karena itu, untuk memenuhi kode etik dalam penelitian ilmiah maka sangat diperlukan eksplorasi terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Tujuannya adalah untuk menegaskan penelitian, posisi penelitian dan sebagai teori pendukung guna menyusun konsep berpikir dalam penelitian.

Menurut Larsen et all, (2018) dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Peralatan Bongkar Muat terhadap Produktivitas Bongkar Muat di PT. Pelindo II Cabang Pontianak” dihasilkan persamaan regresi linear sederhana yaitu $Y = -52,9 + 0,052 X$ dimana nilai $b = 0,052$ (positif) artinya jika peralatan bongkar muat (X) dinaikkan 1 point maka diharapkan produktivitas bongkar muat (Y) semakin baik menjadi 0,052 point. Pengaruh peralatan bongkar muat terhadap produktivitas bongkar muat adalah sangat signifikan. Penyebab tidak tercapainya *box crane hour* adalah faktor usia alat, ketersediaan suku cadang dan perawatan alat.

Sedangkan menurut Hinriyani (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Keterlambatan dan Efektivitas Kinerja Bongkar Muat Petikemas Terhadap Pendapatan Terminal Mirah di PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak Surabaya” dihasilkan persamaan regresi yaitu $Y = 5,565 + 0,307 X_1 + 0,417 X_2 + e$. Variabel keterlambatan (X_1) memiliki hubungan yang signifikan terhadap (Y) dengan t hitung sebesar 3,560 lebih besar sebesar 2,007, dengan tingkat signifikansi 0,001 lebih kecil dari α 0,05 itu artinya bahwa hipotesis pertama dalam penelitian ini terbukti kebenarannya atau dapat diterima. Variabel efektifitas kinerja bongkar muat (X_2) memiliki hubungan yang signifikan terhadap pendapatan (Y) dengan t hitung 4,060 lebih besar dari T tabel sebesar 2,007, dengan tingkat signifikansi 0,000 lebih kecil dari α 0,05. Dari hasil tersebut maka Hipotesis ke-2 dalam penelitian ini terbukti kebenarannya dan dapat diterima. Secara bersama-sama (simultan) variabel keterlambatan (X_1), dan efektifitas kinerja bongkar muat (X_2) secara bersama-sama (simultan) memiliki hubungan yang signifikan terhadap variabel *dependen* yaitu pendapatan (Y). Hal ini dibuktikan dengan nilai signifikan F hitung 28,064 lebih besar dari F tabel 3,18 dan tingkat signifikansi 0,000 lebih kecil dari α 0,05.

Fahirah (2020) dengan judul “ Analisis Waktu Bongkar Muat Petikemas di *Container Yard*” (Studi Kasus di Makassar *New Port*). Dari studi yang dilakukan,

didapat beberapa hasil sebagai berikut waktu penanganan petikemas di Makassar *New Port* antara lain, pada RTG *crane* diperoleh *effective time* dan *idle time* masing-masing berkisar antara 21:34 – 48:00 (MM:SS) dan 11:21 – 28:15 (MM:SS), pada *reach stacker* diperoleh *effective time* dan *idle time* masing-masing 07:04 – 09:20 (MM:SS) dan 46:35 – 49:35 (MM:SS). Dan untuk produktivitas penanganan petikemas di Makassar *New Port* antara lain: rata-rata produktivitas RTG *crane* sebanyak 30 box/jam sedangkan rata-rata produktivitas *reach stacker* sebanyak 103 box/jam.

Penelitian berikutnya yang relevan yaitu dengan judul “Analisis Kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) Dalam Sistem Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Dengan Menggunakan Metode Antrian”. Dari studi yang dilakukan, didapat beberapa hasil studi sebagai berikut yaitu arus petikemas di Terminal Petikemas Makassar, diketahui bahwa hingga tahun 2031, pertumbuhannya sebesar 838.319 TEU's, perhitungan waktu siklus bongkar muat yang diolah dari data primer waktu pelayanan RTG yang diambil langsung dilapangan penumpukan Terminal Petikemas Makassar, rata-rata siklus bongkar muat adalah sebesar 2,46 menit atau 2 menit 27 detik. Proyeksi hingga tahun 2031 menunjukkan bahwa sepanjang periode simulasi (15 tahun rencana) menunjukkan tidak adanya antrian dalam sistem, begitu juga dengan waktu tunggu dalam antrian. Hal ini berarti bahwa pada kondisi ideal operasional, petikemas yang datang langsung dilayani oleh RTG.

