KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP JAKARTA

SKRIPSI

ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM OTOMATISASI AUTOMATED STACKING CRANE (ASC) GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN OPERASIONAL DI PELABUHAN TELUK LAMONG SURABAYA

Oleh:

NATASHYIA AUDREALLY
NRP. 465221545

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN KALK
JAKARTA
2026

Dipindai dengan CamScanner

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP

JAKARTA

ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM OTOMATISASI AUTOMATED STACKING CRANE (ASC) GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN OPERASIONAL DI PELABUHAN TELUK LAMONG SURABAYA

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh:

NATASHYIA AUDREALLY
NRP. 465221545

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN KALK
JAKARTA
2026

Dipindai dengan CamScanner

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP JAKARTA

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	:	Natashyia Audreally
NRP	:	465221545
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Jurusan	:	Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan
Judul	:	Analisis Implementasi Sistem Otomatisasi Automated Stacking Crane (ASC) Guna Meningkatkan Pelayanan Operasional Di Pelabuhan Teluk Lamong Surabaya.

Jakarta, 17 Juni 2026
Penulis

Natashyia Audreally
NRP . 465221545

Dipindai dengan CamScanner

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYAMANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP

JAKARTA

TANDA TANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	Natashyia Audreally
NRP	:	465221545
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Jurusan	:	Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan
Judul	:	Analisis Implementasi Sistem Otomatisasi Automated Stacking Crane (ASC) Guna Meningkatkan Pelayanan Operasional Di Pelabuhan Teluk Lamong Surabaya

Ketua Penguji	Anggota Penguji	Anggota Penguji
Ir. Mauritz H. M. Sibarani, DESS., ME	**Denny Fitrial, S. SI., M. T**	**Dr. Vidya Selasdini, S.Si. T., M.M. Tr**
Pembina Utama Madya (IV/d)	Penata Tk I (III/d)	Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19681129 199403 1 002	NIP. 19800727 200912 1 001	NIP. 19831227 200812 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan KALK

Dr. April Gunawan Malau, S.Si., M.M.
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19720413 199803 1 005

Dipindai dengan CamScanner

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYAMANUSIAPERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP
JAKARTA

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	Natashyia Audreally
NRP	:	465221545
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Jurusan	:	Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan
Judul	:	Analisis Implementasi Sistem Otomatisasi Automated Stacking Crane (ASC) Guna Meningkatkan Pelayanan Operasional Di Pelabuhan Teluk Lamong Surabaya

Jakarta, 17 Juni 2026

Pembimbing Utama

Dr. Wijanarno, S.ST., M.H.
Pembina (IV/a)
NIP. 197602082002121003

Pembimbing Pendamping

Dr. Vidya Selasdini, S.Si. T., M.M. Tr.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19831227 200812 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan KALK

Dr. April Gunawan Malau, S.Si., M.M.
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19720413 199803 1 005

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan pertolongan- Nya saya dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktu yang ditentukan. Yang dimana Skripsi ini merupakan suatu tugas dan kewajiban untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Adapun judul skripsi yang penulis ambil adalah :

ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM OTOMATISASI AUTOMATED STACKING CRANE (ASC) GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN OPERASIONAL DI PELABUHAN TELUK LAMONG SURABAYA

Dalam menyelesaikan skripsi ini, Penulis banyak memperoleh bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Tuhan Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan memberi rahmat-Nya dan menjadikan manusia sebagai makhluk yang mulia diantara makhluk yang lainnya.
2. Kedua orang tua, yang telah mendidik dan membesarkan penulis dengan seluruh cinta, kasih sayang, dan selalu memberikan dukungan baik doa, dorongan, materi, dan motivasi dalam menjalankan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Indonesia.
3. Kepada keluarga yang berada di Batam yang selalu memberikan semangat dalam menjalankan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Indonesia
4. Yth. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M. Mar. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
5. Yth. Bapak Dr. April G. Malau, S.Si., M.M. selaku Ketua Jurusan Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan.
6. Ibu Roma Dormawatty, M.M. selaku Sekretaris Jurusan Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan.
7. Yth. Bapak Dr. Winarno, S.ST., M.H. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan dan masukan.
8. Yth. Ibu Dr. Vidya Selasdini, S.Si. T, M.M. Tr. Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan nasihat dan masukan.
9. Seluruh Civitas Akademik, staff dan dosen pengajar jurusan Ketatalaksanaan

Angkutan Laut Dan Kepelabuhann;

10. Seluruh teman kamar N201 terimakasih atas segala kebersamaan dan telah memotivasi penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
11. Seluruh taruni angkatan 65 yang telah menemani penulis menjalani KHT di dormitory selama 8 semester.
12. Teman – teman angkatan 65 yang telah berjuang bersama di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang selalu membuat hari – hari penulis berwarna.
13. Arifin Awaludin, yang dengan ketulusan telah menjadi penyemangat, pendukung emosional, serta tempat berbagi bagi penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan dukungan yang diberikan, baik dalam bentuk motivasi, pengertian sangat berarti dalam membantu penulis melewati berbagai tantangan dan tekanan akademik hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
14. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran serta kritik membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca serta dapat memenuhi persyaratan program Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.

Jakarta, 17 Juni 2026
Penulis

NATASHYIA AUDREALLY
NRP. 465221545

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **ii**
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ..... **iii**
TANDA TANGAN PENGESAHAN SKRIPSI ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **x**
ABSTRAK ..... **xi**
ABSTRACT ..... **xii**

BAB I: PENDAHULUAN **1**
A. LATAR BELAKANG 1
B. IDENTIFIKASI MASALAH 9
C. BATASAN MASALAH 10
D. RUMUSAN MASALAH 10
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN 10
F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI 11

BAB II: LANDASAN TEORI **14**
A. TINJAUAN PUSTAKA 14
B. PENELITI TERDAHULU 25
C. KERANGKA PIKIR 30

BAB III: METODE PENELITIAN **31**
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN 31
B. METODE PENDEKATAN 32
C. SUMBER DATA 32
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA 33
E. TEKNIK ANALISIS DATA 35

BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN **41**

A. DESKRIPSI DATA 41
B. ANALISIS DATA 51
C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH..... 91
D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH. 96
E. PEMECAHAN MASALAH 100

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN..... 103
A. KESIMPULAN..... 103
B. SARAN..... 104
DAFTAR PUSTAKA 105
LAMPIRAN 108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Automated Stacking Crane* 4
Gambar 2.1 Flowchart Kerangka Pemikiran 30
Gambar 3.1 SWOT 36
Gambar 4.1 Lay Out Pelabuhan Teluk Lamong 44
Gambar 4.2 Automated Stacking Crane (ASC) pada Terminal Peti Kemas 49
Gambar 4.3 Komponen Utama Sistem Automated Stacking Crane 50
Gambar 4.4 Integrasi Automated Stacking Crane dengan Sistem Digital Pelabuhan 51
Gambar 4.5 *Automated Stacking Crane* (ASC) 61
Gambar 4.6 Diagram SWOT 84

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Sistem Konvensional dan Sistem Automated Stacking Crane 5
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 26

ABSTRAK

Audreally, Natashyia. 465221545. 2026. *"Analisis Implementasi Sistem Otomatisasi Automated Stacking Crane (ASC) Guna Meningkatkan Pelayanan Operasional di Pelabuhan Teluk Lamong Surabaya"*.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya modernisasi pelabuhan melalui konsep *Green Smart Port* guna menekan biaya logistik dan meningkatkan efisiensi bongkar muat. Terminal Teluk Lamong (TTL) Surabaya merupakan pionir di Indonesia dalam mengimplementasikan teknologi *Automated Stacking Crane* (ASC) di lapangan penumpukan (*stacking yard*). Namun, dalam fase transisi dan operasionalnya, masih ditemukan tantangan terkait kesiapan kompetensi Sumber Daya Manusia (SDM) serta kendala teknis sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses implementasi ASC, mengidentifikasi hambatan teknis yang memengaruhi pelayanan operasional, serta merumuskan strategi optimalisasi sistem tersebut di Terminal Teluk Lamong Surabaya. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kualitatif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang dikumpulkan melalui studi pustaka, analisis dokumen operasional, serta telaah mendalam terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Teknik analisis data dilakukan secara komprehensif menggunakan matriks SWOT melalui perhitungan *Internal Factor Analysis Summary* (IFAS) dan *External Factor Analysis Summary* (EFAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses implementasi ASC di TTL telah berjalan secara terintegrasi dengan *Terminal Operating System* (TOS) secara *real-time*, yang mampu meningkatkan efisiensi tenaga kerja sebesar 40–60%, di mana satu operator di *remote operating station* dapat mengawasi 3 hingga 4 unit ASC sekaligus. Kendala teknis utama yang dihadapi meliputi ketidakstabilan infrastruktur jaringan komunikasi nirkabel (latensi data) yang berpotensi memicu kesalahan pemetaan posisi kontainer (*misplacement*), serta tingginya kompleksitas mekanis-elektrikal yang memicu *downtime* pemeliharaan. Hasil perhitungan evaluasi faktor internal dan eksternal menunjukkan skor IFAS sebesar 3,3 dan skor EFAS sebesar 2,95. Angka tersebut menempatkan implementasi ASC pada Kuadran I (Strategi Agresif/*Growth*), yang berarti kekuatan internal dan peluang eksternal TTL sangat mendominasi untuk mendukung keberlanjutan otomasi pelabuhan yang ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Automated Stacking Crane (ASC)*, Pelayanan Operasional, *Green Smart Port*, SWOT, IFAS, EFAS.

ABSTRACT

Audreally, Natashyia. 465221545. 2026. *"Analysis of the Implementation of the Automated Stacking Crane (ASC) Automation System to Improve Operational Services at Teluk Lamong Port, Surabaya"*.

