



## Strategi Peningkatan Produktivitas Bongkar Muat dengan Sistem Digitalisasi *Electronic Rubber Tyred Gantry (E-RTG)* di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya

Indah Tiara<sup>1\*</sup>, Romanda Annas Amrullah<sup>2</sup>, Vigih Heri Kristanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Alamat: Jl. Gunung Anyar Boulevard No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Korespondensi penulis: [indahtiara958@gmail.com](mailto:indahtiara958@gmail.com)

**Abstract:** *This research aims to explore strategies to improve the productivity of loading and unloading activities at PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya through the implementation of the Electronic Rubber Tyred Gantry (E-RTG) system. Although the E-RTG system has not yet been implemented at PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya, its application is considered a potential solution to support efforts in enhancing loading and unloading productivity. E-RTG is a container handling equipment that utilizes sensor technology and battery-powered electricity as a replacement for conventional fuel. This study employs a qualitative approach with data collection techniques including interviews with RTG operators and the HSSE team, as well as documentation. The data analysis method used is SWOT analysis to identify the strengths, weaknesses, opportunities, and threats associated with the E-RTG system. The research findings indicate that the implementation of E-RTG has the potential to significantly improve loading and unloading productivity. To ensure successful implementation, PT. Terminal Petikemas Nilam requires several strategies such as infrastructure development, human resource training, seeking investment, and updating the port's digital security systems. With proper strategic planning, the implementation of E-RTG is expected to assist PT. Terminal Petikemas Nilam in future adoption efforts and contribute to increasing the productivity of loading and unloading operations at Terminal Petikemas Nilam Surabaya.*

**Keywords:** *Loading and Unloading, E-RTG, Productivity, Container Terminal, Strategy*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mencari bagaimana strategi dalam meningkatkan produktivitas bongkar muat di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya melalui penerapan system Electronic Rubber Tyred Gantry (E-RTG), meskipun saat ini sistem E-RTG belum diterapkan di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya tetapi penerapan sistem E-RTG menjadi solusi yang bisa mendukung upaya meningkatkan produktivitas bongkar muat. E-RTG merupakan alat bongkar muat yang sudah menggunakan teknologi sensor dan tenaga listrik dan baterai sebagai pengganti bahan bakar konvensional. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara kepada operator RTG dan HSSE dan dokumentasi serta teknik analisis data menggunakan analisis SWOT untuk melihat kekuatan, kelemahan, ancaman dan peluang dari sistem E-RTG. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penerapan E-RTG cenderung berpotensi untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat. Agar penerapan E-RTG berjalan dengan baik PT. Terminal Petikemas Nilam membutuhkan beberapa strategi seperti peningkatan infrastruktur, pelatihan SDM, mencari investor, serta memperbaiki sistem keamanan digital di pelabuhan. Dengan adanya perencanaan strategi ini diharapkan mampu membantu PT. Terminal Petikemas Nilam dalam implementasi E-RTG di kemudian hari serta mampu membantu meningkatkan produktivitas bongkar muat di Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

**Kata Kunci:** Bongkar Muat, E-RTG, Produktivitas, Terminal Petikemas, Strategi

## 1. LATAR BELAKANG

Pelindo Terminal Petikemas (SPTP) merupakan sub-holding Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menjalankan bisnis sebagai pengelola terminal petikemas terbesar di Indonesia. Pelindo memiliki peran strategis dalam memajukan pertumbuhan dan pemerataan ekonomi nasional melalui standarisasi serta jaringan yang terintegrasi antar sesama terminal. (Pelindo, 2024) PT Pelindo Terminal Petikemas berperan sebagai penyedia layanan jasa terminal petikemas antar pulau maupun internasional, sehingga pelayanan yang efektif dan efisien dapat ditingkatkan. Sejak 1 Oktober 2021 telah dilakukan pemisahan antara PT Pelabuhan Indonesia 1 sampai 4 (Persero) memiliki tujuan yang sama untuk menekan biaya logistik di Indonesia. PT Pelindo Terminal Petikemas memiliki 14 terminal yaitu Terminal Petikemas Nilam, Terminal Petikemas Belawan, Terminal Petikemas Semarang, Terminal Petikemas Banjarmasin, Terminal Petikemas New Makasar, Terminal Petikemas Bitung, Terminal Petikemas Ambon, Terminal Petikemas Sorong, Terminal Petikemas Perawang, Terminal Petikemas Pantoloan, Terminal Petikemas Kendari, Terminal Petikemas Kupang, Terminal Petikemas Tarakan, Terminal Petikemas Jayapura (Septian, 2024)

