

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA PERALATAN *CONTAINER CRANE*
PADA PELAYANAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS
DI *MAKASSAR NEW PORT (MNP)***

Disusun dan diajukan oleh:

**YUNADIAH TRI REZKIA
D081 18 1311**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**ANALISIS KINERJA PERALATAN *CONTAINER CRANE* PADA
PELAYANAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS
MAKASSAR NEW PORT (MNP)**

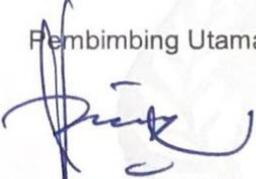
Disusun dan diajukan oleh

**Yunadiah Tri Rezkia
D081 18 1311**

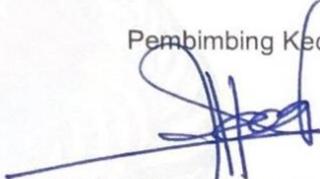
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal ...7 Juli... 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Ashury, ST.,MT..
NIP 197403182006041001

Pembimbing Kedua,


Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.,MT..
NIP 197506052002121003

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.,MT..
NIP 197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Yunadiah Tri Rezkia

NIM : D081181311

Program Studi : Teknik kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ANALISIS KINERJA PERALATAN CONTAINER CRANE PADA PELAYANAN
BONGKAR MUAT PETIKEMAS DI MAKASSAR NEW PORT (MNP)**

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, Juni 2023



Tanda tangan

Yunadiah Tri Rezkia

ABSTRAK

YUNADIAH TRI REZKIA. *Analisis Kinerja Peralatan Container Crane Pada Pelayanan Bongkar Muat Petikemas di Makassar New Port (MNP)* (dibimbing oleh Ashury, S.T.,M.T. dan Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T.,M.T)

Salah satu faktor yang dianggap cukup berpengaruh dalam kinerja suatu pelabuhan petikemas adalah faktor kesiapan dan ketersediaan kapasitas fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas dari atau ke kapal. Selain karena merupakan aktivitas utama dalam fungsi pelabuhan, faktor ini mempunyai arti yang sangat penting dalam menunjang bongkar muat petikemas di suatu pelabuhan. Atas dasar tersebut perlu dilakukan penelitian terhadap fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas terutama terhadap volume (jumlah) kapasitasnya agar dapat mengantisipasi volume permintaan petikemas yang cenderung semakin meningkat dari tahun ke tahun berikutnya.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi ketersediaan fasilitas dan peralatan untuk menangani bongkar muat petikemas dan meneliti kemungkinan apakah fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas yang dimiliki *Makassar New Port* sudah cukup memadai. Penelitian ini dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan kepada pihak pelabuhan dalam menambah fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas di tahun-tahun yang akan datang.

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data berupa data primer yaitu pengamatan langsung terhadap waktu siklus pelayanan *Container Crane* pada petikemas, dan data sekunder seperti data PDRB, jumlah penduduk, dan data bongkar muat petikemas. Data yang ada kemudian dianalisis untuk memperoleh kinerja peralatan *Container Crane* pada bongkar muat petikemas berdasarkan simulasi antrian.

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan diketahui peramalan permintaan petikemas bongkar sampai tahun 2041 sebesar 567.804 box per tahun dan untuk permintaan petikemas muat sampai tahun 2041 sebesar 704.329 box per tahun. Dapat disimpulkan berdasarkan analisis simulasi, fasilitas *Container Crane* (4 unit) sudah memadai untuk melayani sampai tahun 2031, untuk mengefisienkan pelayanan pada tahu mendatang diperlukan penambahan fasilitas.

Kata Kunci: Petikemas, Bongkar Muat, *Container Crane*

ABSTRACT

YUNADIAH TRI REZKIA. *Performance Analysis of Container Crane Equipment in Container Loading and Unloading Services at Makassar New Port (MNP)* (supervised by Ashury, S.T., M.T. and Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T)

One factor that is considered quite influential in the performance of a container port is the readiness and availability of the capacity of container loading and unloading facilities and equipment from or to the ship. Apart from being the main activity in the port function, this factor has a very important meaning in supporting the loading and unloading of containers at a port. On this basis, it is necessary to conduct research on container loading and unloading facilities and equipment, especially on the volume (amount) of capacity in order to anticipate the volume of container demand which tends to increase from one year to the next.

The purpose of this study is to evaluate the availability of facilities and equipment to handle container loading and unloading and to examine the possibility of whether the container loading and unloading facilities and equipment owned by Makassar New Port are sufficient. This research is used as a consideration for the port in adding container loading and unloading facilities and equipment in the coming years.

In this study, data collection was carried out in the form of primary data, namely direct observation of Container Crane service cycle time on containers, and secondary data such as PDRB data, population, and container loading and unloading data. The existing data is then analyzed to obtain the performance of Container Crane equipment on loading and unloading containers based on queue simulations.

From the results of the analysis and discussion that has been carried out, it is known that the forecasting of unloading container demand until 2041 is 567,804 boxes per year and for loading container demand until 2041 is 704,329 boxes per year. It can be concluded based on simulation analysis, Container Crane facilities (4 units) are adequate to serve until 2031, to streamline services in the future, additional facilities are needed.

Keywords: Container, Loading and Unloading, Container Crane

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
KATA PENGANTAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Pelabuhan	5
2.2 Pengertian Bongkar Muat.....	5
2.3 Jenis-Jenis Peralatan Bongkar Muat.....	6
2.4 Penanganan Muatan Petikemas	9
2.5 Terminal Petikemas	10
2.6 Lapangan Penumpukan.....	11
2.7 <i>Makassar New Port</i>	12
2.8 Metode Peramalan Permintaan.....	14
2.9 Parameter dan Pengujian Model	18
2.10 Pengujian Distribusi Kedatangan dan Pelayanan Petikemas di Pelabuhan	18
2.11 Teori Antrian.....	20
2.12 Studi Terdahulu.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Lokasi Penelitian	30
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	30

3.3	Teknik Analisis Data	33
3.4	Diagram Alir	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Peramalan Arus Petikemas	41
4.2	Parameter <i>Input</i> Simulasi	49
4.3	Uji Distribusi	54
4.4	Simulasi Antrian Model (M/M/4)	58
4.5	Pembahasan Hasil Analisis Antrian dan Simulasi	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Proses Bongkar Muat di Pelabuhan.....	6
Gambar 2.	Quayside Container Crane	7
Gambar 3.	Rubber Tyred Gantry	7
Gambar 4.	Reach Stacker	7
Gambar 5.	Side Loader.....	8
Gambar 6.	Head Truck.....	8
Gambar 7.	Chassis	8
Gambar 8.	Proses Bongkar/Muat Petikemas	9
Gambar 9.	Proses Bongkar/Muat Petikemas dengan <i>Container Crane</i>	10
Gambar 10.	Lokasi Pelabuhan Makassar	12
Gambar 11.	Lokasi <i>Makassar New Port</i>	13
Gambar 12.	Gambar Skema Sistem Antrian	21
Gambar 13.	Struktur Dasar Model Antrian	21
Gambar 14.	Sistem Antrian Muat Pada Objek Penelitian	22
Gambar 15.	Model Pelayanan Satu Saluran Satu Tahap	23
Gambar 16.	Model Pelayanan Banyak Saluran Satu Tahap	23
Gambar 17.	Model Pelayanan Satu Saluran Banyak Tahap	23
Gambar 18.	Model Pelayanan Banyak Saluran Banyak Tahap.....	24
Gambar 19.	Terminal Petikemas <i>Makassar New Port</i> , Jl. Sultan Abdullah Raya, Tallo	30
Gambar 20.	Input Data Ke SPSS	34
Gambar 21.	Variable View Untuk Mengedit Nama, Tipe dan lainnya.....	34
Gambar 22.	Tahap Uji Distribusi Pada Perintah <i>Toolbar</i>	35
Gambar 23.	Masukkan Data ke <i>Test Variable List</i>	35
Gambar 24.	<i>Output</i> Uji Distribusi SPSS	35
Gambar 25.	Alur Aktivitas Bongkar (a) dan Muat (b) di Pelabuhan Petikemas..	36
Gambar 26.	Membuat Model Simulasi Yang Tersedia Pada <i>Project Bar</i>	37
Gambar 27.	Hubungkan <i>Module</i> Menggunakan Perintah <i>Connect</i>	37
Gambar 28.	Input Pada <i>Module Create</i>	38
Gambar 29.	Input Pada <i>Module Process</i>	38
Gambar 30.	(a) Input Pada <i>Module Hold</i> , (b) <i>Window Expression Builder</i>	39
Gambar 31.	(a) Input Pada <i>Module Decide</i> , (b) <i>Window Expression Builder</i>	39
Gambar 32.	Perintah “Go” Untuk Menjalankan Simulasi	39