This research is motivated by the importance of port modernization through the Green Smart Port concept to reduce logistics costs and increase cargo handling efficiency. Terminal Teluk Lamong (TTL) Surabaya is a pioneer in Indonesia in implementing Automated Stacking Crane (ASC) technology in the stacking yard. However, during its transition and operational phases, challenges regarding human resource competence readiness and technical system constraints were still encountered. This study aims to analyze the ASC implementation process, identify technical obstacles affecting operational services, and formulate strategies for optimizing the system at Terminal Teluk Lamong, Surabaya. The research method used is a descriptive qualitative approach. The data utilized consists of secondary data collected through literature reviews, operational document analysis, and an in-depth review of relevant previous studies. Data analysis techniques were performed comprehensively using a SWOT matrix through Internal Factor Analysis Summary (IFAS) and External Factor Analysis Summary (EFAS) calculations. The results show that the ASC implementation process at TTL has run integratedly with the Terminal Operating System (TOS) in real-time, which is capable of improving labor efficiency by 40–60%, where a single operator in the remote operating station can supervise 3 to 4 ASC units simultaneously. The main technical constraints faced include the instability of the wireless communication network infrastructure (data latency), which potentially triggers container misplacement, and high mechanical-electrical complexity that induces maintenance downtime. The calculation of internal and external factors yields an IFAS score of 3.3 and an EFAS score of 2.95. This positions the ASC implementation in Quadrant I (Aggressive/Growth Strategy), meaning that TTL's internal strengths and external opportunities highly dominate to support the sustainability of eco-friendly port automation.

Keywords: *Automated Stacking Crane (ASC), Operational Services, Green Smart Port, SWOT, IFAS, EFAS.*

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pelabuhan merupakan infrastruktur strategis yang berfungsi sebagai simpul utama dalam sistem logistik dan rantai pasok (*supply chain*) global. Keberadaan pelabuhan tidak hanya berperan sebagai titik perpindahan barang antar moda transportasi laut dan darat, tetapi juga menjadi faktor penentu efisiensi biaya logistik, kelancaran distribusi, serta daya saing perdagangan suatu negara. Kinerja pelabuhan yang baik akan mendorong pertumbuhan ekonomi, memperlancar arus ekspor-impor, serta memperkuat konektivitas antarwilayah. Sebaliknya, pelabuhan yang memiliki pelayanan lambat dan tidak efisien dapat menyebabkan keterlambatan distribusi, meningkatnya biaya logistik, serta menurunnya daya saing nasional.

Dalam operasional kepelabuhanan modern, terminal peti kemas memiliki peran yang sangat penting karena menjadi pusat kegiatan penanganan barang dalam bentuk kontainer. Terminal peti kemas melaksanakan berbagai proses, mulai dari kegiatan bongkar muat di dermaga, pemindahan kontainer ke lapangan penumpukan atau *container yard*, yaitu area penyimpanan sementara kontainer sebelum dikirim keluar terminal atau dimuat kembali ke kapal, penataan dan pengelompokan kontainer, hingga pelayanan *gate* keluar-masuk kendaraan pengangkut. Seluruh rangkaian proses tersebut saling berkaitan dan memerlukan sistem kerja yang terintegrasi agar pelayanan berjalan lancar. Apabila salah satu tahapan mengalami hambatan, maka akan berdampak langsung terhadap keseluruhan kinerja terminal, seperti meningkatnya waktu tunggu kapal (*waiting time*), yaitu lamanya kapal menunggu giliran sandar dan dilayani di dermaga, serta lamanya dwelling time, yaitu jangka waktu sejak kontainer dibongkar dari kapal hingga keluar dari kawasan pelabuhan. Semakin tinggi waiting time dan dwelling time, maka semakin rendah tingkat efisiensi pelayanan pelabuhan karena menyebabkan penumpukan kontainer dilapangan, keterlambatan distribusi barang, serta bertambahnya biaya operasional

bagi pengguna jasa. Seiring meningkatnya volume perdagangan dan aktivitas logistik, tuntutan terhadap pelayanan terminal peti kemas menjadi semakin tinggi. Pengguna jasa mengharapkan proses bongkar muat yang cepat, tepat, aman, dan efisien. Namun pada praktiknya, kegiatan operasional terminal yang padat sering menimbulkan berbagai permasalahan, seperti kepadatan pergerakan alat di lapangan penumpukan, kesalahan penempatan kontainer, keterbatasan koordinasi antarpekerja, hingga tingginya konsumsi energi dari alat berat berbahan bakar fosil. Kondisi ini tidak hanya menurunkan efisiensi operasional, tetapi juga menimbulkan dampak lingkungan berupa emisi karbon, polusi udara, dan kebisingan.

Secara operasional, terminal peti kemas yang masih mengandalkan sistem manual dan alat konvensional sering menghadapi berbagai permasalahan teknis yang berdampak langsung terhadap efisiensi pelayanan. Salah satu permasalahan yang umum terjadi adalah kesalahan penempatan kontainer (*misplacement*), yaitu kondisi ketika kontainer ditempatkan tidak sesuai dengan lokasi yang telah direncanakan dalam sistem. Kesalahan ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses pengambilan kontainer karena operator harus mencari ulang posisi kontainer secara manual. Akibatnya, waktu pelayanan menjadi lebih lama dan produktivitas operasional terminal menurun.

Selain, koordinasi pergerakan alat berat di container yard yang masih bergantung pada komunikasi manual, seperti radio atau instruksi langsung, berpotensi menimbulkan kemacetan operasional (*yard congestion*). Kondisi ini menyebabkan pergerakan alat menjadi tidak efisien, meningkatkan waktu tunggu truk (*truck turnaround time*), serta memperlambat alur distribusi barang. Permasalahan ini juga berdampak pada meningkatnya *dwelling time*, yaitu lamanya waktu kontainer berada di pelabuhan sebelum dikirim ke tujuan akhir.

Dari sisi penggunaan energi, terminal yang masih menggunakan alat berbahan bakar diesel cenderung memiliki konsumsi energi yang tinggi serta menghasilkan emisi gas buang yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Emisi karbon, polusi udara, serta kebisingan yang dihasilkan alat berat konvensional menjadi salah satu tantangan dalam mewujudkan operasional pelabuhan yang berkelanjutan. Selain itu, sistem manual juga memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap tenaga manusia, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan operasional (*human error*) dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

Permasalahan tersebut mendorong perlunya transformasi pelabuhan menuju sistem operasional yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan. Saat ini, pengembangan pelabuhan modern mengarah pada penerapan konsep *Green Port* dan *Smart Port*. Konsep *Green Port* berfokus pada pengurangan dampak lingkungan melalui efisiensi energi dan penggunaan teknologi ramah lingkungan, sedangkan *Smart Port* menekankan pemanfaatan digitalisasi dan otomasi untuk meningkatkan produktivitas serta akurasi pelayanan. Kombinasi keduanya melahirkan pendekatan *Green Smart Port*, yaitu pelabuhan yang mengintegrasikan teknologi canggih dengan prinsip keberlanjutan lingkungan.

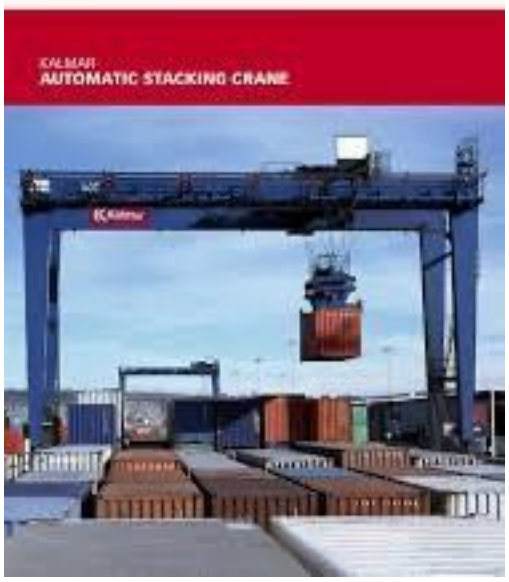
Di Indonesia, salah satu terminal yang dikenal sebagai pelopor *Green Smart Port* adalah Terminal Teluk Lamong. Terminal ini dirancang sebagai terminal peti kemas modern dengan sistem operasional berbasis teknologi dan efisiensi energi. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2024) menyebutkan bahwa Terminal Teluk Lamong menjadi pelopor *Green Smart Port* yang mengintegrasikan inovasi teknologi dan energi bersih dalam operasionalnya. Selain itu, berbagai media juga menilai Teluk Lamong sebagai model pengembangan pelabuhan hijau yang layak direplikasi di pelabuhan lain di Indonesia.

Salah satu inovasi utama yang diterapkan di Terminal Teluk Lamong adalah penggunaan *Automated Stacking Crane* (ASC) pada area lapangan penumpukan. Penerapan ASC menjadi bagian penting dari strategi modernisasi terminal peti kemas karena mampu meningkatkan efektivitas penanganan kontainer sekaligus mendukung efisiensi energi.

Automated Stacking Crane (ASC) merupakan alat bongkar muat berbasis otomasi yang berfungsi untuk menyusun, memindahkan, dan mengambil kembali kontainer di *container yard* secara otomatis. ASC bergerak di atas rel (*rail mounted*) sepanjang blok penumpukan dan bekerja berdasarkan instruksi digital yang terintegrasi dengan *Terminal Operating System* (TOS). Seluruh pergerakan alat dikontrol melalui sistem komputerisasi sehingga posisi kontainer dapat dipetakan secara presisi. Berbeda dengan alat konvensional, ASC dioperasikan dari ruang kendali (*control room/remote operating station*). Operator tidak lagi berada langsung di kabin alat, melainkan mengendalikan beberapa unit crane melalui monitor dan sistem kontrol jarak jauh. Sistem ini meningkatkan keselamatan kerja karena mengurangi interaksi langsung operator dengan alat berat di lapangan. Selain itu,

penggunaan tenaga listrik menjadikan ASC lebih hemat energi dan menghasilkan emisi lebih rendah dibanding alat diesel, sehingga selaras dengan konsep *Green Port*. Sistem *Automatic Stacking Crane* (ASC) di Indonesia mulai dioperasikan secara resmi di Terminal Teluk Lamong, Surabaya, pada bulan Maret 2015. ASC ini menjadi teknologi *crane* otomatis pertama di Indonesia yang digunakan untuk menumpuk dan membongkar kontainer di pelabuhan tanpa operator langsung di dalam kabin.

Implementasi ASC di Terminal Teluk Lamong bahkan disebut sebagai *stacking crane* otomatis pertama di Indonesia (Harbarindo, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa Teluk Lamong berada di garis depan transformasi teknologi kepelabuhanan nasional. Sebaliknya, terminal peti kemas yang belum menggunakan ASC umumnya masih mengandalkan alat konvensional seperti *reach stacker* atau RTG manual. Pada sistem ini, setiap alat membutuhkan satu operator di lapangan. Proses penataan kontainer dilakukan secara manual berdasarkan komunikasi radio atau instruksi langsung. Sistem kerja seperti ini sering menimbulkan beberapa permasalahan operasional.