Secara definisi, pelabuhan merupakan fasilitas maritim tempat kapal-kapal berlabuh dan bersandar, menaikturunkan penumpang dan kargo. Satu pelabuhan dapat terdiri atas beberapa dermaga (*wharf*) tempat kapal-kapal dan perahu bersandar sejenak saat aktivitas bongkar muat dilakukan. Meski seringkali sebuah pelabuhan berlokasi ditepian laut, banyak juga pelabuhan-pelabuhan di dunia yang terletak jauh ke daratan. (Amrullah, 2020) Pelabuhan Tanjung Perak yang terletak di Surabaya, Jawa Timur merupakan salah satu pelabuhan terbesar dan paling penting di Indonesia. Sejak didirikan pada awal abad ke-20, Pelabuhan ini telah memainkan peran utama sebagai penghubung arus perdagangan di wilayah Asia Tenggara. Pelabuhan terdiri dari daratan dan perairan yang memiliki batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat kapal sandar. (Modul Praktikum Jasa Dan Fasilitas Pelabuhan - Romanda Annas Amrullah - Google Buku, n.d.) Pelabuhan Tanjung Perak memiliki peran penting dalam perkembangan ekonomi perdagangan di Indonesia, khususnya di wilayah Surabaya Provinsi Jawa Timur diantaranya Sebagai Pusat Distribusi Barang Impor dan Ekspor, Kontributor Pertumbuhan Ekonomi Regional, Mendukung Kelancaran Distribusi barang Menggunakan fasilitas logistik yang modern, Pintu Gerbang Maritim Internasional, Memfasilitasi perdagangan melalui jalur laut, Kontributor Pendapatan Negara. (Nisa, 2024).

Terminal Petikemas Nilam merupakan pintu utama transportasi laut secara langsung maupun tidak langsung berperan aktif dalam Pembangunan ekonomi di Kota Surabaya. Dalam rangka memenuhi pelayanan jasa kepelabuhan, Terminal Petikemas Nilam Menyediakan jasa

untuk proses bisnis bongkar muat petikemas. Berbagai komoditi yang dikemas di dalam petikemas dalam jumlah besar melalui Terminal Petikemas Nilam akan dikirim ke berbagai daerah di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri dalam negeri. Pengembangan Terminal Petikemas Nilam selalu memperhatikan aspek-aspek terhadap tatanan Kepelabuhan Nasional, Keamanan dan Keselamatan Pelayaran dengan tinjauan terhadap aspek lingkungan serta pembangunan fasilitas dan pengadaan peralatan demi kelancaran transportasi laut yang dikemas dengan system pelayanan terpadu yang selaras dengan kebutuhan dan permintaan pengguna jasa serta di era perkembangan teknologi sekarang. (Septian, 2024)

Dalam proses bongkar muat yang telah dijelaskan sebelumnya *Rubber Tyred Gantry* (RTG) berperan penting dalam proses bongkar muat di Terminal Petikemas Nilam, *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang masih dipergunakan di Terminal Petikemas Nilam merupakan *Rubber Tyred Gantri* (RTG) konvensional yang masih menggunakan mesin diesel sebagai bahan baku utama yang menghasilkan polusi serta emisi gas buang yang pasti berdampak negatif pada lingkungan dan wilayah kerja terminal petikemas serta tingkat kebisingan yang masih relatif tinggi selama operasi sehingga menyebabkan lingkungan kerja yang tidak nyaman bagi operator serta mengganggu masyarakat di sekitar pelabuhan. (Septian, 2024)

Penting untuk diingat bahwa kelemahan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) konvensional dapat diatasi dengan penggunaan *Electronic Rubber Tyred Gantry* (E-RTG) atau RTG bertenaga Listrik dan lebih ramah lingkungan. Kelebihan penggunaan *Electronic Rubber Tyred Gantry* (E-RTG) bahwa mereka tidak menggunakan bahan bakar fosil seperti disel sebagai gantinya mereka menggunakan sumber daya listrik yang lebih bersih serta bisa mengurangi emisi gas dan polusi udara di sekitar Pelabuhan serta pengoperasiannya lebih tenang sehingga mengurangi tingkat kebisingan dibandingkan dengan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) konvensional yang masih menggunakan mesin diesel.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, Dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara terstruktur terhadap operator RTG dan divisi HSSE di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya, serta dokumentasi. Wawancara dilakukan untuk menggali informasi langsung dari informan yang memiliki pengalaman dan pengetahuan terkait penggunaan RTG konvensional serta potensi penerapan E-RTG. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi produktivitas bongkar muat.