Gambar 33. Output Dari Simulasi Antrian di <i>Arena</i>	40
Gambar 34. Bagan Alir.....	32
Gambar 35. Grafik Pertumbuhan PDRB Makassar Tahun 2010-2021.....	42
Gambar 36. Hasil <i>Trend Linear</i> untuk Nilai PDRB	42
Gambar 37. Grafik Peramalan Pertumbuhan PDRB Makassar Tahun 2022-2041	43
Gambar 38. Grafik Pertumbuhan Penduduk Makassar Tahun 2010-2021	44
Gambar 39. Grafik Peramalan Pertumbuhan Penduduk Makassar Tahun 2022-2041	45
Gambar 40. Grafik Pertumbuhan Arus Bongkar Makassar Tahun 2019-2021	46
Gambar 41. Grafik Peramalan Petikemas Bongkar Makassar Tahun 2022-2041	47
Gambar 42. Grafik Pertumbuhan Arus Muat Makassar Tahun 2019-2021	48
Gambar 43. Grafik Peramalan Petikemas Muat Makassar Tahun 2022-2041 ...	49
Gambar 44. Distribusi Tingkat Kedatangan Petikemas Bongkar.....	54
Gambar 45. Distribusi Tingkat Kedatangan Petikemas Muat	55
Gambar 46. Distribusi Waktu Pelayanan Petikemas Bongkar.....	56
Gambar 47. Distribusi Waktu Pelayanan Petikemas Muat	57
Gambar 48. Hubungan Waktu Tunggu Rata-rata (WT) dengan Waktu Jeda Rata-rata (IT)	65
Gambar 49. Hubungan Antara Tingkat Kedatangan Petikemas dengan Waktu Sistem	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Element Kegiatan Penanganan Petikemas	10
Tabel 2. Rincian Tahapan Pembangunan <i>Makassar New Port</i>	13
Tabel 3. Studi Terdahulu	29
Tabel 4. Data PDRB Makassar Tahun 2010-2021	41
Tabel 5. Peramalan PDRB Makassar Tahun 2022-2041	43
Tabel 6. Data Penduduk Makassar Tahun 2010-2021	43
Tabel 7. Tingkat Pertumbuhan Penduduk Tiap Tahun	44
Tabel 8. Peramalan Jumlah Penduduk Makassar Tahun 2022-2041	45
Tabel 9. Data Petikemas Bongkar Makassar Tahun 2019-2021	45
Tabel 10. Variabel Regresi Untuk Nilai Bongkar	46
Tabel 11. Ramalan Petikemas Bongkar Tahun 2022-2041	47
Tabel 12. Data Petikemas Muat Makassar Tahun 2019-2021	47
Tabel 13. Variabel Regresi Untuk Nilai Muat	48
Tabel 14. Ramalan Petikemas Muat Tahun 2022-2041	49
Tabel 15. Karakteristik Data Harian Bongkar Petikemas (2021)	50
Tabel 16. Karakteristik Data Jam-jam-an Bongkar Petikemas (2021).....	50
Tabel 17. Ramalan Tingkat Kedatangan Rata-rata Bongkar Petikemas.....	51
Tabel 18. Karakteristik Data Harian Muat Petikemas (2021).....	52
Tabel 19. Karakteristik Data Jam-jam-an Muat Petikemas (2021)	52
Tabel 20. Ramalan Tingkat Kedatangan Rata-rata Muat Petikemas	53
Tabel 21. Data Pengamatan Waktu Pelayanan <i>Container Crane</i>	53
Tabel 22. Input Simulasi Antrian	59
Tabel 23. Output Simulasi Antrian	59
Tabel 24. Parameter <i>Input</i> Sistem Arus Bongkar Petikemas.....	60
Tabel 25. Parameter <i>Input</i> Sistem Arus Muat Petikemas	61
Tabel 26. Hasil Simulasi Antrian Untuk Petikemas Bongkar	62
Tabel 27. Hasil Simulasi Antrian Untuk Petikemas Muat	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Peramalan PDRB Makassar Tahun 2022-2041	71
Lampiran 2.	Peramalan Jumlah Penduduk Makassar Tahun 2022-2041	71
Lampiran 3.	Ramalan Petikemas Bongkar Tahun 2022-2041.....	72
Lampiran 4.	Ramalan Petikemas Muat Tahun 2022-2041	72
Lampiran 5.	Data Harian Bongkar Muat Periode 2021	73
Lampiran 6.	Data Jam-jaman Bongkar Muat Periode 2021.....	75
Lampiran 7.	Tingkat Kedatangan Petikemas Periode September 2021	77
Lampiran 8.	Data Pengamatan Waktu Pelayanan <i>Container Crane</i>	78
Lampiran 9.	Tabel Nilai Kritis Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	79
Lampiran 10.	Hasil <i>Running Software SPSS, Non Parametric Test, 1-Sample K-S</i> , Untuk Kedatangan Petikemas Bongkar.	80
Lampiran 11.	Hasil <i>Running Software SPSS, Non Parametric Test, 1-Sample K-S</i> , Untuk Kedatangan Petikemas Muat.....	80
Lampiran 12.	Hasil <i>Running Software SPSS, Non Parametric Test, 1-Sample K-S</i> , Untuk Waktu Pelayanan Petikemas Bongkar	81
Lampiran 13.	Hasil <i>Running Software SPSS, Non Parametric Test, 1-Sample K-S</i> , Untuk Waktu Pelayanan Petikemas Muat.....	81

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, pemilik segala kesempurnaan dengan segala rahmat-Nya yang telah memberikan penulis kekuatan, kesabaran, ketenangan, dan karunia selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah membawa cahaya peradaban yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan hingga saat ini.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian terkait “**Analisis Kinerja Peralatan *Container Crane* Pada Pelayanan Bongkar Muat Petikemas DI *Makassar New Port (MNP)*”** yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Melalui kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada kedua Orangtua yang telah memberikan doa dan dukungan tak henti-hentinya serta menjadi motivasi terbesar penulis sehingga penulis bisa melangkah sejauh ini. Tanpa mengurangi rasa hormat dan dengan rendah hati penulis ucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Kelautan FT-UH sekaligus dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan petunjuk serta ilmunya yang berharga sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik;
2. Bapak **Ashury, ST., MT.** selaku dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu nya dalam mengarahkan dan membimbing penulis dari awal penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini;
3. Ibu **Dr. Hasdinar Umar, ST., MT.** selaku Penasihat Akademik yang telah banyak memberikan arahan dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Kelautan UNHAS;
4. Seluruh **Dosen dan Staff Akademik** Departemen Teknik Kelautan UNHAS yang telah banyak memberikan pembelajaran dan pengalaman berharga kepada penulis selama menempuh perkuliahan di Teknik Kelautan UNHAS;

5. Teman-Teman Teknik Kelautan 2018 yang banyak memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis serta terimakasih telah menjadi keluarga kedua penulis dalam suka duka yang dilalui bersama selama di tempat perantaun ini;
6. Pihak-pihak lain yang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan pembelajaran dan evaluasi bagi penulis dalam penelitiann kedepannya. Penulis berharap semoga tulisan ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan kepada penulis terkhususnya. Akhir kata penulis ucapkan,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Gowa, Juni 2023

Penulis

Yunadiah Tri Rezkia

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri atas 17.504 pulau besar dan kecil yang terpisahkan oleh 12 lautan dan 47 selat dengan luas 5,8 juta km² yang terdiri atas 2,8 km² perairan pedalaman, 0,3 juta km² laut teritorial dan 2,7 juta km² zona ekonomi eksklusif dengan garis pantai sepanjang 95,181 km. Kondisi ini menyebabkan sektor maritim menjadi sangat strategis bagi Indonesia meliputi aspek ekonomi, hukum dan pertahanan keamanan, lingkungan dan sosial budaya. Kondisi pulau yang terpisah-pisah tersebut mempunyai konsekuensi dibutuhkannya fasilitas transportasi laut yang menjadi bagian penting dalam pertumbuhan ekonomi baik secara regional, nasional maupun internasional. Pelabuhan sebagai infrastruktur penting dalam membangun ekonomi daerah khususnya pemerataan pembangunan (Yudhistira & Sofiyandi, 2017).

Pentingnya transportasi tersebut tercermin pada penyelenggaraannya yang mempengaruhi semua aspek kehidupan bangsa dan negara serta semakin meningkatnya kebutuhan jasa angkutan bagi mobilitas orang dan barang dalam negeri serta ke dan dari luar negeri. Salah satu komponen dari sistem angkutan laut adalah pelabuhan, dimana pelabuhan laut mempunyai fungsi utama, yaitu sebagai tempat yang aman untuk berlabuh dan bertambatnya kapal-kapal dan sebagai terminal transfer barang dan penumpang melalui angkutan darat dan angkutan laut.