Gambar 1.1 *Automated Stacking Crane*

Kesalahan penempatan kontainer (*misplacement*) cukup sering terjadi karena tidak sepenuhnya berbasis sistem digital. Hal ini menyebabkan waktu pencarian kontainer menjadi lebih lama saat proses pengambilan. Selain itu, pergerakan alat

yang tidak terkoordinasi dapat menimbulkan kemacetan (*congestion*) di *yard*. Konsumsi bahan bakar juga lebih tinggi karena alat menggunakan solar atau diesel, sehingga berdampak pada biaya operasional dan polusi lingkungan. Dari sisi keselamatan kerja, interaksi langsung antara pekerja dan alat berat meningkatkan risiko kecelakaan.

Tabel 1.1
Perbandingan Sistem Konvensional dan Sistem *Automated Stacking Crane*

No.	Aspek Perbandingan	Sistem Konvensional	Sistem *Automated Stacking Crane*
1.	Produktivitas	Cenderung tidak stabil.	Jauh lebih stabil
2.	Biaya Operasional	Biaya operasional lebih besar.	Terjadi efisiensi biaya tenaga kerja
3.	Kualitas Pelayanan	Kurang konsisten	Kualitas pelayanan lebih konsisten
4.	Kebutuhan SDM	Satu unit alat membutuhkan satu operator per-shift	Satu operator dapat mengawasi dua hingga tiga unit crane sekaligus
5.	Efisiensi Tenaga Kerja	Tidak ada pengurangan kebutuhan jumlah personal	Kebutuhan operator dapat berkurang sekitar 40-60%

6.	Keselamatan Kerja	Risiko lebih tinggi karena interaksi manusia dengan alat di lapangan.	Mengalami peningkatan keselamatan kerja karena pengawasan dilakukan dari ruang kendali
7.	Fungsi Pekerjaan	Pekerjaan bersifat operasional teknis di lapangan	Pekerjaan beralih fungsi menjadi pengawasan berbasis teknologi modern

Sumber : Diolah dari Notteboom, Pallis, & Rodrigue (2020); Konecranes (2025);Portwise Consultancy (2025)

Di Singapura pelabuhan kelas dunia seperti PSA Singapore dan Tuas Mega Port menjadi contoh nyata penerapan teknologi otomasi terminal yang intensif melalui pengendalian TOS dan peralatan otomatis termasuk crane otomatis sejenis ASC, meskipun penelitian ilmiah yang secara khusus menelaah implementasi ASC di Singapura belum banyak dipublikasikan dalam jurnal ilmiah. Laporan industri menunjukkan bahwa PSA Singapore terus meningkatkan digitalisasi dan otomasi yard terminal sebagai bagian dari transformasi pelabuhan pintar (PSA Singapore *Reports*, berbagai tahun). Dengan demikian, konteks internasional pelabuhan maju memberikan dasar bahwa penerapan ASC dan otomasi yard menjadi strategi operasional utama untuk meningkatkan kinerja terminal peti kemas.

Namun, penerapan otomasi dalam skala terminal peti kemas bukan tanpa tantangan. Pada praktiknya, keberhasilan ASC dalam meningkatkan pelayanan operasional tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan alat, tetapi juga oleh kemampuan sistem terminal dalam mengintegrasikan teknologi tersebut secara efektif. Tantangan inilah yang menjadi fokus utama penelitian ini dan telah dirumuskan melalui identifikasi masalah penelitian.

Identifikasi masalah pertama yang muncul dalam implementasi ASC di Terminal Teluk Lamong adalah adanya potensi hambatan teknis dalam integrasi ASC dengan sistem digital pelabuhan. ASC bekerja berdasarkan sistem perintah kerja (*work instruction*) yang terkoneksi dengan sistem informasi terminal atau *Terminal Operating System* (TOS). Dengan sistem ini, proses pemindahan kontainer tidak lagi sepenuhnya bergantung pada instruksi manual, melainkan pada data dan perintah yang dihasilkan sistem. Apabila integrasi sistem tidak berjalan optimal misalnya terjadi gangguan komunikasi data, keterlambatan pembaruan data posisi kontainer, atau kesalahan sinkronisasi perintah maka proses *stacking* dan *retrieval* dapat mengalami keterlambatan.

Hambatan teknis integrasi ini sangat penting karena *container yard* merupakan titik kritis dalam layanan terminal peti kemas. Keterlambatan pada *container yard* akan berdampak langsung terhadap waktu layanan truk, aliran *gate*, hingga keberlanjutan kegiatan bongkar muat. Dalam kondisi operasional terminal yang padat, sedikit gangguan pada sistem otomatisasi dapat memicu antrean dan penurunan efektivitas layanan. Oleh karena itu, analisis implementasi ASC perlu melihat bagaimana teknologi ini diintegrasikan dengan sistem digital terminal serta bagaimana dampaknya terhadap efektivitas dan kecepatan pelayanan bongkar muat.

Terminal Teluk Lamong sendiri dikenal menerapkan konsep modernisasi pelabuhan berbasis teknologi dan digitalisasi, sehingga penerapan ASC menjadi salah satu elemen penting dalam keberhasilan sistem *Green Smart Port*. Teluk Lamong dipublikasikan sebagai terminal modern yang menjadi pelopor sistem *Green Smart Port* dengan penerapan teknologi yang mendukung efisiensi operasional (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2024). Dengan demikian, integrasi ASC dengan sistem digital merupakan aspek krusial yang perlu dianalisis karena berhubungan langsung dengan kinerja pelayanan operasional.

Masalah kedua adalah tantangan kesiapan dan kompetensi sumber daya manusia (SDM) dalam mengoperasikan serta memelihara teknologi ASC. Meskipun ASC berbasis otomasi, sistem ini tetap membutuhkan manusia sebagai pengendali, pengawas, serta pengelola operasional. Operator harus memahami prosedur kerja berbasis sistem kontrol digital, mampu membaca instruksi kerja dalam sistem, serta dapat berkoordinasi dengan tim operasional lainnya untuk memastikan kelancaran alur pelayanan. Selain itu, teknisi juga dibutuhkan untuk memastikan kondisi alat

tetap optimal melalui proses pemeliharaan rutin maupun penanganan gangguan (*troubleshooting*)

Perubahan pola kerja dari sistem manual menuju otomatisasi dapat memunculkan tantangan adaptasi. Terminal yang menerapkan otomasi membutuhkan SDM dengan kompetensi yang berbeda dibanding sistem konvensional. Jika kompetensi operator belum memadai, maka risiko kesalahan operasional dapat meningkat dan berdampak pada penurunan produktivitas pelayanan terminal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa kompetensi operator dan efektivitas penggunaan ASC berpengaruh terhadap produktivitas operasional Terminal Teluk Lamong (Pakaya, 2022). Temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan ASC tidak hanya bergantung pada teknologi, namun juga pada kesiapan SDM. Dengan demikian, penelitian ini penting untuk menganalisis faktor SDM sebagai aspek pendukung dan penghambat implementasi ASC, khususnya dalam kaitannya dengan efektivitas pelayanan operasional terminal.

Masalah ketiga adalah kesulitan dalam pemeliharaan dan pengelolaan biaya operasional ASC yang berdampak pada optimalisasi penghematan energi serta pencapaian target keberlanjutan dalam konsep *Green Smart Port*. Pada terminal peti kemas, alat otomasi seperti ASC memerlukan pemeliharaan yang terjadwal, dukungan teknis berkelanjutan, serta sistem pengelolaan perawatan yang baik agar alat memiliki tingkat kesiapan tinggi. Salah satu indikator penting yang menentukan kelancaran pelayanan adalah *availability* atau kesiapan alat. Ketika *availability* rendah (misalnya akibat *downtime* tinggi), maka kegiatan penanganan kontainer akan terganggu dan berdampak pada pelayanan operasional.

Penelitian Nuraini (2024) menunjukkan bahwa faktor *availability* dan efektivitas waktu operasi berpengaruh terhadap biaya pemeliharaan ASC, sehingga kondisi kesiapan alat menjadi aspek penting dalam menjaga kelancaran pelayanan terminal. Dalam konteks *Green Smart Port*, efektivitas pemeliharaan ASC tidak hanya berdampak pada kelancaran operasional, tetapi juga pada efisiensi energi. Jika alat sering mengalami gangguan atau *downtime*, maka terminal dapat kehilangan peluang penghematan energi dan berpotensi menurunkan kualitas layanan.

Selain itu, salah satu alasan ASC dipandang sebagai solusi modern adalah karena dinilai unggul secara teknis dan ekonomis, termasuk dalam aspek emisi dan kebisingan. Silalahi (2017) menjelaskan bahwa ASC memiliki keunggulan seperti emisi yang lebih rendah, kebisingan lebih kecil, serta sistem monitoring yang lebih baik dibanding alat konvensional tertentu, sehingga dinilai layak untuk investasi jangka panjang. Namun demikian, agar keunggulan tersebut benar-benar tercapai, pemeliharaan dan pengelolaan biaya operasional perlu dilakukan secara efektif. Jika pengelolaan pemeliharaan tidak optimal, maka keunggulan ASC dapat menurun dan tidak memberikan kontribusi maksimal terhadap peningkatan pelayanan operasional maupun target keberlanjutan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dipahami bahwa implementasi ASC di Terminal Teluk Lamong Surabaya merupakan bagian penting dari transformasi pelabuhan modern berbasis *Green Smart Port*. Penerapan ASC memiliki potensi meningkatkan produktivitas, meningkatkan keselamatan kerja, serta mendukung efisiensi energi. Namun, penerapan teknologi ini juga menghadirkan tantangan nyata pada aspek integrasi sistem digital, kesiapan SDM, dan pemeliharaan serta pengelolaan biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menganalisis sejauh mana implementasi ASC dapat meningkatkan pelayanan operasional di Terminal Teluk Lamong serta faktor- faktor yang mendukung dan menghambat penerapannya.

Dengan demikian, hal ini mendorong penulis mengambil judul penelitian: **"ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM OTOMATISASI AUTOMATED STACKING CRANE (ASC) GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN OPERASIONAL DI PELABUHAN TELUK LAMONG SURABAYA"**

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Maka penulis mengidentifikasi masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Hambatan teknis dalam integrasi Automated Stacking Crane (ASC) sistem digital Pelabuhan.
2. Tantangan kesiapan dan kompetensi sumber daya manusia.