Validasi instrumen wawancara dilakukan oleh tiga validator, dengan kelayakan instrumen sebesar 82,57%, yang tergolong sangat layak digunakan. Data hasil wawancara dan dokumentasi direduksi, disajikan dalam bentuk matriks, dan dianalisis berdasarkan empat aspek SWOT. Analisis ini bertujuan untuk merumuskan strategi peningkatan produktivitas bongkar muat melalui penerapan E-RTG.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Ringkasan Hasil Analisis SWOT menunjukkan bahwa meskipun PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya belum menerapkan system E-RTG tetapi sistem E-RTG memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat terdapat beberapa kelemahan yang perlu diatasi dengan kekuatan dan ancaman yang perlu diatasi dengan peluang.

#### **a. Kekuatan (Strenght),**

- 1) Sistem E-RTG ini menggunakan sumber daya energi berupa baterai sehingga mampu mengurangi polusi udara dan meminimalisir adanya kebisingan selain itu sistem E-RTG terintegrasi dan dijalankan secara digital. Sistem E-RTG ini dilengkapi dengan sensor pergerakan alat dalam sistem pemantauan keselamatan
- 2) Dalam sisi efisiensi, sistem E-RTG ini menggunakan konsep digitalisasi yang terintegrasi sehingga efisiensi kinerja akan meningkat. Sistem ini menerapkan standar ISO/IEC 27001:2022 dalam bidang keamanan informasi untuk memberikan perlindungan terhadap resiko ancaman *cyber*.

#### **b. Kelemahan (Weakness)**

- 1) Sistem ini membutuhkan perawatan berkala terlebih pada setiap komponen penting seperti kerusakan daya baterai. Adanya resiko gangguan daya dapat menghambat operasional jika tidak ditangani dengan cepat dan benar
- 2) Perlunya kesiapan sumber daya manusia yang kompeten dan berkualitas yang dimiliki untuk mengoperasikan sistem E-RTG ini selain itu perubahan sistem ini memerlukan adaptasi pada kegiatan operasional. Terdapat perbedaan dalam tingkat adaptasi masing-masing sumber daya manusia, hal ini bergantung pada proses pelatihan, pemahaman serta penerapan secara konsisten

#### **c. Peluang**

- 1) Penerapan E-RTG ini dapat mengukuhkan peran dari PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya sebagai pelabuhan yang menerapkan sistem berbasis teknologi terbaru. Hal ini akan menjadikan PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya sebagai pelabuhan yang memiliki daya saing di pasar nasional.

- 2) Implementasi sistem E-RTG dengan penerapan teknologi terbaru dapat mendorong adanya optimalisasi kegiatan operasional terutama guna meningkatkan produktivitas bongkar muat.

d. Ancaman

- 1) Implementasi E-RTG ini memerlukan investasi awal yang signifikan, dan finansial perusahaan dapat menjadi hambatan bagi perusahaan dalam mengadopsi teknologi ini.
- 2) Resiko lain berasal dari adanya ancaman serangan *cyber*, sehingga diperlukan *update* untuk standar keamanan yang tinggi. Adaptasi dari sumber daya manusia yang dimiliki juga merupakan suatu tantangan dalam penerapan sistem ini, mengingat adaptasi ini merupakan langkah pertama bagi perusahaan untuk menilai tingkat efektifitas penggunaan E-RTG ini dalam upaya meningkatkan produktivitas bongkar muat.

Terkait dengan analisis SWOT yang telah dibahas sebelumnya peneliti merumuskan dua strategi utama yang akan dijalankan sebagai langkah untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat di PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

a. *Weakness-Strength* (Kelemahan-Kekuatan)

Strategi ini dirancang untuk mengatasi kelemahan dengan memanfaatkan kekuatan internal yang dimiliki oleh PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

1. Kelemahan terkait masalah baterai yang membutuhkan pemeliharaan berkala serta apabila terjadi kerusakan daya dan komponen baterai secara mendadak dapat diatasi dengan kekuatan internal di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

Solusi strategis tetap menggunakan sumber daya energi berupa baterai sehingga mampu mengurangi polusi udara selain itu system E-RTG dilengkapi dengan sensor pergerakan alat dalam system pemantauan keselamatan sehingga pengoptimalan sistem sensor dan digitalisasi dapat mendukung pemeliharaan baterai dan kehandalan alat dan system E-RTG ini dilengkapi sensor canggih serta system monitoring yang bisa mendeteksi kerusakan atau gangguan daya secara dini. Hal ini diperkuat dengan adanya laporan penelitian dari Port Equipment Manufacturers Association (PEMA) yang berjudul *Battery & Charging Solutions in Port and Terminals* yang menjelaskan bahwa sistem E-RTG ini dilengkapi dengan system sensor canggih yang dapat memonitoring dan mendeteksi gangguan daya secara dini (PEMA, 2021). Serta diperkuat juga dengan laporan penelitian dari Baktash Rosta yang berjudul *The Profitability Analysis of the Integration of Battery Energy Storage Systems into Industrial Cranes* yang menjelaskan bahwa system

penyimpanan energi baterai dalam crane industri termasuk pada E-RTG dapat meningkatkan efisiensi operasional dan meningkatkan produktivitas bongkar muat, system ini memungkinkan pemantauan kondisi baterai secara real time, yang membantu dalam perencanaan serta mengurangi risiko kerusakan mendadak (Rosta, 2023).

