

BAB II

LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Manajemen Operasional

Penelitian ini berlandaskan pada teori Manajemen Operasional, yang menurut Heizer, Render, & Munson (2021), merupakan serangkaian aktivitas yang berfokus pada pengelolaan proses produksi barang dan jasa secara efisien untuk mencapai kinerja optimal dalam organisasi. Parinduri *et al.* (2020) menambahkan bahwa manajemen operasional mencakup pengelolaan menyeluruh dan optimal terhadap tenaga kerja, barang, mesin, peralatan, bahan baku, maupun produk yang dapat diolah menjadi barang atau jasa yang memiliki nilai jual. Fahrudin (2023) juga menyatakan bahwa manajemen operasional meliputi berbagai aspek seperti manajemen sumber daya manusia, rantai pasokan, manajemen persediaan, perencanaan agregat, hingga penjadwalan produksi.

Kusuma *et al.* (2023) menekankan bahwa manajemen operasional merupakan bidang yang berfokus pada efisiensi proses pengiriman dan transformasi masukan menjadi keluaran dalam kegiatan bisnis. Dari berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa manajemen operasional adalah proses pengelolaan secara menyeluruh dan optimal terhadap berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, bahan baku, mesin, peralatan, dan produk, guna menghasilkan barang atau jasa yang bernilai jual. Efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan ini menjadi indikator utama untuk keberhasilan operasional dalam berbagai sektor industri, termasuk pada operasional pelabuhan dan terminal peti kemas.

2.1.2 Rantai Pasok

Penelitian ini juga berlandaskan pada teori rantai pasok (*Supply Chain Theory*) yang menjadi kerangka utama dalam memahami aliran barang dan jasa dari hulu ke hilir secara terpadu. Menurut Chopra & Meindl (2021), rantai pasok adalah jaringan yang terdiri atas semua entitas yang terlibat, baik secara

langsung maupun tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan. Chopra & Meindl (2021) Mendefinisikan *Supply Chain* sebagai jaringan dari semua entitas yang terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam pemenuhan permintaan pelanggan. Rantai pasok mencakup produsen, pemasok, transportasi, pergudangan, pengecer, dan konsumen akhir. Intinya adalah menciptakan nilai melalui koordinasi yang optimal antar semua pihak yang terlibat.

Mentzer *et al.* (2020) Mengemukakan bahwa *Supply Chain* adalah sistem terintegrasi dari perencanaan dan pengendalian aliran barang, informasi, dan uang mulai dari pemasok bahan baku hingga ke konsumen akhir. Supply chain yang baik harus memiliki kolaborasi lintas organisasi dan berbagi informasi yang efektif. Menurut Lambert & Cooper (2020), *supply chain* tidak hanya mencakup aliran fisik barang tetapi juga hubungan dan alur informasi yang mendukung kelancaran operasional. Salah satu tujuan utama *Supply Chain* adalah menciptakan *value added* melalui sinergi operasional. Menurut Christopher (2023), tujuan utama dari rantai pasok adalah menciptakan nilai tambah melalui koordinasi dan integrasi aktivitas logistik secara efisien, untuk menurunkan biaya operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dalam konteks terminal petikemas, kelancaran operasional di pelabuhan merupakan bagian krusial dari rantai pasok global, di mana alat bongkar muat seperti *Rubber Tyred Gantry (RTG)* menjadi elemen kunci dalam menjaga kelancaran arus kontainer.

2.1.3 Manajemen Transportasi

Novack, Gibson & Suzuki (2021) mendefinisikan Manajemen transportasi sebagai proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian pergerakan barang, jasa, dan informasi dari titik asal ke titik tujuan dengan cara yang efisien dan efektif. Transportasi dianggap sebagai tulang punggung rantai pasok karena menentukan kelancaran distribusi. Bowersox, Closs, & Cooper (2020) menjelaskan transportasi sebagai fungsi logistik yang paling berpengaruh terhadap biaya dan layanan pelanggan. Manajemen transportasi tidak hanya berfokus pada pemindahan barang, tetapi juga mencakup pemilihan moda,

perencanaan rute, konsolidasi muatan, dan pengelolaan risiko selama pengiriman. Rodrigue (2022) memandang transportasi sebagai proses yang tidak hanya memindahkan barang tetapi juga membentuk struktur spasial dari kegiatan ekonomi. Dalam konteks pelabuhan, manajemen transportasi memainkan peran penting dalam menghubungkan hinterland dan foreland dengan efisien. Dengan demikian, teori ini memperkuat pemahaman bahwa keberhasilan *supply chain* sangat ditentukan oleh kemampuan manajemen transportasi dalam memastikan setiap aktivitas logistik berjalan sinkron dan optimal.