Dengan adanya Peraturan Pemerintah Nomor 11 tahun 1983 dan Peraturan Pemerintah Nomor 16 tahun 1983 tentang Perusahaan Umum Pelabuhan yaitu tentang perubahan status dari Badan Pengusaha Pelabuhan (BPP) menjadi Perusahaan Umum Pelabuhan III, maka sifat utama perusahaan adalah menyediakan pelayanan umum dan sekaligus memupuk keuntungan berdasarkan prinsip pengelolaan perusahaan. Sedangkan maksud dan tujuannya adalah mengusahakan jasa kepelabuhanan untuk menunjang kelancaran angkutan laut. Dengan dikeluarkannya Instruksi Presiden Nomor 4 tahun 1985 mengenai kebijaksanaan dalam memperlancar arus barang antar pulau maupun ekspor dan impor utamanya menggalakkan ekspor non migas.

Demikian pula dengan *Makassar New Port* yang mempunyai potensi sumber daya alam dari daerah hinterland yang cukup besar, maka perannya

cukup penting dalam pengembangan wilayah dan ekonomi di kawasan Sulawesi Selatan khususnya dan Indonesia pada umumnya. Dengan dioperasikan dermaga untuk melayani angkutan petikemas dengan kapal *container* adalah untuk mengantisipasi kebutuhan permintaan angkutan petikemas yang semakin meningkat, karena dengan kontainerisasi tersebut memberikan nilai lebih pada dunia perdagangan dengan adanya dimensi keamanan dan kecepatan.

Perkembangan teknologi angkutan laut memungkinkan kapal petikemas memiliki daya angkut yang lebih besar serta waktu bongkar muat barang lebih cepat dibandingkan dengan cara penanganan bongkar muat yang konvensional. Salah satu faktor yang dianggap cukup berpengaruh dalam kinerja suatu pelabuhan petikemas adalah faktor kesiapan dan ketersediaan kapasitas fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas dari atau ke kapal. Selain karena merupakan aktivitas utama dalam fungsi pelabuhan, faktor ini mempunyai arti yang sangat penting dalam menunjang bongkar muat petikemas di suatu pelabuhan.

Atas dasar tersebut perlu dilakukan penelitian terhadap fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas terutama terhadap volume (jumlah) kapasitasnya agar dapat mengantisipasi volume permintaan petikemas yang cenderung semakin meningkat dari tahun ke tahun berikutnya. Dengan demikian dapat mengefisienkan pengoperasian fasilitas dan peralatan dan meningkatkan pelayanan bongkar muat petikemas di *Makassar New Port* pada tahun-tahun mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Bertitik tolak bahwa diperkirakan di tahun mendatang arus volume petikemas yang melalui *Makassar New Port* terus meningkat. Maka salah satu upaya untuk mengantisipasi lonjakan tersebut diperlukan penelitian terhadap kesiapan dan ketersediaan peralatan bongkar muat petikemas.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi ketersediaan fasilitas dan peralatan untuk menangani bongkar muat petikemas dan meneliti kemungkinan apakah fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas yang dimiliki *Makassar New Port* sudah cukup memadai, guna menjaga kelancaran penanganan

bongkar muat petikemas, sesuai dengan permintaan arus petikemas pada tahun yang direncanakan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan kepada pihak pelabuhan dalam menambah fasilitas dan peralatan bongkar muat petikemas ditahun-tahun yang akan datang agar tidak kehilangan konsumennya karena biaya menunggu yang terlalu tinggi yang disebabkan oleh lamanya waktu pelayanan (kurangnya fasilitas dan peralatan yang harus menanganinya).

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

Berisikan konsep penyusunan penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Mulai dari gambaran umum lokasi, ruang lingkup pelabuhan, kegiatan bongkar muat, serta pengertian antrian yang digunakan sebagai metode dalam menyelesaikan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memberikan penjelasan tentang lokasi dan waktu penelitian, data yang dibutuhkan untuk penelitian, serta metode pengolahan data.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil pengamatan dan perhitungan waktu siklus bongkar muat *container crane* secara langsung di lapangan yang kemudian diolah dan dianalisis menggunakan beberapa aplikasi pendukung dengan mempertimbangkan beberapa aspek yang ada.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan yang dibahas pada bab-bab sebelumnya yang mencakup kesimpulan yang di peroleh dari

hasil pengukuran dan pengolahan data batimetri serta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pelabuhan

Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindungi terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, kran-kran (*crane*) untuk bongkar muat barang, gudang laut (*transito*) dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang di mana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pelanggan (Triatmojo, 2010). Terminal ini dilengkapi dengan jalan kereta api dan/atau jalan raya.

Pelabuhan merupakan salah satu simpul dari mata rantai bagi kelancaran angkutan muatan laut dan darat (Kramadibrata, 2002). Jadi secara umum pelabuhan adalah suatu daerah perairan yang terlindungi dari badai/ombak/arus, sehingga kapal dapat berputar (*turning basin*), bersandar/ membuang sauh dan bongkar muat atas barang dan perpindahan penumpang dapat dilaksanakan.

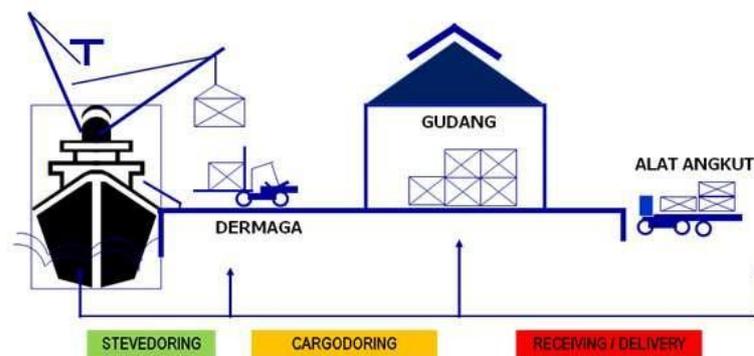
Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 69 Tahun 2001 tentang Kepelabuhanan, yang dimaksud pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

2.2 Pengertian Bongkar Muat

Keputusan Menteri Perhubungan berdasarkan Undang-undang No. 21 Tahun 1992, KM No. 14 Tahun 2002, Bab I Pasal 1, Bongkar muat adalah kegiatan bongkar muat barang dari dan atau ke kapal meliputi kegiatan pembongkaran barang dari palka kapal ke atas dermaga di lambung kapal ke gudang lapangan penumpukan atau sebaliknya (*stevedoring*), kegiatan pemindahan barang-barang dari dermaga di lambung kapal ke gudang lapangan penumpukan atau sebaliknya (*cargodoring*) dan kegiatan pengambilan barang dari gudang atau lapangan di bawa ke atas truk atau sebaliknya (*receiving/delivery*).

Menurut KM No. 25 Tahun 2002 Pasal 1 Tentang Pedoman Dasar Perhitungan Tarif Pelayaran Jasa Bongkar Muat dari dan ke kapal di pelabuhan:

1. *Stevedoring* : Pekerjaan 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.
2. *Cargodoring* : Pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala (*eks tackle*) di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan selanjutnya menyusun di gudang lapangan atau sebaliknya.
3. *Receiving/delivery* : Pekerjaan memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun di atas kendaraan di pintu gudang/lapangan penumpukan atau sebaliknya.



Gambar 1. Proses Bongkar Muat di Pelabuhan
(Sumber: Google Image, 2022)

2.3 Jenis-Jenis Peralatan Bongkar Muat

Menurut Lasse (2012:30) jenis-jenis untuk alat bongkar muat petikemas ada delapan, tetapi alat bongkar muat yang digunakan di *Makassar New Port* khususnya di lapangan hanya ada 6 yaitu:

1. Container Crane



Gambar 2. Quayside Container Crane
(Sumber: <https://www.weihuacraneglobal.com>)

Container crane adalah derek yang digunakan untuk membongkar atau memuat petikemas dari dan ke dermaga ke kapal petikemas atau memindahkan petikemas dari satu ke tempat lain di dalam palka kapal.

2. Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)



Gambar 3. Rubber Tyred Gantry
(Sumber: <https://www.weihuacraneglobal.com>)

RTG crane adalah suatu alat angkut yang berfungsi untuk memindahkan *container* dari *head truck* ke *container yard* atau sebaliknya dan sebagai pengatur tumpukan susunan *container*.

3. Reach Stacker



Gambar 4. Reach Stacker
(Sumber: <https://www.kalmarglobal.com>)

Reach stacker adalah alat berat yang banyak digunakan di pelabuhan atau depo petikemas atau *container yard*.

4. Side Loader



Gambar 5. Side Loader
(Sumber: <https://www.rentco.com.au>)

Side loader adalah salah satu jenis alat angkut angkut yang prinsip kerjanya mengangkat dan mengangkut beban (petikemas) dari arah samping.

5. Head Truck



Gambar 6. Head Truck
(Sumber: <https://imgx.gridoto.com>)

Head truck + chassis adalah alat bongkar muat kapal yang merupakan *truck* yang dirancang dapat menarik *chassis* ukuran 20 *feet* maupun 40 *feet*, mempunyai fleksibilitas tinggi dalam hal pengangkutan petikemas karena *chassis* dapat dilepas.