Adanya pertumbuhan petikemas tiap tahun mempengaruhi interval kedatangan petikemas persatuan waktu, jumlah rata-rata petikemas di dalam sistem antrian, dan tingkat utilitas/kesibukan atau kinerja rata-rata RTG (persentase dari waktu) yang meningkat setiap tahunnya seiring peningkatan arus petikemas. Namun pertumbuhan arus petikemas lantas berbanding terbalik dengan interval kedatangan rata-rata petikemas persatuan waktu dan kemungkinan sistem antrian dalam keadaan kosong (persentase waktu jeda RTG). Semakin meningkatkan arus petikemas tiap tahun membuat interval waktu kedatangan semakin cepat dan membuat sistem semakin sibuk yang mana menekan probabilitas persentase waktu jeda RTG tiap tahunnya. Untuk tingkat rata-rata kinerja RTG meningkat tiap tahun seiring pertumbuhan tingkat kedatangan petikemas, hingga tahun 2031 terhitung 24,6 persen dari waktu operasional RTG yang dinyatakan sibuk, sebaliknya kemungkinan waktu jeda (*idle time*) rata-rata RTG menurun hingga dua persen dari waktu operasional

RTG. Berdasarkan analisis kinerja fasilitas pelayanan RTG sampai tahun 2031, masih terdapat waktu jeda pada sistem, walaupun menurun tiap tahunnya. Persentase waktu sibuk meningkat namun hingga proyeksi jangka panjang masih sebesar 24,6 persen. Tidak adanya antrian dan waktu menunggu hingga 15 tahun mendatang, kita simpulkan bahwa jumlah RTG sebesar 16 unit (yang masih beroperasi) di Terminal Petikemas Makassar masih dalam kondisi *underoperated*. Artinya sistem masih mampu melayani tingkat pertumbuhan arus petikemas di Terminal Petikemas Makassar secara penuh.

Selanjutnya ada penelitian Naicker and Allopi (2015) yang berjudul "*Evaluating Straddle Carriers And Rubber Tyred Gantrys To Determine Which Would Be The Most Suitable Container Handling Infrastructure Between The Quay And Stack Area At The Durban Container Terminal; Pier 2*" memperoleh hasil bahwa Biaya operasi dan pembelian RTG sedikit lebih tinggi dari *Straddle Carriers*, namun biaya untuk memelihara *Straddle Carriers* jauh lebih tinggi daripada RTG, sangat sulit untuk mendapatkan tingkat produksi yang akurat dari kedua peralatan karena ada beberapa faktor-faktor yang perlu diperhitungkan, bagaimanapun, dilihat dari statistik yang diambil dari pergeseran tipikal terlihat bahwa tingkat produksi dengan sistem RTG-TT jauh melebihi sistem *Straddle Carriers*. Oleh karena itu, disarankan agar *Durban Container Terminal, Pier 2* mengadopsi sistem RTG-TT.