2.1.4 Moda Transportasi

Dalam buku *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, Rushton & Walker (2021) menjelaskan bahwa moda transportasi dibagi ke dalam tiga kategori utama berdasarkan medium fisik yang digunakan untuk memindahkan barang atau penumpang, yaitu:

A. Transportasi Udara

Moda transportasi udara dikenal karena keunggulannya dalam hal kecepatan dan keandalan pengiriman. Moda ini sangat sesuai untuk barang yang bernilai tinggi, ringan, atau memiliki urgensi waktu tinggi seperti komponen elektronik atau barang medis. Mereka menjelaskan bahwa meskipun biaya transportasi udara jauh lebih tinggi dibandingkan moda lain, keunggulan utamanya adalah kemampuannya memperpendek waktu pengiriman secara drastis, menjadikannya pilihan utama untuk pasar yang mengutamakan kecepatan layanan. (Rushton & Walker, 2021). Mereka membagi moda transportasi udara menjadi dua, diantaranya:

1. Pesawat kargo khusus
2. Kompartemen kargo di pesawat penumpang

B. Transportasi Laut

Moda transportasi laut adalah moda yang paling dominan dalam perdagangan internasional, terutama untuk pengiriman barang dalam jumlah besar. Rushton & Walker (2021) menekankan bahwa moda ini menggunakan kapal untuk memindahkan barang melalui laut lepas, sungai besar, atau jalur

air pedalaman. Moda laut memiliki keunggulan dalam kapasitas muat yang besar dan biaya pengiriman per unit yang relatif rendah, meskipun kecepatannya lebih lambat dibanding moda lain. Mereka membagi jenis utama moda laut menjadi 3, yaitu:

1. Kapal Kontainer: Digunakan untuk memindahkan peti kemas standar internasional.
2. *Tanker*: Untuk pengiriman bahan cair seperti minyak bumi dan gas alam.
3. Kapal Curah (*Bulk Carrier*): Untuk bahan curah seperti batu bara, bijih besi, dan gandum.

C. Transportasi Darat

Menurut Rushton & Walker (2021), moda transportasi darat merupakan moda yang paling banyak digunakan untuk pengiriman barang dan penumpang di dalam negeri maupun lintas negara yang terhubung secara geografis. Moda ini menggunakan infrastruktur fisik berupa jalan raya, jalur kereta api, dan jalur pipa. Moda darat sangat efektif untuk distribusi jarak pendek hingga menengah karena memiliki fleksibilitas tinggi dan dapat menjangkau lokasi secara langsung (*door-to-door service*). Mereka membagi Moda Darat menjadi 3, yaitu:

1. Kereta Api: Cocok untuk memindahkan barang berat atau dalam jumlah besar dengan jarak yang jauh secara lebih efisien dari segi biaya.
2. *Pipeline*: Khusus digunakan untuk pengangkutan barang cair atau gas seperti minyak dan bahan kimia.
3. *Truk* dan *Trailer*: Alat transportasi utama yang memindahkan barang dari dan ke pelabuhan, gudang, dan pusat distribusi. Truk sangat fleksibel karena dapat langsung menjangkau titik pengiriman akhir.

2.1.5 Truck Round Time

2.1.5.1 Pengertian Truck Round Time (TRT)

Menurut Henesey (2020), *Truck Round Time* didefinisikan sebagai total waktu yang dibutuhkan oleh sebuah truk sejak memasuki gerbang terminal, melakukan proses bongkar atau muat, hingga meninggalkan

terminal kembali. Notteboom & Rodrigue (2021) menekankan bahwa *Truck Round Time* adalah indikator kinerja yang krusial dalam menilai efisiensi layanan terminal petikemas. Menurut Ng & Gujar (2020), perbaikan dalam manajemen operasional dan kondisi alat berat secara signifikan dapat menurunkan *Truck Round Time*, yang berdampak positif terhadap throughput dan kepuasan pelanggan.

Berdasarkan jurnal “*Analisis Faktor yang Mempengaruhi Standar Waktu Pelayanan Truck Round Time PT Terminal Peti Kemas Surabaya*” (Lintang *et al.* 2024), *Truck Round Time* (TRT) didefinisikan sebagai Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah truk untuk menyelesaikan satu siklus aktivitas di terminal petikemas, mulai dari masuk ke gerbang terminal (*gate in*), melakukan kegiatan bongkar muat kontainer (*receiving and delivery*), hingga keluar dari terminal (*gate out*).

2.1.5.2 Indikator Truck Round Time

Khoiruman dan Nurohman (2022) menyatakan bahwa efisiensi operasional terminal peti kemas sangat dipengaruhi oleh durasi perjalanan truk dari gerbang masuk menuju lapangan penumpukan dan kembali ke luar terminal. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam proses tersebut, maka semakin baik pula performa layanan terminal. Dalam penelitian tersebut, dijelaskan bahwa salah satu indikator utama untuk mengukur kinerja *Truck Round Time* (TRT) adalah waktu tempuh truk ke dan dari lapangan penumpukan. Ramadani (2023) menjelaskan bahwa kepatuhan terhadap slot waktu layanan bongkar muat sangat berpengaruh terhadap efisiensi operasional terminal. Ketika seluruh aktivitas bongkar muat berjalan tepat waktu, maka *idle time* yang dialami oleh truk dapat diminimalkan. Hal ini secara langsung berdampak pada percepatan siklus pelayanan truk, sehingga meningkatkan efisiensi waktu putar kendaraan di dalam terminal.