6. Chassis



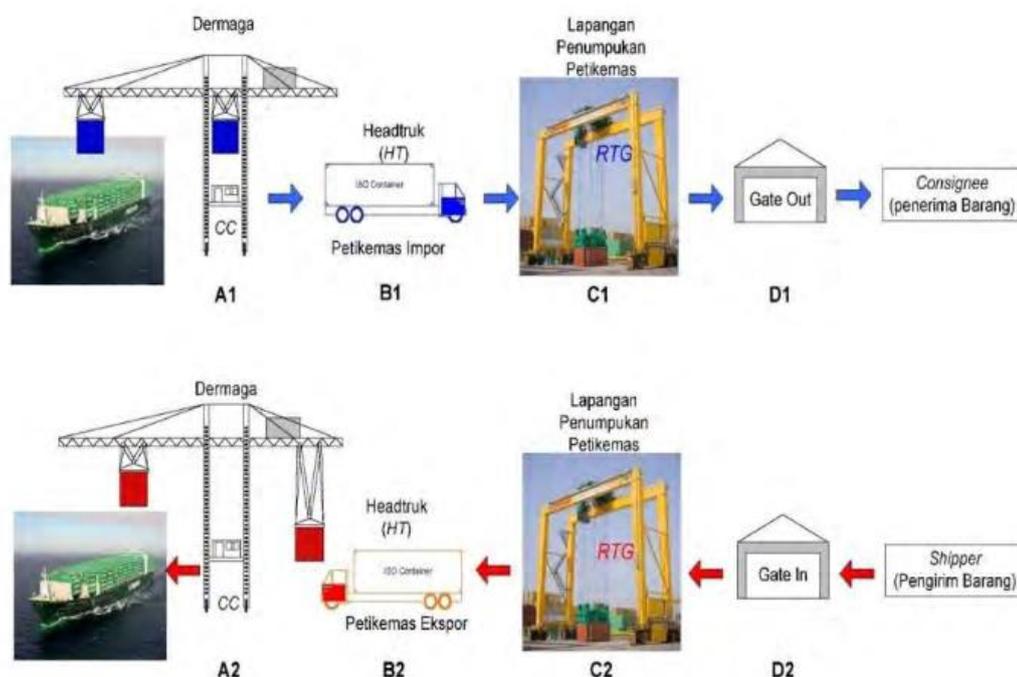
Gambar 7. Chassis
(Sumber: <http://ootn.us>)

Chassis adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang. Biasanya *chassis* terbuat dari kerangka baja yang memegang *body* dan *engine* dari sebuah kendaraan.

2.4 Penanganan Muatan Petikemas

Kegiatan di terminal petikemas yaitu perpindahan arus barang angkutan darat ke angkutan laut atau sebaliknya dengan singkatan *full container* dengan kegiatannya:

1. Petikemas (PK) diangkut oleh angkutan darat (*trailer*) sampai ke pelabuhan kemudian PK diangkut dengan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) diletakkan di terminal penumpukan.
2. Dengan menggunakan RTG, PK tersebut diangkut dan ditata untuk menunggu kapal pengangkutnya.
3. Setelah kapal pengangkut datang dan siap di dermaga, PK dari terminal penumpukan diangkat dengan RTG diletakkan di atas *Head Truck* (HT) diangkat ke apron dermaga kapal tersebut bersandar.
4. Dengan menggunakan *Gantry Crane* PK diangkat dari HT dan dimasukkan ke kapal.
5. Setelah barang tersebut diangkut ke dalam kapal, kapal meninggalkan dermaga menuju negara/daerah yang dituju. Begitupun sebaliknya. Jika digambarkan maka proses bongkar muat sesuai dengan Gambar 9:



Gambar 8. Proses Bongkar/Muat Petikemas

(Sumber: Google image, 2022)

A1 : Pelayanan bongkar petikemas impor dari kapal (CC) di dermaga.

A2 : Pelayanan muat petikemas ekspor ke kapal (CC) di dermaga.

B1 : Pelayanan transfer petikemas impor dari dermaga ke CY oleh HT.

B2 : Pelayanan transfer petikemas ekspor dari CY ke dermaga oleh HT.

C1 : Pelayanan petikemas impor oleh RTG di CY.

C2 : Pelayanan petikemas ekspor oleh RTG di CY.

D1 : Pelayanan petikemas impor di pintu keluar Terminal *Multipurpose*.

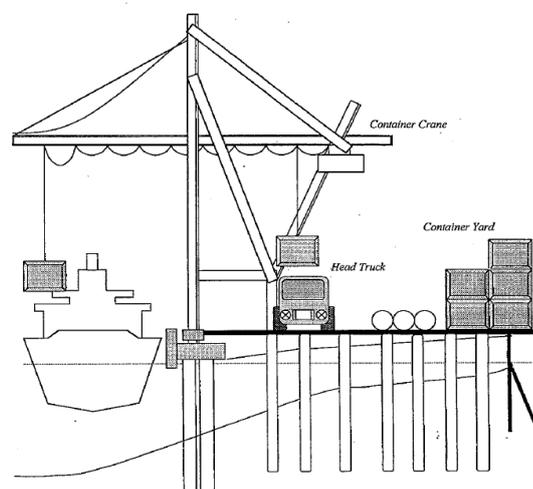
D2 : Pelayanan petikemas ekspor di pintu masuk Terminal *Multipurpose*.

Dari Gambar 8, maka kegiatan yang terjadi pada terminal petikemas dalam kaitannya bongkar muat petikemas dapat disajikan sebagaimana pada Tabel 1:

Tabel 1. Element Kegiatan Penanganan Petikemas

No	Kegiatan	Uraian	Alat
1	<i>Unloading/Loading</i>	<i>Membongkar petikemas dari kapal ke truk khusus dan sebaliknya</i>	<i>Gantry crane, Crane kapal</i>
2	<i>Haulage</i>	<i>Memindahkan/mengangkut petikemas dari apron ke lapangan penumpukan</i>	<i>Head truck</i>
3	<i>Angsur</i>	<i>Memindahkan petikemas dari truk khusus ke lapangan penumpukan</i>	<i>Top loader, forklift</i>
4	<i>Lift on, Lift off</i>	<i>Mengangkat petikemas, menurunkan petikemas</i>	<i>Transtainer, top loader dan forklift</i>
5	<i>Stripping, Stuffing</i>	<i>Memuat petikemas, membongkar petikemas</i>	<i>Forklift</i>
6	<i>Delivery</i>	<i>Mengangkut petikemas keluar terminal</i>	<i>Head truck</i>

Sumber : Banu Santoso, 1998



Gambar 9. Proses Bongkar/Muat Petikemas dengan *Container Crane*
(Sumber: Google Image, 2022)

2.5 Terminal Petikemas

Menurut Udi (2014), pengiriman barang dengan menggunakan petikemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ke tahun. Pengangkutan dengan menggunakan petikemas memungkinkan barang-barang

digabung menjadi satu dalam petikemas sehingga aktivitas bongkar muat barang dapat dimekanisasikan. Terminal petikemas adalah terminal yang dilengkapi sekurang-kurangnya dengan fasilitas tambahan seperti dermaga, lapangan penumpukan (*container yard*), serta peralatan yang layak untuk melayani kegiatan bongkar muat petikemas. Unit Terminal Petikemas adalah terminal di pelabuhan yang khusus melayani petikemas dengan sebuah lapangan (*yard*) yang luas dan diperkeras untuk menumpuk petikemas yang dibongkar atau yang dimuat ke kapal, maka bongkar muat dilakukan dengan alat *container crane*, yaitu derek laut yang hanya dapat digunakan untuk membongkar dan memuat petikemas dengan kapasitas maksimal 40 ton.

Berbeda dengan terminal *break-bulk* yang tidak memungkinkan penumpukan barang muatan di dermaga, terminal petikemas justru menyediakan lapangan penumpukan (*container stacking yard*) di *water front* atau di dermaga berhadapan dengan kapal (Lasse, 2014).

Menurut Pelabuhan Indonesia (2012), fungsi inti dari terminal petikemas antara lain:

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

2.6 Lapangan Penumpukan

Menurut Lasse (2014), jasa pergudangan dan lapangan penumpukan diselenggarakan untuk mendukung kelancaran barang ke/dari atas kapal. Merupakan tindak lanjut kegiatan *ship operation* atau *stevedoring*, kegiatan *quay transfer* atau *cargodoring* adalah pelayanan barang di sepanjang rute antara dermaga ke/dari sarana penyimpanan. Barang muat ditransfer dari gudang atau lapangan penumpukan ke atas kapal, dan sebaliknya barang bongkar ditransfer dari kapal ke gudang atau lapangan penumpukan sebagai rute tidak langsung (*indirect delivery*).