2.11 Tinjauan Empiris

No	Penulis	Judul Penelitian	Variabel/Indikator	Hasil Penelitian
1	A. Alya Fahirah	Analisis Waktu Bongkar Muat Petikemas di <i>Container Yard</i> (Studi Kasus di Makassar <i>New Port</i>)	Variabel <i>Independen</i> : X ₁ : Waktu Bongkar Muat Variable <i>Dependen</i> : Y ₁ : RTG Y ₂ : <i>Reach Stacker</i>	Waktu penanganan peti kemas di Makassar <i>New Port</i> antara lain, pada RTG crane diperoleh <i>effective time</i> dan <i>idle time</i> masing-masing berkisar antara 21:34 – 48.00 (MM:SS) dan 11:21-28:15 (MM:SS), sedangkan pada <i>reach stacker</i> diperoleh <i>effective time</i> dan <i>idle time</i> masing-masing 07:04 – 09:20 (MM:SS) dan 46:35-49:35 (MM:SS). Untuk rata-rata produktivitas RTG <i>crane</i> sebanyak 30 box/jam dan rata-rata produktivitas <i>reach stacker</i> sebanyak 103 box/jam.
2	Larsen Barasa, April Gunawan Malau, Arif Hidayat, Lili Purnamasita (2018).	Pengaruh Penggunaan Peralatan Bongkar Muat terhadap Produktivitas Bongkar Muat di PT. Pelindo II Cabang Pontianak.	Variabel <i>Independen</i> : X : Peralatan Bongkar Muat Variable <i>Dependen</i> : Y : Produktivitas Bongkar Muat.	Menggunakan Analisis Regresi Linier Sederhana. Hasil persamaan regresinya : $Y = -52,9 + 0,052 X$ dimana nilai $b = 0,052$ (positif) artinya jika peralatan bongkar muat (x) dinaikkan 1 point maka diharapkan produktivitas bongkar muat (y) semakin baik naik menjadi 0,052 point
3	Zabrina (2017).	Analisis Kinerja <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) Dalam Sistem Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Dengan Menggunakan Metode	Variabel <i>Independen</i> : X ₁ : Pelayanan Bongkar Muat Variable <i>Dependen</i> : Y : <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG)	Arus petikemas di Terminal Petikemas Makassar, diketahui bahwa hingga tahun 2031, pertumbuhannya sebesar 838.319 TEU's, perhitungan waktu siklus bongkar muat yang diolah dari data primer waktu pelayanan RTG yang diambil langsung dilapangan penumpukan

		Antrian” (Studi Kasus di Terminal Petikemas Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar)		Terminal Petikemas Makassar, rata-rata siklus bongkar muat adalah sebesar 2,46 menit atau 2 menit 27 detik. Proyeksi hingga tahun 2031 menunjukkan bahwa sepanjang periode simulasi (15 tahun rencana) menunjukkan tidak adanya antrian dalam sistem, begitu juga dengan waktu tunggu dalam antrian. Hal ini berarti bahwa pada kondisi ideal operasional, petikemas yang datang langsung dilayani oleh RTG.
4	Erlie Hinriyani (2019)	Analisis Keterlambatan dan Efektivitas Kinerja Bongkar Muat Petikemas Terhadap Pendapatan Terminal Mirah di PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak Surabaya.	Variabel <i>Independent</i> : X1: Keterlambatan X2: Efektivitas Kinerja Bongkar Muat Variabel <i>Dependent</i> : Y : Pendapatan	$Y = 5,565 + 0,307 X_1 + 0,417 X_2 + e$ Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel keterlambatan (X1) memiliki hubungan yang signifikan dan positif terhadap pendapatan (Y). Hal ini berarti semakin efektif kinerja bongkar muat maka pendapatan akan semakin meningkat. Secara bersama-sama (simultan) variabel keterlambatan (X1), dan Efektivitas kinerja bongkar muat (X2) secara bersama-sama (simultan) memiliki hubungan yang signifikan terhadap variabel dependen yaitu pendapatan (Y). Hal ini dibuktikan dengan nilai signifikan Fhitung 39,223 lebih besar dari Ftable 3,27 dan tingkat signifikansi 0.000 lebih kecil dari alpha 0.05
5	R. Naicker and D Allopi (2015).	<i>Evaluating Straddle Carriers And Rubber Tyred Gantrys To Determine Which Would Be The Most Suitable Container Handling</i>	Variabel Independen: X1: Keterlambatan Variabel Dependen : Y1 : <i>Rubber Tyred Gantry</i> Y2 : <i>Straddle Carriers</i>	Biaya operasi dan pembelian RTG sedikit lebih tinggi dari <i>Straddle Carriers</i> , namun biaya untuk memelihara <i>Straddle Carriers</i> jauh lebih tinggi daripada RTG, sangat sulit untuk mendapatkan tingkat produksi yang akurat dari kedua peralatan karena ada beberapa faktor-faktor yang perlu

		<i>Infrastructure Between The Quay And Stack Area At The Durban Container Terminal; Pier 2</i>		diperhitungkan, bagaimanapun, dilihat dari statistik yang diambil dari pergeseran tipikal (Tabel 2 dan 4) terlihat bahwa tingkat produksi dengan sistem RTG-TT jauh melebihi sistem <i>Straddle Carriers</i> . Oleh karena itu, disarankan agar <i>Durban Container Terminal, Pier 2</i> mengadopsi sistem RTG-TT.
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------