Menurut Artitakasya (2024), waktu yang dibutuhkan truk sejak melakukan proses *gate-in* hingga menyelesaikan dokumen penerimaan kontainer (*receiving*) berkontribusi langsung terhadap panjangnya siklus

Truck Round Time (TRT). Semakin lama proses ini berlangsung, maka semakin besar kemungkinan terjadi antrian truk di area *gate*, yang pada akhirnya menimbulkan keterlambatan dalam alur logistik secara keseluruhan. Berdasarkan kajian literatur yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa indikator yang mempengaruhi *Truck Round Time* (TRT) adalah sebagai berikut:

1. Waktu tempuh truk ke dan dari lapangan penumpukan.
2. Kepatuhan terhadap slot waktu bongkar muat
3. Efisiensi proses administrasi di *gate* masuk (*gate-in*)

2.1.6 Pengertian *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Menurut Padhil *et al.* (2022) *Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah salah satu peralatan utama dalam operasional terminal peti kemas yang berfungsi untuk memindahkan kontainer dari dan ke truk di area lapangan penumpukan (*container yard*), serta memiliki kemampuan bergerak horizontal secara fleksibel karena menggunakan roda karet, sehingga tidak terbatas pada rel tetap. Marpay, Rahayuningsih (2022) menekankan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebagai salah satu jenis *gantry crane* yang digunakan untuk memindahkan peti kemas dari *head truck* ke *container yard* atau sebaliknya, yang dapat melakukan *stacking* atau *unstacking* secara bersamaan. Menurut Henesey (2020), RTG adalah alat utama yang berfungsi untuk memindahkan kontainer dari truk atau kereta ke lokasi penumpukan dan sebaliknya, di mana kinerjanya sangat menentukan tingkat throughput terminal.

Chopra & Meindl (2021) memandang *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebagai bagian dari subsistem fisik yang krusial dalam mengoptimalkan alur logistik di pelabuhan, karena kecepatan dan ketepatan alat ini berpengaruh langsung terhadap kelancaran distribusi barang. Ng & Gujar (2020) juga menambahkan bahwa performa *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sangat berkaitan erat dengan *Truck Round Time* (TRT), di mana setiap keterlambatan dalam operasi *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dapat memperpanjang antrean truk dan menurunkan efisiensi terminal secara keseluruhan. Dengan demikian, *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

tidak hanya berperan sebagai alat pengangkat kontainer, tetapi juga sebagai komponen kunci dalam menunjang kelancaran rantai logistik di pelabuhan.

2.1.7 Kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Kondisi RTG merupakan Keadaan fisik dan fungsional alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang mencakup aspek keandalan mekanik, kesiapan operasional, dan frekuensi gangguan teknis yang mempengaruhi kelancaran proses bongkar muat petikemas (Aprilia, 2024). Sedangkan Bahtiar (2023) mendefinisikan kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebagai tingkat kesiapan dan kemampuan RTG untuk beroperasi secara efisien di terminal petikemas.

2.1.7.2 Indikator Kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

(Watupongoh & Rusmiyanto, 2024) menyebutkan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menilai kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah usia alat, di mana semakin lama umur pemakaian *Rubber Tyred Gantry* (RTG), maka risiko penurunan kinerja serta frekuensi kerusakan cenderung meningkat, khususnya apabila tidak disertai dengan perawatan yang memadai Selain itu, (Padhil *et al.* 2022) menekankan ketersediaan alat (*availability*) sebagai ukuran teknis lain yang mencerminkan seberapa besar proporsi waktu alat dalam kondisi siap pakai dibandingkan dengan total waktu operasi yang tersedia. Tingkat *availability* yang tinggi menunjukkan bahwa *Rubber Tyred Gantry* (RTG) berada dalam kondisi yang optimal untuk mendukung aktivitas terminal

Menurut Salawu *et al.* (2023), frekuensi pemeliharaan merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kondisi alat berat seperti *Rubber Tyred Gantry* (RTG). Dijelaskan bahwa tingkat pemeliharaan yang rutin dapat meminimalkan risiko kerusakan mendadak serta menjaga kestabilan kinerja alat selama operasional. Alat yang tidak mendapatkan perawatan secara berkala cenderung mengalami penurunan performa struktural, yang berdampak langsung terhadap keandalan dan efektivitas dalam proses bongkar muat kontainer. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga indikator yang dapat dijadikan dasar untuk mengukur kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG), yakni:

1. Usia Alat
2. Tingkat Ketersediaan
3. Frekuensi Perawatan

2.1.8 Kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Menurut Hadi (2020) kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) merupakan kemampuan alat dalam mendukung kelancaran proses cargodoring petikemas, yang dipengaruhi oleh faktor operator, kondisi alat, serta sistem operasional yang diterapkan di terminal. Avriani, Dedy (2024) berpendapat bahwa Kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) merupakan adalah ukuran efisiensi dan efektivitas penggunaan alat berat dalam melayani pemindahan petikemas dari dan ke lapangan penumpukan. Mathias *et al.* (2024) dalam studi mereka menekankan bahwa kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) memiliki dampak langsung terhadap *throughput* terminal, dan gangguan operasional pada alat berat dapat menimbulkan keterlambatan signifikan dalam siklus layanan truk. Dengan pendekatan data *mining* dan simulasi, mereka menunjukkan bahwa pemantauan performa alat sangat memengaruhi total waktu operasi terminal.