3. Kesulitan dalam pemeliharaan dan pengelolaan biaya operasional Automated Stacking Crane (ASC)
4. Belum optimalnya koordinasi antara system otomatis dan proses kerja operasional manual.

C. BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas dari fokus kajian yang telah ditetapkan, maka penulis memberikan Batasan terhadap ruang lingkup penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada implementasi *Automated Stacking Crane* (ASC) dalam kegiatan operasional penanganan peti kemas, khususnya pada aspek integrasi sistem otomatisasi dan kesiapan sumber daya manusia yang mempengaruhi efektivitas pelayanan operasional pelabuhan
2. Analisis permasalahan dibatasi menggunakan metode analisis SWOT berdasarkan data sekunder melalui studi pustaka dan dokumentasi, tanpa melakukan observasi lapangan secara langsung maupun analisis teknis rekayasa peralatan.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang, identifikasi, serta batasan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proses implementasi *Automated Stacking Crane* (ASC) serta kesiapan SDM sebagai operator dengan sistem digital di Pelabuhan Teluk Lamong Surabaya?
2. Faktor-faktor apa saja yang menjadi kendala teknis yang mempengaruhi efektivitas operasional *Automated Stacking Crane* (ASC) di Terminal Teluk Lamong?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penulis berharap bahwa hasil penulisan penelitian ini dapat memberikan manfaat, baik secara pribadi bagi penulis maupun bagi pihak lain yang berkepentingan

1. Tujuan Penelitian

a. Untuk mengetahui proses implementasi sistem otomatisasi ASC di Terminal Teluk Lamong Surabaya.

b. Untuk menganalisis berbagai faktor pendukung dan penghambat dalam operasional ASC.

c. Untuk mengevaluasi kontribusi nyata penerapan ASC dalam meningkatkan kualitas pelayanan operasional terminal.

2. Manfaat penelitian

a. Manfaat Teoritis

Menambah referensi ilmiah di bidang Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan (KALK) mengenai penerapan otomasi pelabuhan modern, khususnya implementasi *Automated Stacking Crane* (ASC) dan pengaruhnya terhadap pelayanan operasional terminal.

b. Manfaat Praktis

1. Bagi Terminal Teluk Lamong: menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan efektivitas implementasi ASC dalam mendukung pelayanan operasional terminal
2. Bagi pengguna jasa : memberikan informasi mengenai penerapan otomasi yang berdampak pada kelancaran proses pelayanan dan distribusi barang.
3. Bagi Peneliti Selanjutnya: menjadi referensi tambahan mengenai sistem otomasi terminal peti kemas dan konsep *Green Smart Port* di Indonesia.
4. Bagi Institusi Pendidikan: menjadi bahan pembelajaran akademik dan pengembangan wawasan di bidang kepelabuhanan.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, penulis menggunakan sistematika penulisan sesuai dengan standar yang di gunakan. Dan diantara bab tersebut memiliki keterkaitan. Adapun sistematika penulisannya sebagai berikut :

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat penjelasan mengenai beberapa unsur penting

dalam penyusunan skripsi, yaitu latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bagian latar belakang menguraikan alasan pemilihan topik penelitian. Identifikasi masalah bertujuan untuk menggambarkan isu utama yang akan diteliti, sementara Batasan masalah dimaksudkan untuk memperjelas ruang lingkup agar fokus penelitian tetap terjaga. Rumusan masalah disusun dalam bentuk pertanyaan penelitian yang akan dijawab melalui kajian ini. Tujuan penelitian menjelaskan sasaran yang ingin dicapai, sedangkan manfaat penelitian menguraikan kontribusi yang dapat diberikan dari hasil penelitian. Adapun sistematika penulisan menjelaskan isi skripsi secara keseluruhan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada bab kedua ini diuraikan tentang tinjauan pustaka yang berisi pembahasan mengenai landasan teori serta konsep-konsep ilmiah yang relevan. Penjelasan mencakup teori-teori yang mendukung, definisi istilah berkaitan serta uraian mengenai pelayanan operasional, terminal peti kemas, konsep *Green Smart Port*, otomasi pelabuhan, ASC, serta penelitian terdahulu.

BAB III: METODE PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan tentang waktu penelitian dan tempat penelitian, Teknik pengumpulan data, subjek penelitian, dan teknik analisa yang digunakan

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikannya deskripsi data yaitu mengenai hal-hal yang berkaitan dengan permasalahan yang dipilih oleh penulis. Menganalisa data yang ada kaitannya dengan permasalahan yang akan digunakan pembahasan lebih lanjut sehingga dapat ditemukan penyebab timbulnya permasalahan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penulis yang berisi

jawaban terhadap penelitian yang telah diteliti berdasarkan hasil analisis dan pembahasan. Serta penyampaian saran, dan bermanfaat bagi penulis, bagi perusahaan keagenan yang ada di Indonesia.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Peninjauan pustaka dilakukan oleh penulis guna mempermudah pemahaman terhadap skripsi. Bagian ini mencakup berbagai teori, pedoman, prosedur, serta hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Semua informasi tersebut disusun secara sistematis agar membentuk suatu kesatuan yang dapat dijadikan dasar dalam merancang kerangka berpikir. Konsep-konsep atau teori-teori yang dikemukakan dalam tinjauan pustaka ini meliputi :

1. Implementasi

Menurut Nugroho (2017:675) dalam bukunya *"Public Policy: Dinamika Kebijakan, Analisis Kebijakan, dan Manajemen Kebijakan"*, implementasi merupakan tahap pelaksanaan dari suatu kebijakan atau rencana yang telah ditetapkan, di mana keputusan strategis diterjemahkan ke dalam tindakan nyata melalui pengorganisasian sumber daya, prosedur kerja, serta koordinasi antar pelaksana. Implementasi tidak hanya sebatas menjalankan program, tetapi memastikan bahwa tujuan kebijakan dapat tercapai secara efektif melalui pengendalian, evaluasi, dan penyesuaian di lapangan. Dengan demikian, implementasi menekankan pada proses operasionalisasi rencana menjadi kegiatan nyata yang terukur hasilnya. Selanjutnya, menurut Winarno (2019:149) dalam karya *"Kebijakan Publik: Teori, Proses, dan Studi Kasus"*, implementasi diartikan sebagai proses interaksi antara tujuan program, pelaksana, serta lingkungan organisasi yang menghasilkan keluaran kebijakan. Implementasi dipengaruhi oleh kesiapan sumber daya manusia, struktur organisasi, komunikasi, serta sarana pendukung. Apabila faktor-faktor tersebut tidak berjalan selaras, maka kebijakan yang telah dirancang dengan baik sekalipun tidak akan memberikan hasil optimal. Artinya, keberhasilan implementasi sangat

bergantung pada kemampuan manajerial dan teknis dalam mengelola proses pelaksanaan.Kemudian, menurut Dwiyanto (2020:56) dalam bukunya "Manajemen Pelayanan Publik", implementasi merupakan kegiatan menerapkan strategi atau inovasi ke dalam sistem kerja organisasi guna menghasilkan peningkatan kinerja pelayanan. Implementasi dipandang sebagai proses perubahan yang membutuhkan adaptasi teknologi, kompetensi pelaksana, serta pengawasan berkelanjutan. Dalam konteks organisasi pelayanan, implementasi yang efektif ditandai dengan adanya peningkatan efisiensi, produktivitas, dan kualitas layanan setelah program atau teknologi diterapkan.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa implementasi merupakan proses pelaksanaan suatu rencana, kebijakan, atau inovasi ke dalam kegiatan operasional nyata melalui pengelolaan sumber daya, sistem kerja, serta koordinasi organisasi guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Implementasi juga dapat dipandang sebagai strategi organisasi untuk mentransformasikan perencanaan menjadi hasil yang konkret. Dalam penelitian ini, implementasi dimaknai sebagai penerapan teknologi *Automated Stacking Crane* (ASC) ke dalam sistem operasional terminal peti kemas secara terintegrasi, yang melibatkan kesiapan sistem digital, kompetensi sumber daya manusia, serta pengelolaan pemeliharaan alat guna meningkatkan produktivitas dan kualitas pelayanan operasional di Terminal Teluk Lamong.

2. Sistem

Menurut Riant Nugroho (2017:50) dalam bukunya *"Public Policy: Dinamika Kebijakan, Analisis Kebijakan, dan Manajemen Kebijakan"*, sistem diartikan sebagai kesatuan komponen yang saling terhubung dan bekerja secara terpadu untuk mencapai tujuan tertentu melalui pengaturan fungsi, prosedur, serta mekanisme koordinasi. Setiap bagian dalam sistem memiliki peran spesifik, namun keberhasilan pencapaian tujuan sangat ditentukan oleh keterpaduan antarbagian tersebut. Apabila salah satu komponen tidak berjalan sesuai fungsinya, maka kinerja keseluruhan sistem akan terganggu. Oleh karena itu, sistem menuntut adanya integrasi, sinkronisasi, serta pengendalian yang berkelanjutan.

Selanjutnya, menurut Sutabri (2019:10) dalam buku *"Konsep Sistem Informasi"*, sistem merupakan kumpulan unsur atau elemen yang saling

berinteraksi dan saling bergantung untuk mengolah masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*) yang bermanfaat. Sistem tidak hanya mencakup perangkat teknologi, tetapi juga prosedur kerja serta sumber daya manusia yang menjalankannya. Dalam organisasi modern, pendekatan sistem sangat penting karena memungkinkan proses kerja berjalan lebih terstruktur, terkoordinasi, dan efisien. Dengan sistem yang baik, kesalahan operasional dapat diminimalkan dan produktivitas dapat ditingkatkan.