Dengan pengimplementasian system sensor dan digitalisasi yang canggih pada E-RTG PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya dapat mengurangi downtime terhadap potensi kerusakan baterai, meningkatkan keandalan operasional dengan pemantauan kondisi baterai secara otomatis dan real time sehingga dapat meningkatkan keandalan proses bongkar muat. Secara keseluruhan strategi ini berkontribusi pada peningkatan produktivitas bongkar muat dengan memastikan E-RTG beroperasi secara optimal tanpa khawatir dengan kerusakan baterai mendadak.

2. Kelemahan terkait Perlunya kesiapan sumber daya manusia yang kompeten dan berkualitas yang dimiliki untuk mengoperasikan sistem E-RTG ini selain itu Perubahan sistem ini memerlukan adaptasi pada kegiatan operasional dapat diatasi dengan kekuatan internal di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

Solusi Peningkatan kompetensi SDM melalui pelatihan berbasis digital dikarenakan pada sistem E-RTG sudah terstandarisasi ISO/IEC 27001 untuk mendukung pelatihan berbasis simulasi digital hal ini diperkuat dengan adanya penyelenggaraan pelatihan untuk operator RTG yang menggunakan simulator digital oleh Pelindo sendiri yang mencakup pelatihan langsung tanpa gangguan, peningkatan kesadaran keselamatan, serta peningkatan produktivitas. (Pelindo, n.d.) dan diperkuat juga dengan pelatihan online ISO/IEC 27001 yang menyediakan pemahaman mendalam tentang manajemen keamanan informasi, pembelajaran mandiri, simulasi lingkungan virtual, dan pemahaman tentang implementasi ISMS (ISO 27001-2022.Pdf, n.d.) penerapan pelatihan ini memiliki dampak terhadap peningkatan produktivitas bongkar muat di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya dengan mempercepat adaptasi terhadap teknologi terbaru, meningkatkan efisiensi operasional sehingga operator dapat mengoperasikan crane lebih efisien dan operator memiliki standarisasi kompetensi yang baik tentang pengoperasian sistem digital E-RTG, strategi ini mendukung peningkatan produktivitas bongkar muat melalui pengembangan SDM yang kompeten.

b. *Threat-Opportunity* (Peluang-Ancaman)

Strategi ini dirancang untuk memanfaatkan peluang eksternal sebagai upaya mengatasi ancaman yang dihadapi di PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

1. Ancaman terkait masalah pengimplementasian E-RTG yang memerlukan investasi awal yang signifikan, serta kondisi finansial perusahaan dapat menjadi hambatan dalam mengadopsi teknologi ini di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya dapat diatasi dengan peluang eksternal di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

Solusi untuk mengimplementasikan investasi jangka Panjang dengan memanfaatkan teknologi E-RTG sebagai upaya guna memperkuat citra pelabuhan, meningkatkan daya saing, serta dapat meningkatkan produktivitas bongkar muat, sehingga mampu menarik investor untuk menjalin kemitraan strategis atau memperoleh dukungan melalui program intensif dari pemerintah. Meskipun implementasi E-RTG memerlukan biaya awal yang cukup tinggi tetapi manfaat yang didapat setelah penerapan E-RTG juga tak kalah banyak terutama manfaat jangka panjang dalam efisiensi dan upaya peningkatan produktivitas bongkar muat pernyataan tersebut diperkuat dengan adanya penelitian dari Yi et al yang berjudul *Deployment and Retrofit Strategy for Rubber-Tyred Gantry Cranes* yang menjelaskan tentang meskipun penerapan E-RTG memerlukan biaya awal yang cukup tinggi tetapi manfaat dari penerapan E-RTG ini juga sangat banyak terutama dalam efisiensi dan produktivitas operasional.(Ding et al., 2021)

penerapan E-RTG ini sebagai salah satu strategi investasi jangka panjang tidak hanya bertujuan untuk mengurangi emisi dan meningkatkan efisiensi energi tetapi secara langsung berdampak terhadap peningkatan produktivitas bongkar muat di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

2. Ancaman terkait masalah ancaman serangan *cyber*, dapat diatasi dengan memperbarui standar keamanan yang tinggi serta adaptasi dari sumber daya manusia mengingat adaptasi dari SDM ini merupakan langkah awal bagi perusahaan untuk menilai tingkat efektifitas penggunaan E-RTG ini dalam upaya meningkatkan produktivitas bongkar muat menggunakan teknologi E-RTG.