2.1.8.2 Indikator Kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Dalam penelitian yang oleh Marpay dan Rahayuningsih (2022) dalam studi yang berjudul "*Analisis Kinerja Alat Angkat RTG (Rubber Tyred Gantry) Dalam Operasional Bongkar Muat Petikemas*", kinerja RTG dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yang terbagi ke dalam aspek manusia, mesin, dan material. Dari aspek manusia, penurunan efektivitas alat sering kali disebabkan oleh kondisi fisik operator yang kelelahan serta kurangnya konsentrasi saat menjalankan tugas, yang berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengoperasian. Pada aspek mesin, ditemukan berbagai permasalahan teknis yang muncul selama operasional berlangsung, seperti gangguan dalam sistem pengoperasian, kesalahan pada komponen *hoist* dan *trolley*, serta ketidakstabilan tegangan listrik yang dapat menyebabkan alat berhenti beroperasi secara mendadak. Sementara itu, dari sisi material, kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba pada komponen-komponen mesin menjadi salah satu faktor kritis yang

mampu mengganggu kelancaran proses bongkar muat secara keseluruhan. Temuan ini menunjukkan bahwa optimalisasi kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) memerlukan perhatian menyeluruh terhadap faktor-faktor teknis dan non-teknis guna menunjang kelancaran aktivitas di terminal peti kemas. Maka dapat disimpulkan bahwa indikator yang mempengaruhi kinerja RTG (*Rubber Tyred Gantry*) dibagi menjadi:

1. Keandalan Operator
2. Stabilitas performa mesin
3. Kapasitas Material

2.2 Kajian Peneliti Terdahulu

1. Analisis Perawatan Alat Bongkar Muat *Rubber Tyred Gantry* di Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS), Richard V. B Watupongoh, Dedy Rusmiyanto (2024)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan serta efektivitas pemeliharaan alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) di lingkungan operasional Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui metode analisis keandalan yang mencakup tiga indikator utama, yaitu *Mean Time To Repair* (MTTR), *Mean Time Between Failures* (MTBF), dan *Inherent Availability* (IA). MTTR digunakan untuk mengukur rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki alat setelah terjadi kerusakan, MTBF digunakan untuk mengukur rata-rata waktu operasi antar dua kerusakan, sedangkan IA digunakan untuk mengetahui tingkat ketersediaan alat berdasarkan perbandingan antara MTBF dan MTTR. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui data historis kerusakan, durasi waktu perbaikan, serta jumlah gangguan operasional yang terjadi pada alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG). Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi kinerja antar unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG), di mana beberapa unit memiliki nilai MTTR yang tinggi dan MTBF yang rendah, sehingga berdampak pada rendahnya tingkat ketersediaan alat.

2. Analisis Estimasi Waktu Pelayanan *Truk Round Time (TRT)* Pada Kegiatan

Receiving Di PT. Terminal Petikemas Surabaya, Theokoka Herfian Putra, Elly Kusumawati, Novrico Susanto, Romanda Annas Amrullah (2024)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai faktor terhadap estimasi waktu pelayanan truk atau *Truck Round Time* (TRT) pada kegiatan receiving di PT Terminal Petikemas Surabaya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode statistik deskriptif dan regresi linier berganda. Statistik deskriptif digunakan untuk menghitung nilai rata-rata, maksimum, dan minimum box dan truk dari Januari hingga Desember 2023. Regresi linier berganda digunakan untuk menganalisis pengaruh faktor kepadatan di lapangan penumpukan, faktor alat, dan faktor sumber daya manusia terhadap *Truck Round Time* (TRT). Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data operasional perusahaan yang mencakup jumlah box dan truk berdasarkan kategori waktu *Truck Round Time* (TRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat bongkar muat memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap *Truck Round Time* (TRT). Hal ini ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,998, yang berarti hampir seluruh perubahan waktu *Truck Round Time* (TRT) (99,8%) dipengaruhi oleh penggunaan alat. Dengan kata lain, semakin baik dan cepat alat bekerja, maka waktu pelayanan truk juga akan semakin efisien.

3. Pengaruh Kinerja Karyawan, Moda Transportasi Dan Persediaan Logistik Terhadap Kinerja Operasional Divisi Cvit (*Cash Valuable In Transit*) PT. Nawakara Arta Kencana Cabang Jakarta, Nanda Arthamevia, Aris Faton (2024)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kinerja karyawan, moda transportasi, dan persediaan logistik berpengaruh terhadap kinerja operasional Divisi CVIT (*Cash Valuable In Transit*) di PT Nawakara Arta Kencana Cabang Jakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif dan kausal, serta pengolahan data dilakukan menggunakan metode Partial Least Square (PLS) melalui aplikasi SmartPLS 3.0. Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat langsung dalam operasional Divisi CVIT. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa kinerja karyawan dan persediaan logistik memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja operasional, sedangkan moda transportasi tidak berpengaruh signifikan. Secara keseluruhan, kontribusi variabel independen terhadap kinerja operasional mencapai 55,6%, yang berarti bahwa sebagian besar perubahan kinerja operasional dapat dijelaskan oleh dua faktor utama tersebut.

4. Pengaruh *Spreader Twinlift RTG*, *Reliability RTG*, *Availability Head Truck* dan Keterampilan Operator terhadap Produktivitas Peti Kemas, Juli Prastyorini (2020)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh empat variabel utama terhadap produktivitas peti kemas di PT. Nilam Port Terminal Indonesia (NPTI), yaitu penggunaan spreader telescopic twinlift RTG, keandalan (*reliability*) RTG, ketersediaan (*availability*) *head truck*, dan keterampilan operator. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode analisis regresi linier berganda, di mana data dianalisis menggunakan SPSS 22. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner yang disebarakan kepada operator dan staf operasional yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat variabel tersebut berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas peti kemas, dengan keterampilan operator memiliki pengaruh terbesar (koefisien 0,336), diikuti oleh *reliability* RTG (0,306), *availability head truck* (0,192), dan *spreader twinlift* RTG (0,155). Secara simultan, model ini mampu menjelaskan 76,7% variasi produktivitas peti kemas, yang menandakan bahwa faktor-faktor tersebut sangat penting dalam mendukung efisiensi operasional terminal.