Kemudian, menurut Susanto (2020:22) dalam bukunya *"Sistem Informasi Manajemen: Konsep dan Pengembangan Secara Terpadu"*, sistem dipahami sebagai jaringan kerja prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu sasaran tertentu. Sistem menekankan adanya keterpaduan antara manusia, teknologi, dan metode kerja dalam menghasilkan kinerja organisasi yang optimal. Tanpa adanya sistem yang terintegrasi, kegiatan operasional akan berjalan secara parsial dan tidak efisien. Oleh karena itu, penerapan sistem menjadi dasar dalam pengelolaan organisasi yang profesional.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem merupakan kesatuan elemen yang terdiri atas manusia, prosedur, dan teknologi yang saling terintegrasi untuk mengolah input menjadi output secara efektif dan efisien. Sistem juga dapat dipandang sebagai strategi operasional, karena melalui pengaturan kerja yang terstruktur dan terkoordinasi, organisasi mampu meningkatkan produktivitas serta kualitas pelayanan. Dalam penelitian ini, penerapan sistem otomatisasi melalui penggunaan *Automated Stacking Crane* (ASC) dipahami sebagai strategi sistemik untuk memperbaiki proses penumpukan kontainer, mengurangi hambatan operasional, serta meningkatkan pelayanan terminal di Terminal Teluk Lamong.

3. Otomatisasi

Menurut Sutabri (2019:167) dalam buku *"Konsep Sistem Informasi"*, otomatisasi merupakan proses penerapan teknologi komputer dan perangkat kendali untuk menggantikan atau meminimalkan pekerjaan manual manusia sehingga suatu kegiatan dapat berjalan secara otomatis, cepat, dan akurat. Otomatisasi bertujuan meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi kesalahan manusia (*human error*), serta menghasilkan *output* yang lebih konsisten. Dalam

organisasi modern, otomatisasi menjadi kebutuhan penting karena mampu mempercepat proses operasional sekaligus meningkatkan kualitas pelayanan.

Selanjutnya, menurut Susanto (2020:318) dalam *"Sistem Informasi Manajemen: Konsep dan Pengembangan Secara Terpadu"*, otomatisasi adalah integrasi antara perangkat keras, perangkat lunak, dan prosedur kerja yang dirancang untuk menjalankan aktivitas secara terprogram tanpa campur tangan manusia secara langsung. Otomatisasi memungkinkan pengolahan data dan pengendalian proses dilakukan secara *real time*, sehingga organisasi dapat bekerja lebih efektif dan efisien. Penerapan otomatisasi juga mendukung peningkatan produktivitas karena sistem mampu bekerja secara berulang dengan tingkat ketelitian yang tinggi.

Kemudian menurut Nugroho (2017:421) dalam *"Manajemen Kebijakan Publik"*, otomatisasi dipandang sebagai bentuk inovasi organisasi yang memanfaatkan teknologi untuk menyederhanakan proses kerja dan meningkatkan kinerja pelayanan. Otomatisasi tidak hanya menyangkut penggunaan mesin atau teknologi, tetapi juga mencakup perubahan sistem kerja, kompetensi sumber daya manusia, serta manajemen operasional. Keberhasilan otomatisasi sangat bergantung pada kesiapan organisasi dalam mengintegrasikan teknologi dengan prosedur dan pelaksana di lapangan.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa otomatisasi merupakan penerapan teknologi dan sistem digital untuk menggantikan atau mempermudah pekerjaan manual melalui integrasi perangkat keras, perangkat lunak, serta sumber daya manusia sehingga proses kerja menjadi lebih cepat, akurat, dan efisien. Otomatisasi juga dapat dipandang sebagai strategi operasional organisasi dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas pelayanan. Dalam penelitian ini, otomatisasi diwujudkan melalui implementasi *Automated Stacking Crane* (ASC) sebagai sistem otomatis di lapangan penumpukan, yang berfungsi mempercepat proses penanganan kontainer, mengurangi kesalahan operasional, serta meningkatkan pelayanan terminal di Terminal Teluk Lamong.

4. Sistem Otomatisasi

Menurut Sutabri (2019:168) dalam bukunya yang berjudul *"Konsep*

Sistem Informasi", sistem otomatisasi merupakan suatu sistem yang menggunakan teknologi komputer dan perangkat lunak untuk mengendalikan serta menjalankan proses kerja secara otomatis dengan campur tangan manusia yang minimal. Sistem otomatisasi bekerja melalui integrasi antara perangkat keras, perangkat lunak, dan prosedur kerja untuk menghasilkan proses operasional yang lebih cepat, akurat, dan efisien. Penerapan sistem otomatisasi bertujuan meningkatkan efektivitas kerja, mengurangi kesalahan manusia, serta meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil kerja organisasi.

Selanjutnya, menurut Susanto (2020:319) dalam bukunya *"Sistem Informasi Manajemen: Konsep dan Pengembangan Secara Terpadu"*, sistem otomatisasi adalah suatu sistem yang mengintegrasikan teknologi informasi dan peralatan otomatis untuk menjalankan suatu proses kerja secara terprogram dan terkontrol. Sistem ini memungkinkan pengolahan data dan pelaksanaan kegiatan operasional dilakukan secara *real time*, sehingga organisasi dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional. Sistem otomatisasi juga mendukung proses pengambilan keputusan melalui penyediaan informasi yang akurat dan tepat waktu.

Kemudian, menurut Nugroho (2017:422) dalam bukunya *"Manajemen Kebijakan Publik"*, sistem otomatisasi merupakan bentuk inovasi teknologi yang diterapkan dalam sistem kerja organisasi untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional melalui penggunaan teknologi digital dan peralatan otomatis. Sistem otomatisasi tidak hanya melibatkan teknologi, tetapi juga mencakup integrasi antara manusia, prosedur, dan sistem kerja yang terstruktur. Keberhasilan sistem otomatisasi sangat bergantung pada kesiapan organisasi, kompetensi sumber daya manusia, serta integrasi sistem yang baik.

Disimpulkan, bahwa sistem otomatisasi merupakan sistem yang mengintegrasikan teknologi, perangkat lunak, perangkat keras, serta sumber daya manusia untuk menjalankan proses operasional secara otomatis, terprogram, dan terkontrol guna meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas pelayanan. Sistem otomatisasi juga dapat dipandang sebagai strategi operasional organisasi dalam meningkatkan kinerja dan efektivitas pelayanan melalui pemanfaatan teknologi modern. Dalam konteks penelitian ini, penerapan sistem otomatisasi melalui penggunaan *Automated Stacking Crane* (ASC) merupakan strategi

operasional untuk meningkatkan efisiensi proses penanganan kontainer, mengurangi kesalahan operasional, serta meningkatkan kualitas pelayanan operasional terminal peti kemas.

5. Automated Stacking Crane

Menurut E.K. Silalahi (2020:14) dalam penelitian berjudul *"Analisis Tekis dan Ekonomis Automated Stacking Crane (ASC) dibandingkan Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane di Pelabuhan Teluk Lamong"*, Automated Stacking Crane merupakan alat bongkar muat peti kemas berbasis rel (*rail mounted gantry crane*) yang dioperasikan secara otomatis melalui sistem komputer terintegrasi untuk melakukan proses penumpukan dan pengambilan kontainer di lapangan penumpukan. ASC dirancang untuk meningkatkan presisi penempatan kontainer, mengurangi konsumsi bahan bakar, serta menekan biaya operasional jangka panjang. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ASC lebih efisien dan produktif dibandingkan alat konvensional karena pergerakan alat terprogram dan minim kesalahan manusia.

Selanjutnya, menurut Mohammad Faizal Pakaya (2022:18) dalam penelitian *"Pengaruh Kompetensi Operator dan Efektivitas Automatic Stacking Crane terhadap Produktivitas Operasional PT Terminal Teluk Lamong"*, *Automated Stacking Crane* didefinisikan sebagai sistem peralatan otomatis yang berfungsi mengatur pergerakan, penataan, serta pengambilan kontainer secara digital melalui pengendalian jarak jauh (*remote control*) dari ruang kendali. ASC memungkinkan satu operator mengawasi beberapa unit *crane* sekaligus, sehingga meningkatkan efisiensi tenaga kerja dan produktivitas *yard*. Penelitian tersebut menekankan bahwa kinerja ASC tidak hanya bergantung pada teknologi alat, tetapi juga pada kompetensi operator dalam mengendalikan sistem secara optimal. Kemudian, menurut Bella Marieta Candra Nuraini (2025:21) dalam penelitian *"Pengaruh Availability dan Effective Time terhadap Biaya Pemeliharaan Automated Stacking Crane"*, *Automated Stacking Crane* dipahami sebagai peralatan mekanis-elektrik otomatis yang bekerja secara kontinu dalam sistem penanganan kontainer dan memerlukan tingkat kesiapan alat (*availability*) yang tinggi agar operasional terminal berjalan lancar. ASC bekerja berdasarkan integrasi sistem digital dan mekanik sehingga setiap gangguan teknis dapat langsung memengaruhi produktivitas pelayanan. Oleh

karena itu, aspek pemeliharaan dan keandalan alat menjadi faktor kunci dalam efektivitas implementasi ASC di terminal peti kemas. Berdasarkan pendapat para peneliti tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Automated Stacking Crane* merupakan alat bongkar muat berbasis otomatisasi yang terintegrasi dengan sistem digital untuk melakukan penataan dan pemindahan kontainer secara presisi, efisien, dan berkelanjutan. ASC tidak hanya berfungsi sebagai peralatan teknis, tetapi juga sebagai strategi operasional terminal dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi tenaga kerja, serta keandalan pelayanan. Dengan integrasi teknologi, kompetensi operator, dan pemeliharaan yang baik, penerapan ASC menjadi langkah strategis dalam modernisasi sistem penanganan kontainer guna menekan *dwelling time* dan meningkatkan kualitas pelayanan di Terminal Teluk Lamong.

6. Pelayanan

Menurut Ratminto dan Atik Septi Winarsih (2018:2) dalam buku *"Manajemen Pelayanan: Pengembangan Model Konseptual, Penerapan Citizen's Charter dan Standar Pelayanan Minimal"*, pelayanan diartikan sebagai rangkaian aktivitas yang dilakukan penyedia jasa untuk memenuhi kebutuhan pengguna melalui proses langsung maupun tidak langsung. Pelayanan menekankan pada aspek kecepatan, ketepatan, kemudahan, serta kepuasan pengguna. Kualitas pelayanan dinilai dari kemampuan organisasi dalam memberikan jasa sesuai standar yang telah ditetapkan secara konsisten. Dalam konteks operasional, pelayanan yang efektif menuntut adanya sistem kerja yang terorganisir dan berorientasi pada kepuasan pengguna jasa.