Solusinya dengan mengimplementasikan sistem E-RTG dengan penerapan teknologi terbaru dengan keamanan *cyber* yang diperbarui dan menyeluruh melakukan penguatan jaringan dan enkripsi data serta menerapkan ISO/IEC 27001:2022 sebagai standar manajemen keamanan informasi, keamanan *cyber* dan proteksi privasi. (*ISO 27001-2022.Pdf*, n.d.)

Selain itu sebagai upaya untuk meningkatkan dan mempercepat adaptasi SDM terkait teknologi terbaru sistem E-RTG dapat dilakukan program pelatihan berbasis digital berupa simulasi digital untuk meningkatkan pemahaman tentang E-RTG serta bisa mengadakan *workshop* rutin dan program sertifikasi untuk memastikan SDM memiliki kompetensi yang sesuai bidang dan teknologi terkini untuk mendorong adanya optimalisasi kegiatan operasional terutama guna meningkatkan produktivitas bongkar muat hal ini diperkuat dengan adanya penyelenggaraan pelatihan untuk operator RTG yang menggunakan simulator digital oleh Pelindo sendiri (Pelindo, n.d.).

Dalam hal ini diperkuat juga dengan penelitian oleh jurnal UNESCAP dengan judul *Readinnes Assessment for Smart Port* bahwa kesiapan pelabuhan atau terminal dalam mengadopsi teknologi pintar harus termasuk juga aspek pelatihan SDM untuk dilaksanakan dan pelabuhan dengan pelatihan digitalisasi memiliki produktivitas operator 20-25% lebih tinggi (Minh, 2023). Dengan memperkuat keamanan *cyber* dan meningkatkan kesiapan SDM penerapan E-RTG tidak hanya aman dari gangguan eksternal tetapi juga lebih cepat, efisien dan dapat diandalkan dalam proses bongkar muat hal ini mendukung dalam upaya pencapaian produktivitas bongkar muat yang lebih tinggi dari biasanya serta meningkatkan daya saing PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya di pasar logistik nasional.

Berdasarkan strategi *Weakness-Strenght* dan *Threat-Opportunity* yang telah dirumuskan melalui analisis SWOT sebelumnya, selanjutnya terdapat indikator atau tanda-tanda yang menunjukkan bahwa penerapan E-RTG memberikan dampak positif dalam meningkatkan produktivitas bongkar muat di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya.

Pertama, kelemahan sistem E-RTG terkait dengan penggunaan baterai sudah diatasi dengan kekuatan internal PT Terminal Petikemas Nilam bahwa penggunaan baterai pada system E-RTG mampu mengurangi polusi udara selain itu system E-RTG dilengkapi dengan sensor pergerakan alat dalam system pemantauan keselamatan sehingga pengoptimalan sistem sensor dan digitalisasi dapat mendukung pemeliharaan baterai dan kehandalan alat dan sistem E-RTG, selain itu dalam penelitian dari Yang & Chang yang berjudul *Impact of Electric Rubber-Tyred Gantries On Green Port Performance* menyebutkan bahwa rata-rata pergerakan kontainer per jam meningkat sekitar 20 menjadi 25 pergerakan per jam yang berarti terjadi peningkatan produktivitas sekitar 25% dikarenakan respon sistem E-RTG

menggunakan baterai lebih cepat tidak ada jeda untuk pengisian bahasan bakar seperti menggunakan RTG Konvensional dan minimnya gangguan teknis maupun mekanis selain itu pada sistem E-RTG terdapat sensor pemantauan baterai secara *real-time* (Yang & Chang, 2021). Seperti yang sudah dijelaskan pada penelitian sebelumnya oleh Baktash Rosta yang berjudul *The Profitability Analysis of the Integration of Battery Energy Storage Systems into Industrial Cranes* menjelaskan bahwa sistem penyimpanan energi baterai dalam *crane* industri dapat meningkatkan efisiensi operasional dan meningkatkan produktivitas bongkar muat, sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi baterai secara *real-time*, yang membantu dalam perencanaan serta mengurangi risiko kerusakan mendadak (Rosta, 2023). Karena adanya sensor pemantauan baterai secara *real-time* ini menurut penelitian Yang & Chang yang berjudul *Impact of Electric Rubber-Tyred Gantries On Green Port Performance* menghasilkan penurunan *downtime* hingga 30% dikarenakan potensi kegagalan daya ini dapat terdeteksi dan ditangani sebelum memicu kegiatan operasi. (Yang & Chang, 2021)