5. Analisis Kinerja Alat Angkat RTG (*Rubber Tyred Gantry*) Dalam Operasional Bongkar Muat Peti Kemas Di Pt XZ, Marpay, J. A., & Rahayuningsih, S. (2022)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja alat angkat RTG (*Rubber Tyred Gantry*) dalam operasional bongkar muat peti kemas di PT XZ. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur ketersediaan dan kinerja alat tersebut. Data primer berupa data yang

didapatkan melalui wawancara dengan pekerja di PT XZ, termasuk operator lapangan, koordinator shift, petugas gate, operator *control tower*, serta penyelenggara pelabuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja alat angkut RTG di PT XZ selama periode pengamatan (Januari-Maret 2022) memiliki tingkat *availability* sebesar 93%, yang berarti alat tersebut cukup tersedia untuk digunakan. Namun, performa mesin hanya mencapai sekitar 49%, menunjukkan bahwa meskipun alat sering tersedia, efisiensi operasionalnya rendah karena sering mengalami trouble dan tidak bekerja secara optimal. Faktor utama yang mempengaruhi kinerja RTG adalah manusia, terutama operator yang harus bekerja di ketinggian dan mengendalikan mekanisme kerja alat. Kondisi ini menyebabkan kerusakan, gangguan, dan kecelakaan seperti robohnya kontainer, serta sering terjadinya mesin berhenti mendadak akibat kerusakan dan gangguan listrik.

6. *Effect of Unloading Equipment Rubber Tyred Gantry Crane on Productivity of Unloading PT Port of Indonesia II Port Panjang Lampung*, Andre Permata, Rafli Alfian, Haris Haris, Yola Ayutia (2023)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh jumlah alat bongkar muat *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG) terhadap produktivitas bongkar muat di Pelabuhan Panjang Lampung, yang dikelola oleh PT Port of Indonesia II. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisis regresi linier sederhana untuk mengukur hubungan antara jumlah alat RTG dan produktivitas bongkar muat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah alat *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG) memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas, di mana peningkatan jumlah alat *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG) dapat meningkatkan produktivitas bongkar muat di pelabuhan tersebut.

7. *Analyzing the Relationship between Equipment Operation Time toward the Queueing Problem of the Head Truck During Loading and Unloading Activity in the Container Yard*, Fani Fafas Tafia dan Sri Susilawati Islam (2022)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana manajemen energi optimal dengan sistem hibrida (diesel generator dan

baterai) dapat meningkatkan kinerja RTG (Rubber Tyred Gantry) dalam hal efisiensi operasional dan produktivitas bongkar muat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cara-cara pengelolaan energi yang dapat mengurangi downtime, meningkatkan kecepatan operasional, serta memaksimalkan penggunaan energi yang efisien, sehingga kinerja RTG secara keseluruhan dapat meningkat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi dan analisis model manajemen energi optimal untuk RTG dengan kombinasi generator diesel dan baterai yang dilengkapi pemulihan energi. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hubungan antara waktu operasi peralatan bongkar muat meliputi *Rubber Tyred Gantry* (RTG), *Head Truck*, *Container Crane* (CC), dan *Harbour Mobile Crane* (HMC) dengan masalah antrean truk selama proses bongkar muat di container yard. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode *multiple linear regression*, didukung alat bantu analisis seperti *control chart* dan *fishbone diagram*. Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara di lapangan di PT X yang menjadi lokasi studi kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu operasi *Head Truck* (X2) memiliki pengaruh signifikan terhadap antrean dan produktivitas terminal ($P\text{-value} < 0,05$), sementara variabel RTG dan CC dan HMC tidak memberikan pengaruh signifikan dalam model regresi yang dibangun. Menariknya, model regresi ini hanya mampu menjelaskan 6,09% variasi produktivitas, yang mengindikasikan adanya faktor-faktor eksternal lain yang berperan besar dalam mempengaruhi antrean dan efisiensi operasional terminal.

8. *Transport Services Management on Transport and Logistic Methods*, Nina Sirinaa, Valery Zubkov (2021)

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengembangan metode manajemen transportasi dan logistik yang efektif dalam mengoptimalkan interaksi subjek layanan transportasi dan pengelolaan sistem transportasi dan logistik secara optimal. Metode yang digunakan meliputi perencanaan, analisis, dan sintesis dari rangkaian realisasi layanan transportasi, serta pengembangan tipe kriteria efisiensi dan tahapan utama

dalam proses optimasi aliran barang. Data primer berupa pengaturan dan regulasi aliran barang serta kinerja dari subjek layanan transportasi seperti operator kereta api Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan metode manajemen transportasi dan logistik yang efektif dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas layanan transportasi. Pendekatan terintegrasi dalam perencanaan dan pengelolaan aliran barang, serta penerapan strategi berbasis investasi, terbukti mampu mengurangi biaya dan mendukung keberlanjutan sistem transportasi.

9. *Planning of Preventive Maintenance Time Interval on Rubber Tyred Gantry Unit Using Reliability Centered Maintenance (RCM) II*, Padhil, A., & Haswika, A. M. (2022).