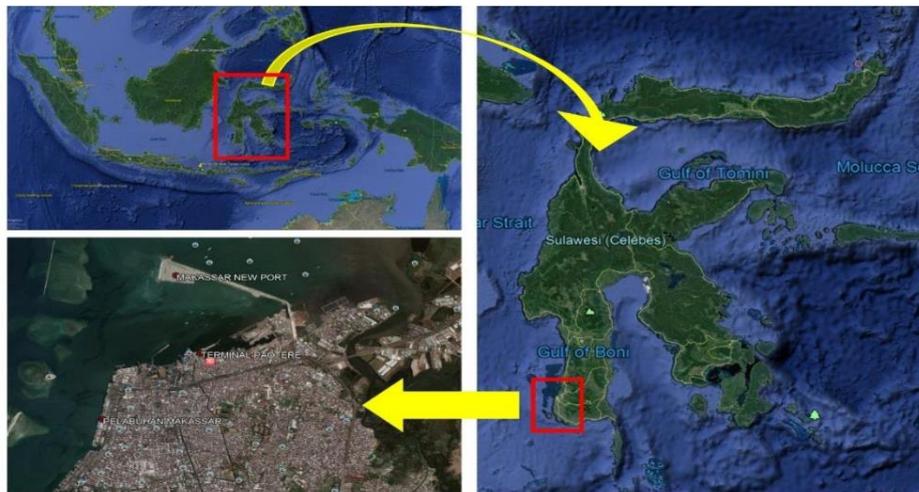
1. Gudang dan Lapangan Lini 1 adalah Tempat Penimbunan Sementara (TPS) di lokasi terdepan dengan aktivitas bongkar-muat barang dari/ke kapal. Gudang lini 1 disebut juga sebagai gudang *transito* karena barang yang

disimpan disana adalah muatan kapal yang masih dalam pengurusan dokumen kepabeanan. Gudang lini 1 baik berupa gudang tertutup ataupun gudang terbuka (*open storage*) termasuk gudang industri jasa kepelabuhanan. Peran dari gudang lini 1, yakni memperlancar kegiatan membongkar dan memuat muatan kapal tanpa menunggu-nunggu penerima barang atau kedatangan barang, sehingga kapal dapat menyelesaikan waktu sandar (*berthing time*) seefisien dan sesingkat mungkin.

2. Gudang dan Lapangan Lini 2 adalah gudang yang dibangun di lokasi belakang gudang lini 1. Peruntukan gudang/lapangan lini 2 adalah sebagai perpanjangan (*verlengsruck*) lini 1 dalam arti menampung limpahan barang dari gudang lini 1 berstatus sebagai gudang *transito* dan diperlakukan sama seperti gudang lini 1, karakteristik maupun pengenaan tarif berlaku sama seperti gudang lini 1 dan barang berada di bawah pengawasan bea cukai dan fasilitas pendukung (*backup facility*) secara geografis berada di area pelabuhan, namun tidak berhadapan langsung dengan laut (*waterfront*) atau kapal.

2.7 Makassar New Port

Pelabuhan Makassar merupakan pelabuhan utama sebagai pusat kolektor dan distributor barang untuk Kawasan Timur Indonesia karena memiliki letak yang strategis yang didukung dengan daerah hinterland yang potensial. Selama beberapa tahun, arus bongkar muat barang di Pelabuhan Makassar mengalami peningkatan khususnya arus Petikemas yang mengalami tingkat pertumbuhan rata-rata sebesar 4,38 %.



Gambar 10. Lokasi Pelabuhan Makassar
(Sumber : Google Earth, 2022)

Pada tahun 2017 realisasi arus petikemas telah mencapai 610.819 TEU's dan kapasitas yang tersedia di Terminal Petikemas Makassar adalah 700.000 TEU's (Sumber: Pelindo IV). Kondisi Terminal Hatta saat ini telah stagnan dengan jumlah arus petikemas yang setiap tahunnya meningkat sehingga dilakukan pembangunan terminal baru yaitu Terminal Petikemas *Makassar New Port*.

Pembangunan Terminal Petikemas *Makassar New Port* nantinya akan menggantikan fungsi dari Terminal Petikemas Makassar dengan tujuan untuk sebagai pusat konsolidasi petikemas kawasan timur Indonesia dan *international port* yang mendukung kebijakan *direct call* ekspor produk-produk hasil pertanian dan perikanan dari wilayah Sulawesi Selatan ke Asia dan Eropa.



Gambar 11. Lokasi *Makassar New Port*
(Sumber : Google Earth, 2022)

Terminal Petikemas *Makassar New Port* akan membentuk kawasan pelabuhan terpadu dalam mendukung kawasan industri serta kegiatannya yang dilaksanakan dalam wilayah terminal ini. Tahapan pembangunan *Makassar New Port* dilakukan dengan beberapa tahap dengan kapasitas yang berbeda-beda sesuai rincian pembangunannya seperti terlihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Rincian Tahapan Pembangunan *Makassar New Port*

Tahapan	Perencanaan Fasilitas			
	Tahun Pembangunan	Panjang Dermaga (m)	Kedalaman Kolam (m)	Luas CY (Ha)
IA	2015 – 2018	320	-16	16
IB	2018 – 2020	650	-16	32
IC	2020 – 2022	1600	-16	48
II	2022 – 2032	2835	-16	148

Sumber: TPK Makassar New Port, 2022

2.8 Metode Peramalan Permintaan

Dalam suatu sistem dikenal adanya permintaan atau *demand* dan pelayanan atau *supply*. Permintaan pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti waktu yang selalu bersifat selalu berubah. Sementara pelayanan pada umumnya lebih berkaitan dengan faktor-faktor internal sistem dan tidak terpengaruhi oleh waktu karena cenderung stabil. Karena permintaan selalu berubah seiring perubahan waktu, maka untuk menentukan besarnya permintaan dalam kurun waktu tertentu mendatang, perlu dilakukan suatu proses prakiraan atau peramalan. Proses prakiraan atau peramalan ini dapat menggunakan cara analisis statistik atau dengan menggunakan metode simulasi. Metode mana yang akan digunakan sangat tergantung pada beberapa pertimbangan yang diperlukan seperti ketersediaan alat peramalan, ada tidaknya data pendukung, kemudahan pelaksanaan dan akurasi hasil yang diinginkan.

2.8.1 Metode Analisis Statistik

Metode peramalan dengan menggunakan metode analisis statistik biasanya didasarkan pada data-data terdahulu yang sudah ada. Metode ini dapat dibedakan menurut pola pendekatannya yaitu metode yang hanya mempertimbangkan kecenderungan pertumbuhan satu jalur seperti metode *time series* dan metode yang menyertakan jalur-jalur yang lain seperti metode regresi.

1. Metode *Time Series*

Suatu pertumbuhan diasumsikan mengikuti kecenderungan rata-rata pertumbuhan sebelumnya tanpa mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pertumbuhan mendatang ditentukan berdasarkan tingkat pertumbuhan tiap kurun waktu yang telah terjadi. Secara matematis metode *time series* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = P_0(1 + i) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

P = suatu nilai saat ini

P₀ = nilai awal

i = tingkat pertumbuhan tiap kurun waktu tertentu (misal tahun), %

n = jumlah tahun rencana pertumbuhan yang diinginkan

2. Metode *Trend Linear*

Merupakan suatu metode peramalan serangkaian waktu yang sesuai dengan garis tren terhadap serangkaian titik-titik data masa lalu, kemudian

diproyeksikan ke dalam peramalan masa depan. Secara matematis metode *trend linear* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{y} = a + bx \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

\hat{y} = nilai terhitung dari variabel yang akan diprediksi

a = persilangan sumbu y

b = kemiringan garis regresi

x = variabel bebas (waktu)

3. Metode Regresi

Berbeda dengan metode time series yang hanya memperhatikan satu variabel sebagai peramalan pertumbuhan, metode regresi memperhatikan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan. Karena memperhatikan faktor lain dalam proses peramalan, maka metode regresi selalu akan terdiri dari beberapa variabel (minimal 2 variabel).

Ciri utama dari metode regresi adalah adanya variabel bebas (*independent variate*) dan variabel tak bebas (*dependent variate*). Variabel bebas diartikan sebagai variabel yang besar nilainya tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Sedangkan variabel tak bebas didefinisikan sebagai variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel atau parameter lainnya. Variabel bebas umumnya bersifat random atau acak sedangkan variabel tak bebas biasanya bersifat teratur atau sekuensial.

a. Regresi *linear*

Regresi *linear* merupakan model regresi yang paling sering digunakan karena mudah digunakan dan diinterpretasikan hasilnya. Ada dua jenis model regresi *linear*, yaitu model regresi *linear* tunggal (*single variate regression*) dan regresi *linear* berganda (*multivariate regression*).