Selanjutnya, menurut Hardiyansyah (2019:11) dalam buku *"Kualitas Pelayanan Publik: Konsep, Dimensi, Indikator, dan Implementasinya"*, pelayanan merupakan kegiatan pemberian jasa atau bantuan yang dilaksanakan oleh organisasi kepada pengguna jasa dengan tujuan memberikan nilai manfaat dan kepuasan. Pelayanan yang berkualitas ditandai oleh efisiensi waktu, ketepatan prosedur, transparansi, serta profesionalisme pelaksana. Hardiyansyah menegaskan bahwa kualitas pelayanan sangat dipengaruhi oleh integrasi sistem kerja, sarana prasarana, serta kompetensi sumber daya manusia yang menjalankan pelayanan tersebut.

Kemudian, menurut Agus Dwiyanto (2020:21) dalam buku *"Manajemen Pelayanan Publik"*, pelayanan dipahami sebagai proses interaksi antara organisasi penyedia layanan dengan pengguna jasa untuk menghasilkan manfaat yang dirasakan secara langsung oleh pengguna. Pelayanan tidak hanya sekadar penyediaan fasilitas, tetapi juga mencakup pengelolaan proses, koordinasi kerja, dan pemanfaatan teknologi guna meningkatkan efektivitas dan produktivitas. Dwiyanto menekankan bahwa modernisasi teknologi dan inovasi operasional menjadi kunci dalam peningkatan kualitas pelayanan di organisasi pelayanan publik maupun jasa.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa pelayanan merupakan serangkaian aktivitas pemberian jasa yang dilakukan secara sistematis untuk memenuhi kebutuhan pengguna secara cepat, tepat, dan efisien guna mencapai kepuasan. Pelayanan juga dapat dipandang sebagai strategi operasional organisasi, karena kualitas pelayanan sangat dipengaruhi oleh integrasi sistem, kompetensi sumber daya manusia, serta pemanfaatan teknologi. Dalam konteks penelitian ini, peningkatan pelayanan operasional terminal diwujudkan melalui implementasi sistem otomatisasi *Automated Stacking Crane* (ASC) sebagai strategi untuk mempercepat proses penanganan kontainer, menekan *dwelling time*, serta meningkatkan kepuasan pengguna jasa di Terminal Teluk Lamong.

7. Operasional

Menurut Kasmir (2016:23) dalam buku *"Manajemen Perbankan"*, operasional diartikan sebagai seluruh rangkaian kegiatan teknis yang dilaksanakan organisasi untuk menjalankan fungsi utama usaha sehari-hari dalam menghasilkan produk atau jasa kepada pengguna. Kegiatan operasional mencakup pengelolaan sumber daya manusia, peralatan, prosedur kerja, serta pengendalian proses agar tujuan organisasi dapat tercapai secara efektif. Operasional yang baik ditandai dengan proses kerja yang sistematis, efisien, dan minim kesalahan, sehingga output yang dihasilkan sesuai dengan standar pelayanan yang telah ditetapkan.

Selanjutnya, menurut Heizer dan Render (2017:4) dalam buku terjemahan Indonesia *"Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan"*, operasional merupakan aktivitas transformasi yang mengubah input

berupa tenaga kerja, bahan, dan teknologi menjadi output berupa barang atau jasa yang bernilai bagi pengguna. Manajemen operasional berfokus pada perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian proses produksi atau pelayanan agar berjalan efisien. Dengan pengelolaan operasional yang tepat, organisasi dapat meningkatkan produktivitas sekaligus menekan biaya.

Kemudian, menurut Agus Dwiyanto (2020:56) dalam buku *"Manajemen Pelayanan Publik"*, operasional dipahami sebagai pelaksanaan kegiatan teknis pelayanan yang secara langsung berhubungan dengan proses pemberian jasa kepada pengguna. Operasional menekankan efektivitas prosedur kerja, koordinasi antarunit, serta pemanfaatan teknologi untuk mempercepat proses pelayanan. Dalam organisasi pelayanan, kualitas operasional menjadi penentu utama kepuasan pengguna karena berhubungan langsung dengan kecepatan, ketepatan, dan kelancaran pelayanan yang diterima.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa operasional merupakan rangkaian kegiatan teknis dan proses kerja yang mengelola sumber daya, prosedur, dan teknologi untuk menghasilkan barang atau jasa secara efektif dan efisien. Operasional juga dapat dipandang sebagai strategi organisasi dalam mencapai kualitas pelayanan yang optimal, karena melalui pengaturan proses kerja yang sistematis dan terintegrasi, produktivitas dapat ditingkatkan dan hambatan pelayanan dapat diminimalkan. Dalam penelitian ini, operasional terminal peti kemas dipahami sebagai seluruh aktivitas penanganan kontainer di lapangan penumpukan yang ditingkatkan melalui penerapan sistem otomatisasi *Automated Stacking Crane* (ASC) sebagai strategi untuk mempercepat proses kerja, menekan *dwelling time*, serta meningkatkan kualitas pelayanan di Terminal Teluk Lamong.

8. Pelayanan Operasional

Menurut Hardiyansyah (2019:12) dalam bukunya yang berjudul *"Kualitas Pelayanan Publik: Konsep, Dimensi, Indikator, dan Implementasinya"*, pelayanan operasional merupakan rangkaian kegiatan teknis yang dilakukan oleh suatu organisasi dalam memberikan jasa kepada pengguna secara langsung melalui proses kerja yang terstruktur dan sistematis. Pelayanan operasional mencakup penggunaan sumber daya manusia, peralatan, serta sistem kerja untuk memastikan pelayanan berjalan efektif dan efisien. Keberhasilan pelayanan

operasional ditentukan oleh kecepatan, ketepatan, serta kemampuan organisasi dalam memenuhi kebutuhan pengguna jasa sesuai standar yang telah ditetapkan. Selanjutnya, menurut Agus Dwiyanto (2020:57) dalam bukunya *"Manajemen Pelayanan Publik"*, pelayanan operasional adalah pelaksanaan kegiatan teknis organisasi yang berhubungan langsung dengan proses pemberian layanan kepada pengguna jasa. Pelayanan operasional melibatkan pengelolaan sistem kerja, koordinasi antarunit, serta pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan efektivitas pelayanan. Pelayanan operasional yang baik ditandai dengan proses kerja yang efisien, minim hambatan, serta mampu memberikan hasil yang optimal bagi pengguna jasa.

Kemudian, menurut Ratminto dan Atik Septi Winarsih (2018:23) dalam buku *"Manajemen Pelayanan: Pengembangan Model Konseptual, Penerapan Citizen's Charter dan Standar Pelayanan Minimal"*, pelayanan operasional merupakan proses pelaksanaan pelayanan yang melibatkan interaksi antara sistem, sumber daya manusia, dan sarana pendukung dalam menghasilkan pelayanan yang berkualitas. Pelayanan operasional berfokus pada efektivitas pelaksanaan kegiatan pelayanan serta kemampuan organisasi dalam mengelola proses kerja secara terintegrasi guna mencapai kepuasan pengguna jasa.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa pelayanan operasional merupakan rangkaian kegiatan teknis dan sistematis yang dilakukan organisasi melalui pemanfaatan sumber daya manusia, teknologi, dan sistem kerja untuk memberikan pelayanan secara efektif dan efisien kepada pengguna jasa. Pelayanan operasional juga dapat dipandang sebagai strategi organisasi dalam meningkatkan kualitas pelayanan dan produktivitas kerja melalui pengelolaan sistem operasional yang optimal. Dalam konteks penelitian ini, pelayanan operasional terminal peti kemas ditingkatkan melalui penerapan sistem otomatisasi *Automated Stacking Crane* (ASC) sebagai strategi untuk meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat proses penanganan kontainer, serta meningkatkan kualitas pelayanan kepada pengguna jasa.

9. Pelabuhan

Menurut Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran Pasal 1 menyatakan: "Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan

kegiatan pengusahaan yang di pergunakan sebagai empat kapal bersandar, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi". Menurut Herman (2021 : 1) pelabuhan merupakan pintu keluar masuknya berbagai arus yang dilihat dari aspek ekonomi, meliputi arus barang/komoditas; ekspor impor interisuler; arus penumpang, baik penumpang dari/ke luar negeri maupun penumpang dari/ke antarpulau; arus kapal, baik kapal berbendera merah putih maupun kapal bendera asing; arus uang dari berbagai mata uang asing maupun mata uang nasional; arus dokumen, yakni dokumen yang menyertai dan melindungi barang/komoditas ekspor impor; sedangkan arus yang non ekonomi adalah arus virus/bakteri yang terbawa/menumpang pada arus barang dan arus manusia yang melalui pelabuhan. Menurut Herman (2021 : 6) secara ringkas pelabuhan dapat didefinisikan sebagai suatu tempat persinggahan kapal-kapal, baik berlabuh jangkar maupun ditambatkan, untuk tujuan berbagai keperluan dalam rangka menunjang kelancaran arus lalu lintas kapal, penumpang dan barang yang aman dan tertib. Dari definisi pelabuhan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pelabuhan sebagai prasarana transportasi yang mendukung kelancaran sistem 22 transportasi laut memiliki fungsi yang erat kaitannya dengan faktor faktor sosial dan ekonomi. Secara ekonomi, pelabuhan berfungsi sebagai salah satu penggerak roda perekonomian karena menjadi fasilitas yang memudahkan distribusi hasilhasil produksi sedangkan secara sosial,pelabuhan menjadi fasilitas publik dimana didalamnya berlangsung interaksi antar pengguna (masyarakat) termasuk interaksi yang terjadi karena aktivitas perekonomian. Secara lebih luas, pelabuhan merupakan titik simpul pusat hubungan (*central*) dari suatu daerah pendukung (*hinterland)* dan penghubung dengan daerah di luarnya.

10. Terminal Operating System

Menurut Riza Noer Arfani (2018:18) dalam penelitiannya yang berjudul "*Implementasi Terminal Operating System dalam Meningkatkan Kinerja Operasional Terminal Peti Kemas*" menyatakan bahwa *Terminal Operating System* (TOS*)* merupakan sistem informasi terintegrasi yang digunakan untuk mengelola seluruh aktivitas operasional terminal peti kemas secara digital, mulai

dari perencanaan sandar kapal, pengaturan bongkar muat, pengelolaan lapangan penumpukan, hingga pengendalian arus keluar masuk kontainer. Sistem ini berfungsi sebagai pusat pengendali operasi terminal sehingga setiap pergerakan kontainer dapat dipantau secara real time guna meningkatkan efisiensi dan akurasi pelayanan pelabuhan.