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jadwal interval perawatan pada unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG), khususnya pada komponen-komponen kritis yang sering mengalami kerusakan, serta untuk menentukan strategi perawatan yang tepat guna mencegah kerusakan mendadak. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II, dengan analisis komponen kritis menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Data primer berupa data kerusakan komponen RTG yang sering terjadi, jadwal operasional alat, dan data historis pemeliharaan dari unit RTG yang diperoleh dari lingkungan operasional PT Pelabuhan Indonesia (Persero). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penetapan jadwal perawatan yang tepat pada komponen kritis RTG dapat meningkatkan keandalan alat dan mencegah kerusakan mendadak. Komponen engine disarankan untuk dilakukan perawatan setiap 16 hari per bulan atau 23 kali per tahun, komponen spreader setiap 10 hari per bulan atau 36 kali per tahun, dan komponen *trolley brake* setiap 13 hari per bulan atau 28 kali per tahun.

10. *Rubber Tyred Gantry (RTG) Failure Analysis Using FMEA Method at PT. Kaltim Kariangau Terminal Balikpapan*, Fitriah, R., Ningrat, A., Rahman, D. W., AM, A. R., & Suwedy, W. (2024).

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada peralatan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) merek Kalmar di PT. Kaltim Kariangau Terminal Balikpapan serta menganalisis penyebab dan dampaknya terhadap keandalan alat. Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yang bertujuan untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalan, menilai tingkat keparahan, serta memberikan rekomendasi perbaikan. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan teknisi dan operator, serta dokumentasi terkait aktivitas perawatan dan riwayat kerusakan *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis kerusakan dengan tingkat keparahan tinggi, khususnya pada RTG 07, di mana kerusakan paling kritis adalah "*Trouble Hoist*." Untuk mengatasi masalah tersebut, disarankan dilakukan perbaikan pada sistem motor, rem, dan *gearbox* agar kinerja alat dapat ditingkatkan dan kerusakan berulang dapat dicegah.

Tabel 2. 1 Kajian Peneliti Terdahulu

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Analisis Perawatan Alat Bongkar Muat <i>Rubber Tyred Gantry</i> di Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS) Richard V. B Watupongoh, Dedy Rusmiyanto (2024)	Untuk Mengetahui keandalan dan efektivitas pemeliharaan RTG	Menggunakan Metode Kuantitatif deskriptif; MTTR, MTBF, IA	Dari 28 unit RTG, hanya 23 yang berfungsi optimal, menyebabkan perlambatan bongkar muat dan peningkatan waktu TRT. Pemeliharaan yang baik diperlukan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas terminal.	Fokus pada performa dan keandalan RTG dalam kegiatan operasional, yang juga dapat memengaruhi TRT	Penelitian ini lebih fokus pada indikator perawatan (MTTR, MTBF) dibandingkan dengan waktu layanan truk secara langsung
2	Analisis Estimasi Waktu Pelayanan <i>Truk Round Time (TRT)</i> Pada Kegiatan <i>Receiving</i> Di PT. Terminal Petikemas Surabaya	Mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi estimasi waktu TRT	Menggunakan Metode Kuantitatif; Statistik deskriptif & Regresi linier berganda	Rata-rata TRT sekitar 2,5 jam, faktor antrean menjadi hambatan utama.	Membahas TRT sebagai indikator kinerja.	Fokus langsung pada variabel TRT, tapi tidak rinci pada kondisi dan kinerja RTG sebagai penyebab

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Theokoka Herfian Putra, Elly Kusumawati, Novrico Susanto, ,Romanda Annas Amrullah (2024)					
3	Pengaruh Kinerja Karyawan, Moda Transportasi Dan Persediaan Logistik Terhadap Kinerja Operasional Divisi Cvit (<i>Cash Valuable In Transit</i>) PT. Nawakara Arta Kencana Cabang Jakarta	Menganalisis pengaruh faktor manajemen logistik terhadap kinerja operasional.	Menggunakan Metode Kuantitatif; Desain deskriptif dan kausal; PLS-SEM (SmartPLS 3.0)	Kinerja logistik sangat dipengaruhi moda transportasi dan efektivitas karyawan.	Meneliti faktor- faktor operasional dalam logistik yang memengaruhi efisiensi,	Fokus pada manajemen logistik, bukan RTG atau TRT.

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Nanda Arthamevia, Aris Faton (2024)					
4	Pengaruh <i>Spreader Twinlift RTG</i> , <i>Reliability RTG</i> , <i>Availability Head Truck</i> dan Keterampilan Operator terhadap Produktivitas Peti Kemas Juli Prastyorini (2020)	Menganalisis pengaruh 4 variabel utama (spreader twinlift, reliability RTG, availability head truck, keterampilan operator) terhadap produktivitas peti kemas di PT Nilam Port Terminal Indonesia	Menggunakan Metode Kuantitatif dengan Analisis Regresi Linier Berganda, observasi lapangan & kuesioner.	Keempat variabel berpengaruh signifikan terhadap peningkatan produktivitas peti kemas; penggunaan spreader twinlift memberikan dampak terbesar.	membahas pengaruh RTG dan <i>head truck</i> terhadap produktivitas atau efisiensi terminal.	Fokus penelitian ini lebih luas: mencakup <i>spreader twinlift</i> , keterampilan operator, dan <i>availability head truck</i>
5	Analisis Kinerja Alat Angkat Rtg (<i>Rubber Tyred</i>	Mengetahui kinerja RTG	Menggunakan Metode Kuantitatif; OEE	Availability 93%, performa 49% → alat sering tersedia tapi efisiensinya rendah	Evaluasi langsung terhadap kinerja RTG	Tidak mengukur pengaruh langsung terhadap TRT.