1) Regresi *linear* tunggal

Secara matematis, model regresi *linear* tunggal dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.3).

$$Y = b_0 + b_1X \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

X = variabel bebas

b_0 = konstanta regresi untuk X = 0

b_1 = konstanta arah regresi *linear* dan menyatakan perubahan rata-rata variabel Y untuk setiap perubahan variabel X sebesar satu unit.

2) Regresi *linear* berganda

Secara matematis, model regresi *linear* berganda dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.4)

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

$X_1 \dots X_k$ = variabel-variabel bebas

$b_0 \dots b_k$ = parameter-parameter dari persamaan regresi

b. Regresi non *linear*

Model regresi non *linear* digunakan jika kecenderungan hubungan antara dua variabel tidak bersifat *linear*. Untuk membuktikan ketidaklinieran ini dapat digunakan uji linieritas. Ada beberapa model regresi non *linear* yang sering digunakan diantaranya adalah sebagai berikut:

1) Model kuadrat

Secara matematis, model kuadrat dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.5).

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

X = variabel-variabel bebas

$b_0 \dots b_k$ = parameter-parameter

2) Model pangkat

Secara matematis, model pangkat dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.6).

$$Y = b_0X^{b_1} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

X = variabel-variabel bebas

$b_0 \dots b_k$ = parameter-parameter

3) Model logaritmik

Secara matematis, model logaritmik dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.7).

$$Y = b_0 \div b_1 \cdot \ln(x) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

X = variabel-variabel bebas

b_0 = intersep

b_1 = koefisien kecenderungan

4) Model eksponensial

Secara matematis, model eksponensial dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.8).

$$Y = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot x} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

X = variabel-variabel bebas

$b_0 \dots b_k$ = parameter-parameter

e = bilangan alam (2,987)

Disamping model-model non *linear* seperti tercantum di atas, masih ada beberapa model lainnya seperti model S, *compound*, *invers*, kubik, polinomial, dll.

2.8.2 Metode Simulasi

Simulasi dapat didefinisikan sebagai suatu proses pengambilan keputusan tentang suatu sistem dengan menggunakan model yang memiliki kemiripan asli (Gottfried, B., S., 1984). Karenanya simulasi berkaitan dengan pembentukan suatu model yang sedemikian hingga menyerupai kenyataan.

Ciri utama dari model simulasi adalah adanya proses coba-coba (*trial and error*). Dalam prakteknya proses coba-coba ini dilakukan dalam bentuk pembentukan suatu nilai randam yang dijadikan sebagai *input* bagi sistem yang akan diproses dan *output* dari proses ini adalah sekumpulan nilai yang berada dalam *range* tertentu sebagai respon atas *input* fandom tersebut. Nilai-nilai *output* ini selanjutnya dapat dilihat ke depannya dengan hasil empiris melalui metode statik (misal nilai *mean* dan deviasi standar).

Simulasi merupakan metode yang secara luas dipakai untuk tujuan peramalan satu output di masa yang akan datang dimana penggunaan metode analitis dianggap sulit dilakukan namun dalam beberapa penerapan simulasi

kadang digabung dengan pendekatan analitis sebagai upaya untuk mengurangi tingkat kerendaman sebagaimana disebutkan di atas.

2.9 Parameter dan Pengujian Model

Untuk mengetahui kedekatan model analitis dengan data empiris diperlukan beberapa parameter uji sebagai indikator kedekatan tersebut. Adapun beberapa parameter uji yang sering digunakan sebagai berikut:

1. *Mean Square Error (MSE)*: dihitung untuk mengetahui besarnya tingkat kesalahan atau penyimpangan.
2. Koefisien Determinasi (R^2): menyatakan tingkat hubungan linier antara variabel tak bebas dengan variabel prediktornya. Suatu model dianggap mempunyai kedekatan dengan data jika nilai R^2 -nya besar atau mendekati 1. Sebaliknya, suatu model dianggap tidak representatif jika nilai R^2 -nya semakin kecil atau mendekati 0. Nilai R^2 dihitung dengan persamaan (2.9).

$$R^2 = \frac{[n\sum xy - \sum x \sum y]^2}{n\sum x^2 - (\sum x)^2 + n\sum y^2 - (\sum y)^2} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

R^2 = koefisien determinasi

n = jumlah data

x = kumpulan data variabel bebas

y = kumpulan data variabel tak bebas

3. Uji – F: untuk mengetahui apakah model regresi yang didapat berdasarkan penelitian benar-benar berarti jika dipakai untuk membuat kesimpulan mengenai hubungan sejumlah variabel.
4. Uji – T: untuk menguji keterkaitan antar variabel atau uji keberartian koefisien regresinya.

2.10 Pengujian Distribusi Kedatangan dan Pelayanan Petikemas di Pelabuhan

Data waktu antar kedatangan maupun data waktu pelayanan petikemas yang diperoleh di lapangan akan disusun dalam suatu bentuk distribusi frekuensi, kemudian dilakukan pengujian data tersebut secara statistik, apakah kedatangan atau waktu antar kedatangan dan pelayanan petikemas di Unit Terminal Petikemas mengikuti suatu pola tertentu. Pada dasarnya fungsi distribusi frekuensi kedatangan petikemas berbentuk diskrit, sedangkan distribusi waktu pelayanannya adalah fungsi kontinu.

Pada umumnya *Chi Square Test* dan *Kolmogorov Smirnof Goodness of Fit Test* cukup baik digunakan untuk menguji hipotesa tentang sekumpulan data tertentu yang berasal dari suatu distribusi khusus. Akan tetapi dalam penelitian ini metode *Kolmogorov Smirnov Test* (K-S test) yang dipakai dalam pengujian. Caranya adalah dengan menggambarkan distribusi sampel data untuk kemudian dibandingkan dengan pola distribusi yang sudah dikenal secara teoritis, seperti distribusi *poisson*, eksponensial, erlang dan sebagainya dengan hipotesa. Melalui perbandingan ini akan diketahui distribusi yang mendekati pola distribusi tersebut.

Misalnya $F_0(X)$ = suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang sepenuhnya ditentukan, yakni distribusi kumulatif teoritis dibawah H_0 . Artinya untuk harga N yang sembarang besarnya, harga $F_0(X)$ adalah proporsi kasus yang diharapkan mempunyai nilai yang sama atau kurang dari X .

Misalnya $S_N(X)$ = distribusi frekuensi kumulatif yang diobservasi dari suatu sampel random dengan N observasi. Dimana X adalah sembarang nilai (skor) yang mungkin, $S_N(X) = k/N$, dimana k sama dengan banyaknya observasi yang sama atau kurang dari X .

Dibawah hipotesis – nol bahwa sampel itu ditarik dari distribusi teoritis tertentu, maka diharapkan bahwa untuk setiap harga X , $S_N(X)$ harus jelas mendekati $F_0(X)$ adalah kecil, dan nada dalam batas-batas kesalahan random. *Kolmogorov Smirnov Test* memusatkan perhatian pada penyimpangan (deviasi) terbesar.

Harga $F_0(X) - S_N(X)$ terbesar dinamakan deviasi maksimum.

$$D = \text{Maksimum } | F_0(X) - S_N(X) |$$

Prosedur K-S adalah sebagai berikut:

Hipotesis : $H_0 : S_N(X) = F_0(X)$

$H_1 : S_N(X) \neq F_0(X)$

H_0 ditolak bila : $D_n > D_n^*$

Dengan nilai statistik D_n adalah sebagai berikut:

$$D_n = \text{selisih terbesar } | F_0(X) - S_N(X) |$$

dimana:

$F_0(X)$ = fungsi distribusi statistik teoritis

$S_N(X)$ = fungsi distribusi kumulatif yang diperoleh dari observasi

D_n^* = nilainya diperoleh dari tabel sebagai fungsi jumlah observasi dan tingkat kepercayaan yang digunakan.

Distribusi frekuensi statistik teoritis yang digunakan didalam pengujian dalam rangka penentuan model antrian adalah untuk menguji asumsi bahwa kedatangan petikemas terdistribusi secara *poisson* atau waktu antar kedatangannya terdistribusi secara eksponensial sedangkan waktu pelayanannya adalah berdistribusi eksponensial.

Distribusi *poisson* merupakan model distribusi yang paling banyak digunakan terutama yang berkaitan dengan pola kedatangan *input* dalam suatu sistem yang bersifat diskrit (tidak kontinu) tetapi mempunyai probabilitas majemuk (berbeda dengan model *Bernoulli* yang hanya memiliki dua probabilitas/kemungkinan seperti dua sisi uang). Ciri utama dari model *poisson* adalah sifat diskrit dan acak. Secara matematis fungsi densitas probabilitas. (*probability density function*). Rumus distribusi *poisson* adalah:

$$f(x) = \frac{\lambda e^{-\lambda}}{x!} \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana:

$f(x)$ = tingkat kedatangan petikemas

x = 0,1,2,3,....