Yang kedua kelemahan sistem E-RTG terkait perlunya kesiapan sumber daya manusia yang kompeten dan berkualitas yang dimiliki untuk mengoperasikan sistem E-RTG ini selain itu perubahan sistem ini memerlukan adaptasi pada kegiatan operasional sudah diatasi dengan kekuatan internal PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya yang menjelaskan bahwa Peningkatan kompetensi SDM melalui pelatihan berbasis digital dikarenakan pada sistem E-RTG sudah terstandarisasi ISO/IEC 27001 untuk mendukung pelatihan berbasis simulasi digital yang menyediakan pemahaman mendalam tentang manajemen keamanan informasi, pembelajaran mandiri, simulasi lingkungan virtual, dan pemahaman tentang implementasi ISMS, selain itu terdapat penelitian pendukung dari Kasus Klien Pelabuhan Besar *Middle -East (RelyOn Nutec Simulation)* yang menyebutkan bahwa pelatihan berbasis digital sesuai kerangka ISO/IEC 27001 menghasilkan operasional operator E-RTG meningkat 30% dikarenakan para operator sudah mahir menjalankan siklus dari alat berat E-RTG ini sehingga dihasilkan oleh pengurangan *idle time* pada *crane* yang menghasilkan peningkatan *throughput* terminal secara keseluruhan. (RelyOn Nutec \_ Case Study \_ Simulation Solutions for a Major Port Terminal Operator, n.d.)

Ancaman terkait masalah pengimplementasian E-RTG yang memerlukan investasi awal yang signifikan, serta kondisi finansial perusahaan dapat menjadi hambatan dalam mengadopsi teknologi E-RTG di PT. Terminal Petikemas Nilam

Surabaya dapat diatasi dengan peluang eksternal PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya, mengimplementasikan investasi jangka panjang dengan memanfaatkan teknologi E-RTG sebagai upaya guna memperkuat citra pelabuhan, meningkatkan daya saing, serta dapat meningkatkan produktivitas bongkar muat, sehingga dapat menarik investor untuk menjalin kemitraan strategis atau memperoleh dukungan melalui program intensif dari pemerintah hal ini didukung oleh penelitian dari IMARC Group yang berjudul *Rubber Tyred Gantry Crane Market Trends & Outlook* menyebutkan bahwa penerapan E-RTG ini membuat pelabuhan-pelabuhan di Eropa semakin menarik bagi investor dan perusahaan pembiayaan karena dianggap memiliki prospek yang baik dan berkelanjutan di masa mendatang sehingga biaya investasi awal E-RTG menjadi lebih ringan dan mempercepat untuk kembali modal selain itu pelabuhan yang menerapkan teknologi E-RTG dinilai lebih modern dan unggul di mata pasar global sehingga mudah menarik kerja sama strategis dari investor, permintaan pasar E-RTG di Eropa juga mengalami peningkatan 40-50% sejak implementasi E-RTG dilakukan. (*Rubber Tired Gantry Crane Market Size, Share 2025-2033*, n.d.)

Sedangkan ancaman terkait masalah ancaman serangan *cyber*, sehingga diperlukan *update* untuk standar keamanan yang tinggi serta adaptasi dari sumber daya manusia yang dimiliki juga merupakan suatu ancaman dalam penerapan sistem ini, mengingat adaptasi ini merupakan langkah awal bagi perusahaan untuk menilai tingkat efektifitas penggunaan E-RTG ini dalam upaya meningkatkan produktivitas bongkar muat. teknologi ini di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya dapat diatasi dengan peluang eksternal PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya menurut penelitian yang dilakukan oleh *Cyber-Mar* dan *RUSI Europe* yang berjudul *Critical Maritime Routes Programme Monitoring, Support and Evaluation Mechanism (CRIMSON III)* menjelaskan bahwa dengan mengimplementasikan sistem E-RTG dengan penerapan teknologi terbaru dengan keamanan *cyber* yang diperbarui dan menyeluruh melakukan penguatan jaringan dan enkripsi data serta menerapkan ISO/IEC 27001:2022 sebagai standar manajemen keamanan informasi, keamanan *cyber* dan proteksi privasi dan juga untuk memperkuat proteksi terhadap sistem digital pelabuhan. (RUSI Europe, 2023) (*ISO 27001-2022.Pdf*, n.d.) Selain itu sebagai upaya untuk meningkatkan dan mempercepat adaptasi SDM terkait teknologi terbaru sistem E-RTG dapat dilakukan program pelatihan berbasis digital berupa simulasi digital untuk meningkatkan pemahaman tentang E-RTG. Dengan SDM yang terlatih perusahaan dapat meminimalisir risiko gangguan operasional. (RUSI Europe, 2023).