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	<i>Gantry</i>) Dalam Operasional Bongkar Muat Peti Kemas Di PT XZ (2022)	dalam bongkar muat	<i>(Overall Equipment Effectiveness)</i>			
6	<i>Effect of Unloading Equipment Rubber Tyred Gantry Crane on Productivity of Unloading PT Port of Indonesia II Port Panjang Lampung.</i> (2023) Andre Permata, Rafli Alfian, Haris Haris, Yola Ayutia	Mengetahui pengaruh jumlah RTG terhadap produktivitas bongkar muat	Menggunakan Metode Kuantitatif; Regresi linier sederhana	Jumlah RTG berpengaruh signifikan; makin banyak alat, makin tinggi produktivitas	Mengkaji pengaruh RTG terhadap produktivitas yang juga mempengaruhi TRT	Fokus pada produktivitas
7	<i>Analyzing the Relationship</i>	Meneliti hubungan antara	Menggunakan Metode Kuantitatif	Ditemukan bahwa waktu operasi Head Truck (X2)	membahas hubungan RTG	Memfokuskan hubungan waktu

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	<i>between Equipment Operation Time toward the Queueing Problem of the Head Truck</i> Fani Fafas Tafia & Sri Susilawati Islam (2022)	waktu operasi alat (RTG, Head Truck, CC & HMC) terhadap antrean truk selama kegiatan bongkar muat di container yard.	dengan analisis linear berganda dan alat <i>quality control</i> seperti <i>control chart</i> dan <i>fishbone diagram</i> .	memiliki pengaruh signifikan terhadap antrean dan produktivitas (P-value < 0.05), sementara RTG & CC dan HMC kurang signifikan.	dan Head Truck dengan efisiensi operasional (<i>queue & productivity</i>). memakai metode regresi & observasi lapangan.	operasi alat dengan antrean (<i>queueing</i>)
8	<i>Transport Services Management on Transport and Logistic Methods</i> Nina Sirinaa, Valery Zubkov (2021)	Mengembangkan metode manajemen transportasi & logistik efektif	Analisis perencanaan, sintesis; studi literatur dan studi kasus	Pengurangan biaya total dapat dicapai dengan mengoptimalkan penggunaan armada melalui pengurangan jam-wagon (<i>wagon-hours</i>), Regulasi aliran transportasi harus difokuskan pada pengurangan biaya total dalam siklus perputaran armada dengan menerapkan tindakan	Mengkaji efisiensi operasional dalam manajemen logistik secara umum yang mempengaruhi proses pelayanan truk	Tidak fokus pada RTG

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
				korektif berbasis proses teknologi yang efisien.		
9	Planning of Preventive Maintenance Time Interval on Rubber Tyred Gantry Unit Using Relability Centered Maintenance (RCM) II Ahmad Padhil, Haswika, Abdul Mail (2022)	Menentukan jadwal perawatan kritis pada RTG	Menggunakan Metode RCM II; FMEA; analisis komponen kritis	RTG yang tidak optimal meningkatkan TRT dan menurunkan efisiensi operasional. Dari 28 unit RTG, hanya 23 yang berfungsi efektif, memperlambat proses bongkar muat. Kondisi RTG mempengaruhi 33,4% variasi TRT berdasarkan analisis regresi.	Meneliti perawatan RTG yang dapat mempengaruhi operasional dan kecepatan layanan,	Menyediakan data kondisi alat, namun tidak dianalisis pengaruhnya terhadap waktu layanan truk
10	Rubber Tyred Gantry (RTG) Failure Analysis Using FMEA Method at PT.	Mengetahui jenis kerusakan RTG Kalmar & rekomendasi perbaikan	Menggunakan Metode FMEA; wawancara teknisi & observasi	Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa jenis kerusakan berada pada peringkat pertama dalam setiap unit RTG. Pada RTG	Berfokus pada kondisi dan kinerja RTG	Tidak menghubungkan langsung dengan TRT

No	Judul Peneliti, Nama Peneliti, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Kaltim Kariangau Terminal Balikpapan Rifkah Fitriah ,Andi Ningrat, ,Dwi Wahyuni Rahman,Andi Rachmianty A.M. ,Muslihati ,Wardina Suwedy (2024)			07, kerusakan <i>Trouble Hoist</i> menempati peringkat pertama dalam tingkat keparahan. Untuk mencegah terulangnya kerusakan ini, diperlukan rekomendasi perbaikan yang mencakup perbaikan pada sistem motor, rem, dan gearbox.		