λ = rata-rata kedatangan petikemas per satuan waktu ($\lambda > 0$)

e = bilangan alam (2,718)

Model eksponensial termasuk dalam kelompok kontinu (non-diskrit). Karena dalam kategori non-diskrit, model eksponensial umumnya digunakan untuk penerapan dalam masalah-masalah yang bersifat kontinu sebagai contoh waktu pelayanan dalam suatu sistem. Waktu antara dua kedatangan *input* dalam suatu sistem juga dikategorikan bersifat kontinu dan distribusinya pada umumnya mengikuti model eksponensial. Rumus distribusi eksponensial adalah:

$$f(t \text{ dibawah } T) = f(x) = (e^{-\lambda t} - e^{-\lambda T}) \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

m = rata-rata waktu pelayanan

t dan T = waktu

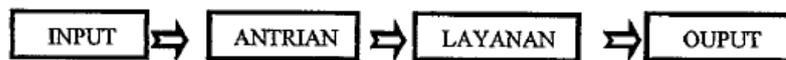
2.11 Teori Antrian

Teori antrian merupakan studi matematis mengenai antrian atau *waiting lines* yang di dalamnya disediakan beberapa alternatif model matematika yang dapat digunakan untuk menentukan beberapa karakteristik dan optimasi dalam pengambilan keputusan suatu sistem antrian.

2.11.1 Konsep Dasar Sistem Antrian

Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan (loket) serta suatu aturan yang mengatur kedatangan pelanggan dan pemrosesan masalah pelayanan antrian dimana dicirikan oleh lima buah komponen yaitu: pola kedatangan para pelanggan, pola pelayanan dan aturan dalam mana para pelanggan dilayani (Pangestu, dkk., 2000).

Ilustrasi dari sistem antrian ditunjukkan pada Gambar 7. Dimana sistem ini mempunyai dua bagian dasar, yaitu suatu antrian dan fasilitas pelayanan. Saat *input* datang, antrian akan terbentuk (dengan asumsi pasti terjadi antrian). Antrian ini akan direspon oleh sistem pelayanan. Setelah itu *input* keluar dari sistem berupa output.

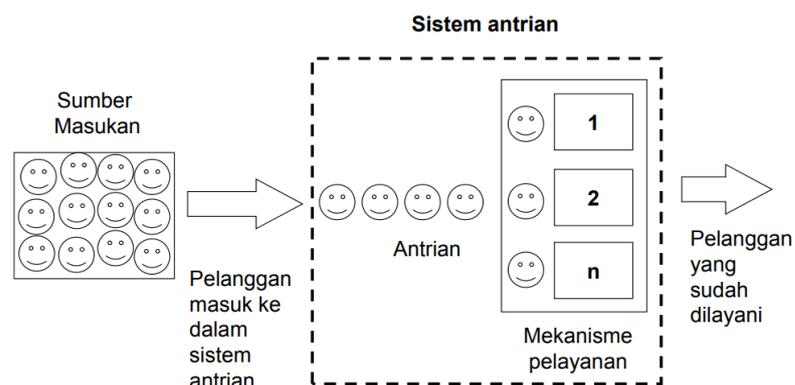


Gambar 12. Gambar Skema Sistem Antrian

Ciri utama dari sistem antrian adalah adanya rata-rata tingkat kedatangan (λ), tingkat pelayanan (γ), waktu tunggu individu (t), waktu tunggu sistem ($\delta = n.t$) dan waktu jeda (idle time) (α).

Sedangkan Adolf, 1990 menyatakan antrian adalah suatu garis tunggu pelanggan yang dilayani oleh satu atau lebih pelayanan. Suatu antrian terbentuk bila laju rata-rata kedatangan lebih kecil dari pada laju rata-rata pelayanan.

Struktur dasar model antrian adalah sebagai berikut:



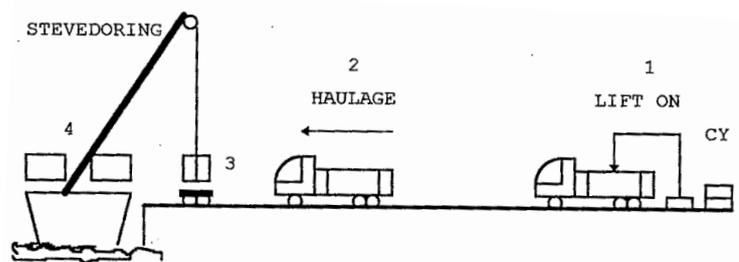
Gambar 13. Struktur Dasar Model Antrian

Unit-unit yang memerlukan pelayanan yang diturunkan dari sumber *input* memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu tertentu anggota antrian dipilih untuk dilayani. pemilihan ini didasarkan pada suatu tertentu yang disebut dengan disiplin pelayanan. Oleh karena itu pelayanan yang baik

memerlukan suatu mekanisme pelayanan. Setelah selesai dilayani, unit-unit antrian tersebut langsung meninggalkan sistem antrian.

Suatu sistem antrian akan mengikuti model tertentu yang bersifat unik untuk tiap sistem yang berbeda. Model ini dipengaruhi atau ditentukan oleh beberapa unsur seperti *input* atau sumber masukan (berhingga atau tak terhingga), disiplin antrian (yang pertama datang atau yang terakhir datang yang akan dilayani terlebih dahulu) dan jumlah server pelayanan (satu pelayanan atau pelayanan banyak).

Adapun yang dimaksud dengan sistem antrian yang ada pada objek penelitian yaitu di Unit Terminal Petikemas Makassar adalah untuk pelayanan antara lapangan penumpukan dan dermaga begitupun sebaliknya. Gambaran dari sistem antrian yang ada pada objek penelitian yaitu di Unit Terminal Petikemas *Makassar New Port* seperti pada Gambar 15:



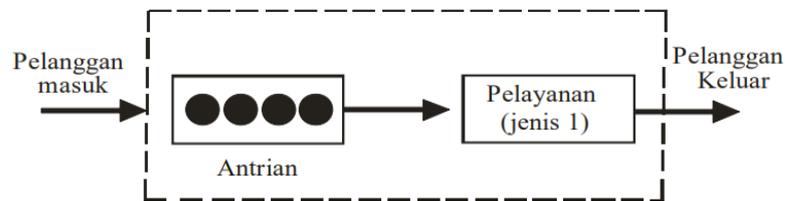
Gambar 14. Sistem Antrian Muat Pada Objek Penelitian

Jenis sistem antrian dapat dibedakan sesuai dengan tingkah lakunya seperti diawah ini (Siagian, P. 1987):

1. Sumber (*input*), bisa berhingga atau tidak berhingga.
 Dalam praktek, sumber adalah berhingga. Tetapi dalam populasi yang besar, sumber dianggap tidak berhingga dan untuk keperluan analisis sering lebih mudah menggunakan sumber tidak berhingga sebagai dasar perhitungannya.
2. Proses masukan, secara teori, waktu kedatangan antara satuan-satuan dengan satuan berikutnya dianggap acak dan bebas.
3. Mekanisme pelayanan, dimana perlu 3 (tiga) aspek, yaitu:
 - a. Tersedianya pelayanan
 - b. Kapasitas pelayanan
 - c. Waktu pelayanan

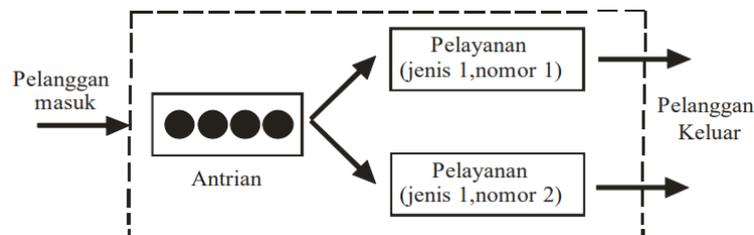
Berdasarkan ke-3 (tiga) sifat-sifat di atas dan kombinasinya, dalam praktek membentuk bermacam-macam bentuk sistem antrian, diantaranya:

1. Satu saluran satu tahap (*single channel single phase*), artinya sarana pelayanan memiliki satu pelayan dan pelayanan kepada pelanggan diselesaikan dalam satu kali proses pelayanan.



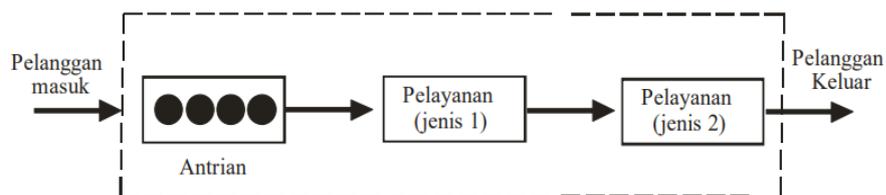
Gambar 15. Model Pelayanan Satu Saluran Satu Tahap

2. Banyak saluran satu tahap (*multichannel single phase*), artinya sarana pelayanan memiliki lebih dari satu pelayan dan pelayanan kepada pelanggan diselesaikan dalam satu kali proses pelayanan. Desain ini disebut juga desain pelayanan paralel.