Penerapan standar keamanan seperti ISO/IEC 27001:2022 dan juga upaya peningkatan SDM terkait teknologi terbaru ini berperan penting dalam menjaga kegiatan operasional menggunakan E-RTG ini berjalan dengan lancar sehingga upaya untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat juga dapat terjaga secara konsisten tanpa gangguan *cyber* ataupun SDM yang kurang kompeten

Kombinasi empat indikasi yang pertama menurut Yang & Chang dalam jurnal yang berjudul *Impact of Electric Rubber-Tyred Gantries On Green Port Performance* adalah meningkatnya *container moves per hour* dari 20 menjadi 25 *moves* per jam sehingga produktivitas meningkat menjadi 25% dan adanya sensor pemantauan baterai secara *real-time* sehingga menghasilkan penurunan *downtime* hingga 30% dikarenakan potensi kegagalan daya ini dapat terdeteksi dan ditangani sebelum memicu kegiatan operasioanal. (Yang & Chang, 2021)

Selanjutnya yang kedua menurut Kasus Klien Pelabuhan Besar *Middle -East (RelyOn Nutec Simulation)* bahwa pelatihan berbasis digital sesuai kerangka ISO/IEC 27001 menghasilkan operasional operator E-RTG meningkat 30% dikarenakan para operator sudah mahir menjalankan siklus dari alat berat E-RTG ini sehingga dihasilkan oleh pengurangan *idle time* pada *crane* yang menghasilkan peningkatan *throughput* terminal secara keseluruhan. (*RelyOn Nutec \_ Case Study \_ Simulation Solutions for a Major Port Terminal Operator*, n.d.)

Selanjutnya yang ketiga menurut IMARC Group yang berjudul *Rubber Tyred Gantry Crane Market Trends & Outlook* permintaan pasar E-RTG di Eropa juga mengalami peningkatan 40-50% sejak implementasi E-RTG dilakukan. (*Rubber Tired Gantry Crane Market Size, Share 2025-2033*, n.d.)

Selanjutnya yang keempat menurut Cyber-Mar dan RUSI Europe yang berjudul *Critical Maritime Routes Programme Monitoring, Support and Evaluation Mechanism (CRIMSON III)* Penerapan standar keamanan seperti ISO/IEC 27001:2022 dan juga upaya peningkatan SDM terkait teknologi terbaru ini berperan penting dalam menjaga kegiatan operasional menggunakan E-RTG ini berjalan dengan lancar sehingga upaya untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat juga dapat terjaga secara konsisten tanpa gangguan *cyber* ataupun SDM yang kurang kompeten

Meskipun PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya belum menerapkan system E-RTG ini keempat indikasi yang sudah dijelaskan sebelumnya membuktikan bahwa penerapan E-RTG ini cenderung dapat meningkatkan produktivitas bongkar muat

secara menyeluruh baik dari aspek keandalan teknik alat, kompetensi SDM atau operator E-RTG, daya tarik investasi, maupun aspek keamanan sistem digital telah mendukung keberlanjutan operasional sehingga strategi penerapan E-RTG bukan hanya menjadi solusi teknologi ramah lingkungan tetapi juga menjadi strategi kunci dalam menaikkan produktivitas bongkar muat di PT. Terminal Petikemas Nilam

Meskipun saat ini PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya belum menerapkan teknologi E-RTG, strategi peningkatan produktivitas bongkar muat dengan menggunakan E-RTG bisa dijadikan bahan kajian yang sangat penting sebagai persiapan dan acuan apabila di masa mendatang teknologi E-RTG akan diterapkan di terminal, dengan melakukan kajian terlebih dahulu PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya dapat merancang langkah strategis yang tepat untuk memaksimalkan efisiensi operasional. Dengan merancang strategi yang tepat PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya dapat meningkatkan produktivitas bongkar muat. Berikut strategi yang dapat digunakan PT. Terminal Petikemas Nilam dalam penerapan E-RTG di masa mendatang:

- a) PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya perlu melakukan kajian terhadap kesiapan infrastruktur yang ada termasuk jaringan listrik dan sistem control.
- b) PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya harus mengembangkan kapasitas dan peningkatan kompetensi SDM seperti mengadakan pelatihan atau simulasi digital kepada SDM terutama operator sehingga nanti pada saat penerapan E-RTG para SDM dan operator dapat menguasai pengoperasian serta pemeliharaan sistem E-RTG
- c) PT. Terminal Petikemas Nilam harus mencari peluang investasi dan kemitraan strategis maupun mencari dukungan pemerintah untuk pembiayaan awal penerapan E-RTG ini
- d) PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya harus membangun sistem manajemen keamanan dan data yang baik dikarenakan system E-RTG berbasis digital sehingga potensi ancaman cyber menjadi perhatian penting.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis SWOT dan pembahasan, meskipun PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya belum menerapkan sistem E-RTG (Electronic Rubber Tyred Gantry), terdapat empat indikasi kuat bahwa penerapan sistem ini berpotensi besar meningkatkan produktivitas bongkar muat. Indikasi tersebut meliputi peningkatan efisiensi pergerakan kontainer,

pengurangan downtime melalui pemantauan baterai real-time, peningkatan kemampuan operator melalui pelatihan digital berbasis standar ISO/IEC 27001, serta peningkatan permintaan pasar E-RTG secara global yang menandakan daya tarik investasi. Selain itu, aspek keamanan digital dan kesiapan SDM juga menjadi faktor penting yang mendukung kelancaran dan keberlanjutan sistem ini dalam operasional pelabuhan.

Strategi yang dapat diterapkan PT Terminal Petikemas Nilam Surabaya dalam mendukung adopsi E-RTG mencakup empat langkah utama: pertama, melakukan kajian terhadap kesiapan infrastruktur seperti jaringan listrik dan sistem kontrol; kedua, mengembangkan kompetensi SDM dengan pelatihan dan simulasi digital untuk operator; ketiga, mencari peluang investasi serta dukungan pemerintah guna pembiayaan awal; dan keempat, memperkuat sistem manajemen keamanan dan perlindungan data digital untuk mengatasi potensi ancaman siber. Dengan menerapkan strategi ini, E-RTG tidak hanya menjadi solusi teknologi ramah lingkungan, tetapi juga kunci peningkatan efisiensi dan daya saing terminal petikemas.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan jurnal ini yang berjudul "*Strategi Peningkatan Produktivitas Bongkar Muat Dengan Sistem Digitalisasi Electronic Rubber Tyred Gantry (E-RTG) di PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya*". khususnya kepada manajemen dan staf PT. Terminal Petikemas Nilam Surabaya atas kesempatan, informasi, serta data yang telah diberikan selama proses penelitian berlangsung. Tak lupa, apresiasi juga diberikan kepada dosen pembimbing, rekan sejawat, serta semua pihak yang telah memberikan masukan, dorongan, dan semangat dalam penyelesaian jurnal ini.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Amrullah, R. A. (2020). Pelabuhan dan serba-serbinya (bisnis, jasa & fasilitas) (pp. 7–8). Google Books.
- Ding, Y., Yang, Y., Heilig, L., Lalla-Ruiz, E., & Voss, S. (2021). Deployment and retrofit strategy for rubber-tyred gantry cranes considering carbon emissions. *Computers and Industrial Engineering*, 161(April), 107645. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107645>
- International Organization for Standardization. (2022). ISO/IEC 27001:2022 – Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. <https://www.iso.org>

- Minh, N. Q. (2023, November). Readiness assessment for smart port: Capacity building workshop – Viet Nam I. Legal Area.
- Modul praktikum jasa dan fasilitas pelabuhan - Romanda Annas Amrullah - Google Buku. (n.d.). <https://books.google.com>
- Nisa, K. (2024). Pelabuhan Tanjung Perak: Sejarah, fasilitas, dan peran strategisnya. Troben.id.
- Pelindo. (2024). PT Pelindo Terminal Petikemas. Pelindo Place Office Tower.
- Pelindo. (n.d.). LearningCenter – Training new RTG / RMGC operator. <https://pelindo.co.id>
- PEMA. (2021). Battery & charging solutions in ports: 8th annual crane survey. (Original work published May 2019).
- RelyOn Nutec. (n.d.). Case study: Simulation solutions for a major port terminal operator. <https://relyonnutec.com>
- Rosta, B. (2023, December). The profitability analysis of the integration of battery energy storage systems into industrial cranes.
- Rubber tired gantry crane market size, share 2025–2033. (n.d.). <https://www.example.com>
- RUSI Europe. (2023). CRIMSON III – Cybersecurity in maritime critical infrastructure: Reflection on African ports. <https://rusi.org>
- Septian, D. (2024). Repositori STIAMAK Barunawati Surabaya. <https://repository.stiamak.ac.id>
- Yang, Y. C., & Chang, W. M. (2021). Impacts of electric rubber-tired gantries on green port performance. *Research in Transportation Business and Management*, 8, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.04.002>