Kemudian menurut Silalahi (2020:24) dalam penelitian *"Analisis Teknis dan Ekonomis Automated Stacking Crane dibandingkan Rubber Tyred Gantry Crane di Pelabuhan Teluk Lamong"*, Terminal Operating System (TOS) merupakan sistem digital yang mengintegrasikan peralatan bongkar muat otomatis dengan sistem perencanaan operasional terminal TOS memberikan instruksi kerja kepada peralatan lapangan seperti Automated Stacking Crane (ASC), mengoptimalkan penempatan kontainer, serta meminimalkan kesalahan operasional melalui pengendalian berbasis data.

Menurut Nuraini (2025:15) Dalam penelitian *"Pengaruh Availability dan Effective Time terhadap Biaya Pemeliharaan Automated Stacking Crane"*, menjelaskan bahwa *Terminal Operating System* (TOS) merupakan platform manajemen operasional berbasis teknologi informasi yang menghubungkan sistem perencanaan, monitoring peralatan, serta pengendalian produktivitas terminal secara terpadu. Sistem ini memungkinkan pengawasan kinerja alat dan koordinasi operasional secara efisien guna meningkatkan efektivitas pelayanan terminal peti kemas.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Terminal Operating System* (TOS) adalah sistem informasi terintegrasi yang berfungsi sebagai pusat pengendalian operasional terminal peti kemas dengan menghubungkan proses perencanaan, pengoperasian peralatan otomatis, pengelolaan kontainer, serta monitoring kinerja operasional secara real time. TOS menjadi komponen strategis dalam implementasi otomatisasi pelabuhan karena mampu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi human error, serta mendukung pelayanan terminal yang cepat, akurat, dan berbasis teknologi digital.

B. PENELITI TERDAHULU

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori – teori yang digunakan dalam

mengkaji penelitian yang penulis lakukan. penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian yang sedang penulis buat ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal – jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti/ Tahun	Judul Penelitian/ Sumber	Persamaan	Perbedaan	Kesimpulan
1.	Mohammad Faizal Pakaya /2022	Pengaruh Kompetensi Operator dan Efektivitas ASC terhadap Produktivitas Operasional PT. Terminal Teluk Lamong	Membahas penggunaan *Automated Stacking Crane* (ASC) di Terminal Teluk Lamong serta pengaruhnya terhadap operasional terminal peti kemas. Selain itu, kedua penelitian	Fokus pada faktor manusia, bukan implementasi sistem holistik untuk pelayanan operasional seperti skripsi Anda.	Kompetensi operator (54,8%) dan efektivitas ASC (38%) berpengaruh signifikan terhadap produktivitas secara simultan.
			juga meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas penggunaan ASC dalam meningkatkan kinerja operasional terminal.		

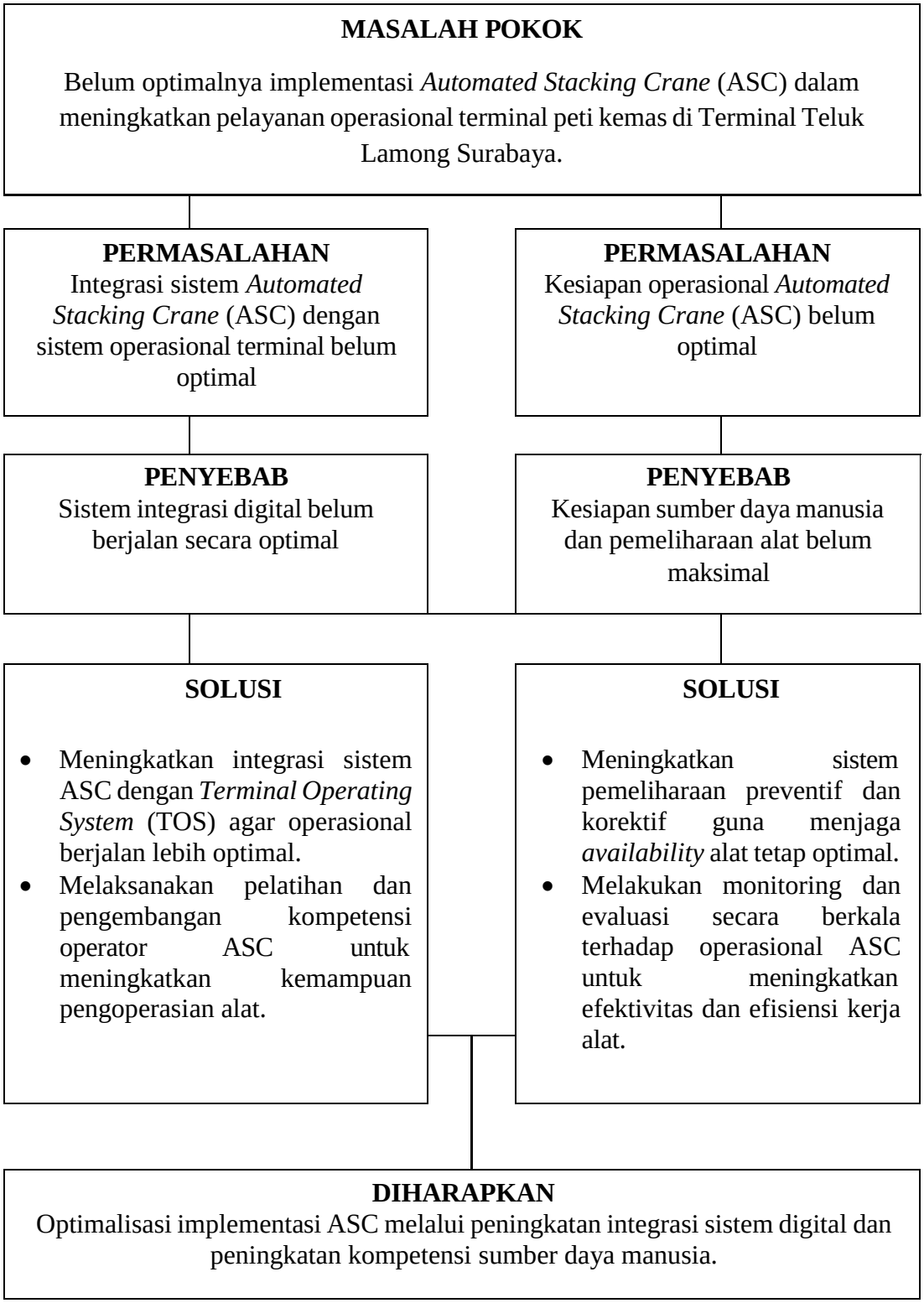
2.	EK Silalahi / 2020	Analisis Teknis dan Ekonomis ASC vs RTG Crane di Pelabuhan Teluk Lamong (2020)	Membahas penggunaan Automated Stacking Crane (ASC) sebagai peralatan utama dalam operasional terminal peti kemas. Selain itu, kedua penelitian mengkaji peran ASC dalam meningkatkan efisiensi operasional terminal peti kemas	Perbandingan jenis crane, bukan analisis implementasi untuk peningkatn pelayanan.	ASC lebih unggul dalam keselamatan, biaya rendah, dan integrasi data real-time
3.	A Suryadi/ 2021	Analisis Tingkat Beban Kerja Mental Operator ASC (2021)	Membahas *Automated Stacking Crane* (ASC) serta kaitannya dengan operasional terminal peti kemas. Selain itu, kedua	Aspek psikologis operator, berbeda dari fokus otomatisasi sistem.	Beban kerja tinggi; saran training dan ergonomi untuk perbaikan
			penelitian juga meneliti faktor yang mempengaruhi efektivitas operasional ASC, khususnya dari aspek sumber daya manusia.		

4.	MA Suharbi/ 2018	Analisa Kinerja *Spreader* pada *Automated Stacking Crane*	Membahas Automated Stacking Crane (ASC) sebagai alat otomatis dalam operasional terminal peti kemas. Selain itu, kedua penelitian juga berkaitan dengan kinerja operasional ASC dalam mendukung proses bongkar muat kontainer	Komponen teknis spreader spesifik, bukan analisis implementasi sistem keseluruhan.	Spreader ASC efisien otomatis untuk bongkar muat kontainer di Teluk Lamong
5.	AS Yuwana / 2017	Simulasi Kegiatan Bongkar Muat untuk Optimalisasi ASC	Membahas penggunaan *Automated Stacking Crane* (ASC) dalam kegiatan operasional terminal peti kemas. Selain itu, kedua	Simulasi proses Bongkar Muat, bukan implementasi aktual pelayanan	Simulasi mendukung peningkatan efisiensi operasional ASC.
			penelitian juga berkaitan dengan upaya peningkatan efisiensi operasional melalui penggunaan ASC.		

Sumber : *Data Diolah, 2026*

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, diketahui bahwa *Automated Stacking Crane* (ASC) merupakan teknologi otomatisasi yang memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas operasional terminal peti kemas. Penelitian Pakaya (2022) menunjukkan bahwa kompetensi operator dan efektivitas penggunaan ASC berpengaruh signifikan terhadap produktivitas operasional terminal. Penelitian Silalahi (2020) membuktikan bahwa ASC memiliki keunggulan teknis dan ekonomis dibandingkan alat konvensional, terutama dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan kerja. Penelitian Suryadi (2021) menekankan pentingnya kesiapan sumber daya manusia dalam mengoperasikan ASC, khususnya terkait beban kerja operator dalam sistem otomatisasi. Selain itu, penelitian Suharbi (2018) dan Yuwana (2017) menunjukkan bahwa kinerja teknis dan optimalisasi penggunaan ASC dapat meningkatkan efisiensi proses penanganan kontainer di terminal peti kemas. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih terbatas pada aspek teknis, kinerja alat, produktivitas, serta faktor sumber daya manusia, dan belum secara spesifik membahas implementasi ASC secara menyeluruh dalam kaitannya dengan peningkatan pelayanan operasional terminal peti kemas. Oleh karena itu, terdapat kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut, yaitu analisis implementasi sistem otomatisasi *Automated Stacking Crane* dalam meningkatkan pelayanan operasional terminal peti kemas. Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis implementasi ASC serta faktor yang mempengaruhi keberhasilannya dalam meningkatkan pelayanan operasional di Terminal Teluk Lamong Surabaya.