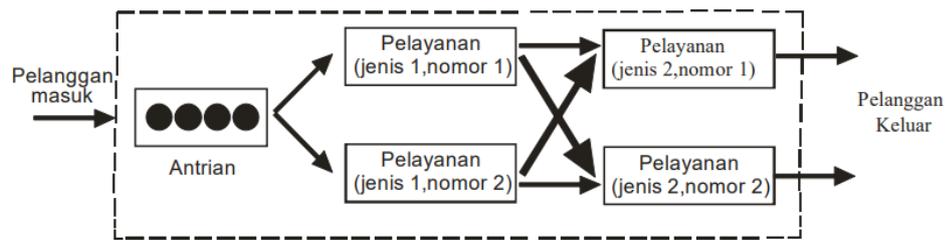
Gambar 16. Model Pelayanan Banyak Saluran Satu Tahap

3. Satu saluran banyak tahap (*single channel multiphase*), artinya sarana pelayanan memiliki satu pelayan dan pelayanan kepada pelanggan belum terselesaikan hanya dalam satu kali proses pelayanan. Desain ini disebut juga desain pelayanan seri atau tandem.



Gambar 17. Model Pelayanan Satu Saluran Banyak Tahap

4. Banyak saluran banyak tahap (*multichannel multiphase*), artinya sarana pelayanan memiliki lebih dari satu pelayan dan pelayanan kepada pelanggan belum terselesaikan hanya dalam satu kali proses pelayanan. Desain ini disebut juga desain pelayanan jaringan atau antrian network.



Gambar 18. Model Pelayanan Banyak Saluran Banyak Tahap

Untuk dapat memilih model antrian yang sesuai, perlu diterapkan proses pengujian, dengan maksud untuk mengetahui pola distribusi yang diikuti baik untuk proses kedatangan maupun proses pelayanan. Untuk mengetahui distribusi probabilitas menggambarkan distribusi sampel dari data tersebut.

Penentu antrian lain yang penting adalah disiplin antrian. Disiplin antri adalah keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri. Menurut Siagian (1987), ada 5 bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan, yaitu:

1. *First-Come First-Served (FCFS) atau First-In First-Out (FIFO)*

Artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Misalnya, antrian pada loket pembelian tiket bioskop.

2. *Last-Come First-Served (LCFS) atau Last-In First-Out (LIFO)*

Artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar. Misalnya, sistem antrian dalam elevator untuk lantai yang sama.

3. *Service In Random Order (SIRO)*

Artinya, panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak soal siapa yang lebih dulu tiba.

4. *Priority Service (PS)*

Artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Kejadian seperti ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang dalam keadaan penyakit lebih berat dibanding dengan orang lain dalam suatu tempat praktek dokter.

2.11.2 Model Antrian

Suatu model antrian biasanya dinotasikan dengan suatu sistem notasi tertentu untuk memudahkan pengenalan dan penerapannya. Sistem notasi yang paling umum dipakai adalah sistem Markovian. Sistem notasi ini memiliki format

(A/B/m) : (C/D/E). A adalah kode untuk model distribusi kedatangan *input* pada suatu sistem, B merupakan model distribusi pelayanan sistem, m merupakan jumlah server atau pintu pelayanan, C adalah disiplin pelayanan dalam sistem, D merupakan sumber *input*, dan E adalah panjang antrian.

Untuk notasi A dan B memiliki beberapa nilai antara lain M (Markovian) untuk *poisson* atau eksponensial, E untuk Erlang, H untuk Hiper-Eksponensial, D untuk Deterministik, dan G untuk General atau tak tentu. Sedangkan notasi m memiliki nilai integer positif (1,2,3,...,N) yang merupakan jumlah server pelayanan.

Untuk notasi C memiliki nilai seperti FCFS (*First Come First Service*), LCFS (*Last Come First Service*) atau RS (*Random Service*). Untuk notasi D dan E memiliki nilai terbatas atau tak terbatas (∞).

1. Model antrian (M/M/1) : (FCFS/ ∞/∞)

Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan Eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan Eksponensial (M), jumlah server tunggal (=1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m = 1$
- d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas

2. Model antrian (M/M/m) : (FCFS/ ∞/∞)

Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan eksponensial (M), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m > 1$
- d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu

e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas

3. Model antrian (M/G/1) : (FCFS/ ∞/∞)

Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan tak tentu (G), jumlah server tunggal (=1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti bentuk tak tentu
- c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m = 1$
- d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas

4. Model antrian (M/G/m) : (FCFS/ ∞/∞)

Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan tak tentu (G), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti bentuk tak tentu
- c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m > 1$
- d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas

5. Model antrian (G/M/1) : (FCFS/ ∞/∞)

Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan tak tentu (G), distribusi waktu pelayanan eksponensial (M), jumlah server tunggal (=1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi tak tentu
- b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m = 1$

- d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
 - e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas
6. Model antrian (G/M/m) : (FCFS/ ∞/∞)
- Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan tak tentu (G), distribusi waktu pelayanan eksponensial (M), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.
- Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:
- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi tak tentu
 - b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
 - c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m > 1$
 - d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
 - e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas
7. Model antrian (G/G/M) : (FCFS/ ∞/∞)
- Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan tak tentu (G), distribusi waktu pelayanan tak tentu (G), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber *input* tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.
- Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut:
- a. Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi tak tentu
 - b. Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi tak tentu
 - c. Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m > 1$
 - d. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
 - e. Sumber masukan dan ukuran tidak terbatas.

2.12 Studi Terdahulu

Studi terdahulu merupakan acuan bagi peneliti dalam membuat penelitian. Berikut penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah :

1. Haryanto (2005) dengan judul "Analisis Sistem Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Dengan Menggunakan Model Antrian (Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)".

2. Siswadi (2005) dengan judul “Kajian Kinerja Peralatan Bongkar Muat Petikemas di Terminal Petikemas Semarang (TPKS)”.

Kedua studi di atas memiliki persamaan dengan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kinerja peralatan pada tahun mendatang dengan menggunakan metode antrian. Perbedaan penelitian ini dengan kedua studi di atas adalah pada lokasi penelitian. Terkait tujuan dan hasil penelitian dari studi tersebut di atas dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Studi Terdahulu

No.	Judul	Tujuan	Hasil
1	Analisis Sistem Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Dengan Menggunakan Model Antrian (Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)	<ul style="list-style-type: none"> • Meramalkan permintaan petikemas yang harus dilayani oleh fasilitas <i>Rubber Tired Gantry</i> (RTG) pada tahun mendatang (sampai tahun 2010). • Mengetahui tingkat kinerja fasilitas <i>Rubber Tired Gantry</i> (RTG) pada tahun-tahun mendatang. • Menentukan penambahan fasilitas <i>Rubber Tired Gantry</i> (RTG) jika terjadi antrian yang padat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil peramalan petikemas untuk ekspor/muat pada tahun 2010 sebesar 217.727 box per tahun dan untuk impor/bongkar sebesar 165.346 box per tahun. • Hasil simulasi kinerja pelayanan fasilitas RTG sampai tahun 2010 menunjukkan belum ditemukan ada antrian dalam sistem sampai tahun 2007. Antrian baru terjadi pada tahun 2008 dimana tingkat kedatangan mencapai 32 box/jam. Antrian hanya terjadi pada 1 buah fasilitas RTG dan tidak terjadi sepanjang periode simulasi. • Fasilitas RTG sebanyak 8 buah RTG, masih dalam kondisi <i>under operated</i> atau masih mampu melayani tingkat kedatangan petikemas baik bongkar maupun secara penuh.
2	Kajian Kinerja Peralatan Bongkar Muat Petikemas di Terminal Petikemas Semarang (TPKS)	<ul style="list-style-type: none"> • Meramalkan permintaan petikemas yang harus dilayani oleh <i>Container Crane</i> (CC), <i>Rubber Tired Gantry</i> (RTG) Dan <i>Head Truck</i> untuk lima tahun kedepan. • Mengetahui kinerja fasilitas <i>Container Crane</i> (CC), <i>Rubber Tired Gantry</i> (RTG) Dan <i>Head Truck</i> untuk lima tahun kedepan. • Mengetahui kebutuhan penambahan peralatan <i>Container Crane</i> (CC), <i>Rubber Tired Gantry</i> (RTG) Dan <i>Head Truck</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat peningkatan nilai utilitas, akan tetapi pada tahun 2010 nilai utilitas peralatan tersebut masih memadai untuk memberikan layanan. • Menunjukkan adanya peningkatan lamanya proses penanganan petikemas pada sistem. Disebabkan karena meningkatnya jumlah petikemas yang harus dilayani tiap tahun. • Terjadi peningkatan waktu tunggu pada <i>Container Crane</i> dan RTG, sedangkan untuk <i>Head Truck</i> tidak terjadi waktu tunggu.