Sumber: Data diolah penulis, 2025

2.3 Hipotesis

Dalam bukunya "*Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*", Creswell (2020) menyatakan bahwa hipotesis adalah pernyataan prediktif yang menjelaskan hubungan antara dua atau lebih variabel dalam suatu studi kuantitatif. Hipotesis dapat diuji melalui pengumpulan dan analisis data. Hipotesis ini berfungsi sebagai landasan sebuah penelitian yang nantinya akan dikonfirmasi atau ditolak berdasarkan data empiris. Berikut hipotesis dari penelitian ini:

2.3.1 Pengaruh Kondisi Rubber Tyred Gantry (RTG) terhadap Truck Round Time (TRT):

Berdasarkan penelitian oleh Watupongoh dan Rusmiyanto (2024), ditemukan bahwa hanya 23 dari 28 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang berfungsi secara optimal di Terminal Peti Kemas Semarang. Temuan ini menunjukkan bahwa usia alat yang sudah cukup lama dapat menyebabkan penurunan performa operasional, sehingga berdampak pada meningkatnya waktu yang dibutuhkan dalam proses bongkar muat dan memperpanjang *Truck Round Time* (TRT). Selain itu, tingkat ketersediaan alat yang rendah akibat kerusakan atau ketidaksiapan teknis turut memperlambat alur kerja di terminal. Dalam kaitannya dengan hal tersebut, Permata *et al.* (2023) juga menyatakan bahwa jumlah dan kesiapan unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG) secara signifikan memengaruhi produktivitas bongkar muat, yang kemudian berdampak pada efisiensi waktu pelayanan truk. Frekuensi perawatan yang tidak konsisten atau tidak terjadwal dengan baik juga dapat memperbesar potensi kerusakan alat, sehingga menurunkan efektivitas dan keandalan operasional RTG. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG) memiliki pengaruh yang nyata terhadap efisiensi *Truck Round Time* (TRT) di lingkungan terminal peti kemas.

2.3.2 Pengaruh Kinerja Rubber Tyred Gantry terhadap Truck Round Time (TRT):

Berdasarkan penelitian Marpay dan Rahayuningsih (2022) dalam studi yang berjudul "*Analisis Kinerja Alat Angkat RTG (Rubber Tyred Gantry)*"

dalam *Operasional Bongkar Muat Petikemas*" dapat diidentifikasi bahwa kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu manusia, mesin, dan material. Dari aspek manusia, kelelahan operator dan kurangnya konsentrasi dalam menjalankan alat berkontribusi terhadap terjadinya kesalahan operasional yang berdampak pada perlambatan proses bongkar muat. Dari sisi mesin, berbagai permasalahan teknis seperti gangguan pada sistem *hoist* dan *trolley* serta ketidakstabilan kinerja alat menjadi penyebab menurunnya produktivitas. Sementara itu, dari aspek material, kerusakan mendadak pada komponen mesin seperti kabel, motor, atau rem dapat menghentikan proses kerja secara tiba-tiba, yang menyebabkan antrean truk menjadi lebih panjang. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat kesiapan alat (*availability*) tinggi, namun efisiensi kinerjanya (*performance*) masih rendah. Hal ini berdampak langsung terhadap waktu pelayanan truk atau *Truck Round Time* (TRT). Oleh karena itu, temuan dari Marpay *et al.* (2022) memperkuat hipotesis bahwa kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang baik dalam hal keterlibatan manusia, keandalan mesin, dan kesiapan material berpengaruh signifikan terhadap efisiensi TRT di lapangan.

2.3.3 Pengaruh Kondisi Rubber Tyred Gantry dan Kinerja Rubber Tyred Gantry terhadap Truck Round Time (TRT):

Hasil kajian berbagai penelitian menunjukkan bahwa kondisi dan kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG), termasuk keandalan, ketersediaan operasional, serta spesifikasi teknis seperti *spreader twinlift*, secara signifikan memengaruhi produktivitas bongkar muat di terminal peti kemas. Prastyorini (2020) menemukan bahwa keandalan RTG, *spreader twinlift*, keterampilan operator, dan ketersediaan *head truck* berkontribusi positif terhadap peningkatan produktivitas. Hal ini diperkuat oleh Permata *et al.* (2023), yang menunjukkan bahwa kesiapan dan jumlah RTG yang memadai meningkatkan efisiensi dan berdampak langsung terhadap waktu tunggu truk (*Truck Round Time/TRT*). Tafia dan Islam (2022) juga menegaskan bahwa meskipun pengaruh RTG tidak sebesar *head truck*, waktu operasional RTG tetap memengaruhi antrean truk di lapangan penumpukan. Dengan demikian, efektivitas RTG dipengaruhi oleh

aspek teknis, perawatan, dan keahlian operator. Dapat disimpulkan bahwa semakin baik kondisi dan kinerja RTG, semakin singkat waktu pelayanan truk di terminal.

Berdasarkan teori pada penelitian terdahulu yang telah dijelaskan di atas, maka dapat disebutkan bahwa:

H1:

Kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Truck Round Time* (TRT).

H2:

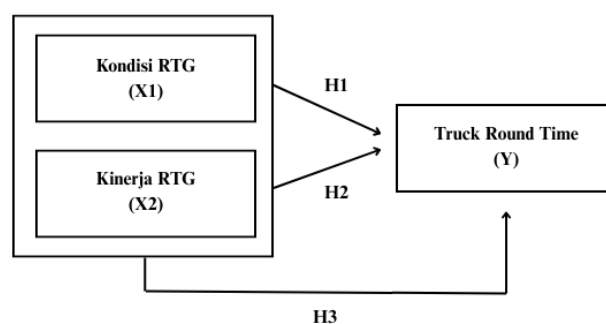
Kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Truck Round Time* (TRT).

H3:

Kondisi *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dan Kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *Truck Round Time* (TRT).

2.4 Kerangka Penelitian

Berdasarkan hubungan antar variabel yang sudah dikemukakan diatas, maka kerangka model penelitian sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Penelitian

Sumber: Data diolah penulis, 2025