C. KERANGKA PIKIR



Gambar 2.1 *Flowchart* Kerangka Pemikiran

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini penulis memaparkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian mengenai implementasi *Automated Stacking Crane* (ASC) di Terminal Teluk Lamong Surabaya serta memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi pihak terkait. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, sedangkan saran diberikan sebagai bentuk rekomendasi untuk mendukung peningkatan efektivitas sistem operasional pelabuhan berbasis teknologi otomatisasi di masa mendatang.

A. KESIMPULAN

1. Proses Implementasi ASC dan Kesiapan Sumber Daya Manusia (SDM) Implementasi teknologi *Automated Stacking Crane* (ASC) di Terminal Teluk Lamong Surabaya telah berjalan secara terintegrasi dengan mengadopsi konsep *Green Smart Port*. Secara sistemik, ASC bergerak di atas rel (*rail-mounted*) secara otomatis berdasarkan instruksi digital dari pusat kendali yang terhubung langsung secara *real-time* dengan *Terminal Operating System* (TOS). Hal ini mengubah fungsi pekerjaan dari operasional manual di lapangan menjadi fungsi pengawasan berbasis teknologi digital. Dari aspek SDM, otomasi ini berhasil meningkatkan efisiensi tenaga kerja sebesar 40–60%, di mana satu operator di ruang kendali (*remote operating station*) mampu mengawasi 3 hingga 4 unit ASC sekaligus. Namun pada fase transisi, tingkat kesiapan kompetensi awal SDM sempat menjadi tantangan. Pengelola pelabuhan merespons hal ini melalui program pelatihan berkelanjutan seperti *Simulators Training* guna menyelaraskan kecakapan personel dengan keandalan perangkat lunak.
2. Faktor - faktor yang menjadi kendala teknis utama dalam operasional *Automated Stacking Crane* (ASC) di Terminal Teluk Lamong meliputi masalah stabilitas infrastruktur jaringan komunikasi data serta kompleksitas integrasi sistem. Gangguan atau ketidakstabilan pada jaringan komunikasi nirkabel dan latensi data dapat menghambat sinkronisasi *real-time* antara unit ASC dengan *Terminal Operating System* (TOS), yang berpotensi memicu kesalahan pemetaan posisi kontainer (*misplacement*). Selain itu, tingginya kompleksitas sistem mekanis-

elektrikal pada komponen ASC menuntut prosedur pemeliharaan yang rumit, di mana tingginya waktu kerusakan (*downtime*) menjadi kendala teknis yang secara langsung menurunkan tingkat kesiapan alat (*availability*) serta mengurangi efektivitas waktu bongkar muat di lapangan penumpukan.

3. Kontribusi Nyata dan Posisi Strategis Implementasi ASC Berdasarkan perhitungan evaluasi faktor internal (IFAS) yang menghasilkan skor 3,3 dan faktor eksternal (EFAS) dengan skor 2,95, implementasi ASC di Terminal Teluk Lamong berada pada Kuadran I (Strategi Agresif/Growth). Temuan ini membuktikan bahwa kekuatan internal dan peluang eksternal pelabuhan jauh lebih mendominasi dibandingkan kelemahan dan ancaman yang ada. Kontribusi nyata dari penerapan teknologi ASC ini meliputi stabilisasi produktivitas lapangan penumpukan, penurunan tingkat kesalahan penempatan kontainer (*human error*), serta peningkatan keselamatan kerja (*safety*) karena minimnya interaksi fisik manusia dengan alat berat di lapangan. Lebih jauh lagi, penggunaan tenaga listrik pada ASC secara signifikan menurunkan emisi gas buang karbon dan polusi suara dibandingkan alat konvensional berbahan bakar diesel, sehingga secara konkret mewujudkan target keberlanjutan lingkungan pelabuhan modern.

B. SARAN

1. Pihak manajemen Terminal Teluk Lamong disarankan untuk melakukan penyelarasan alokasi biaya operasional secara dinamis dengan memperhatikan jam kerja efektif masing – masing unit crane. Hal ini penting guna menjaga efisiensi energi dan produktivitas bongkar muat tetap berada pada level tertinggi.
2. Perlu dioptimalkannya program pelatihan terstruktur dan berkelanjutan melalui Simulators Training serta sertifikasi pelabuhan otomatis bagi para remote operator. Langkah ini krusial untuk meningkatkan kesiapan kerja berbasis industri 4.0, meminimalkan faktor human error, serta memperkuat aspek keselamatan kerja di lingkungan terminal

DAFTAR PUSTAKA

Arfani, R. N. (2018). *Implementasi Terminal Operating System dalam Meningkatkan Kinerja Operasional Terminal Peti Kemas" menyatakan bahwa Terminal Operating System (TOS)*. Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.

Asir, M., Yuniawati, R. A., Mere, K., Sukardi, K., & Anwar, M. A. (2023). Peran Manajemen Risiko dalam Meningkatkan Kinerja Perusahaan: Studi Manajemen Sumber Daya Manusia. *Entrepreneurship Bisnis Manajemen Akuntansi (E-BISMA)*, *4*(1), 32–42. https://doi.org/10.37631/ebisma.v4i1.844

Azizah, N., Azhari, N., & Robain, W. (2025). Pengaruh Dewan Komisaris Independen dalam Penerapan Good Corporate Governance. *Journal on Pustaka Cendekia Informatika*, *3*(1), 31–36. https://doi.org/10.70292/pctif.v3i1.40

Benkert, J., Maack, R., & Meisen, T. (2023). Chances and Challenges: Transformation from a Laser-Based to a Camera-Based Container Crane Automation System. *Journal of Marine Science and Engineering*, *11*(9), 1718. https://doi.org/10.3390/jmse11091718

Chen, X., Ma, Q., Wu, H., Shang, W., Han, B., & Biancardo, S. A. (2025). Autonomous Port Traffic Safety Orientated Vehicle Kinematic Information Exploitation Via Port-like Videos. *Transportation Safety and Environment*, *7*(3), tdaf048. https://doi.org/10.1093/tse/tdaf048

Creswell, J. W., & Guetterman, C. T. (2018). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative Research (6th ed.)*. London: Pearson.

Darmawan, R., Liucius, Y. U., & Angkat, H. R. S. (2025). Analisis Kepuasan Pengguna Bus Mikrotrans Rute Jak-04 Grogol-Tubagus Angke dengan Metode Tabulasi Silang. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 427–436. https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/5164419

David, F. R. (2011). *Strategic Management: Concepts and Cases*. London: Pearson Education.

Dong, L., Fan, Y., Zhu, Z., & Liu, Y. (2026). A Self-attention-based Reinforcement Learning Approach for Scheduling Twin Automated Stacking Cranes in Container Terminals. *Complex & Intelligent Systems*, *12*(1), 44. https://doi.org/10.1007/s40747-025-02174-3

Gattuso, D., & Pellicanò, D. S. (2023). HUs Fleet Management in an Automated Container Port: Assessment by a Simulation Approach. *Sustainability*, *15*(14), 11360. https://doi.org/10.3390/su151411360

Habarindo. (2022). *Stacking Crane Otomatis Pertama di Indonesia, Dioperasikan di Terminal Teluk Lamong*. Habarindo.Co.Id. https://www.harbarindo.co.id/news/stacking-crane-otomatis-pertama-di-indonesia

Jakovlev, S., Eglynas, T., Jankunas, V., Jusis, M., & Voznak, M. (2025). Analysis of Damage to Shipping Container Sides During Port Handling Operations. *Journal of Marine Science and Engineering*, *13*(5), 982. https://doi.org/10.3390/jmse13050982

Jamil, M. S., Wahyono, D., & Kusuma, R. D. (2023). Pengaruh Penerapan Auto Gate System, Kinerja Bongkar Muat dan Lapangan Penumpukan terhadap Efektivitas Pengiriman Barang di Terminalpeti Kemas Tanjung Emas Semarang. *E-Logis: Jurnal Ekonomi Logistik*, *5*(2), 119–138. https://doi.org/10.70375/e-logis.v6i1.64

Jaya, I. M. L. M. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif: Teori, Penerapan, dan Riset Nyata*. Yogyakarta: Anak Hebat Indonesia.

Jin, X., Duan, Z., Song, W., & Li, Q. (2023). Container Stacking Optimization Based on Deep Reinforcement Learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *123*, 106508. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106508

Li, J., Yang, J., Xu, B., Yin, W., Yang, Y., Wu, J., Zhou, Y., & Shen, Y. (2022). A Flexible Scheduling for Twin Yard Cranes at Container Terminals Considering Dynamic Cut-Off Time. *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(5), 675. https://doi.org/10.3390/jmse10050675

Li, Y., Wang, H., Wang, S., & Song, Y. (2026). Joint Optimization of Yard Slot Allocation and Cooperative Scheduling of Dual Yard Cranes in Automated Container Terminals Considering Relay Operations. *Journal of Marine Science and Engineering*, *14*(9), 822. https://doi.org/10.3390/jmse14090822

Maharani, A. A. P., Wahid, M. R., Gianti, M. S., Mulya, T. S., & Rahayuningtyas, A. (2025). Design And Analysis of an Axial Flux Permanent Magnet Generators Wind Turbine For Automatic Stacking Cranes. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *16*(1), 267–282. https://doi.org/10.21776/jrm.v16i1.1984

Nur, M. A., & Saihu, M. (2024). Pengolahan Data. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, *2*(11), 163–175. https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/view/2764

Nuraini, B. M. C. (2024). *Pengaruh Availability dan Effective Time Terhadap Biaya Pemeliharaan Automatic Stacking Crane (ASC) di PT Terminal Teluk Lamong*. Politeknik Pelayaran Surabaya.

Oladugba, A., Gheith, M., Eltawil, A. B., & Ajayi, O. (2024). An Integrated Solution Approach for the Steady-state Modelling of the Twin Yard Crane Operation in Automated Container Terminals. *Social Science Research Network*, 1–19. https://doi.org/10.2139/ssrn.4905286

Pakaya, M. F. (2022). *Pengaruh Kompetensi Operator dan Efektifitas Automatic Stacking Crane Terhadap Produktivitas Operasional PT. Terminal Teluk Lamong Surabaya*. STIA Manajemen dan Kepalabuhan Barunawati Surabaya.

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No 5 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011-2031 (2012).

Putri, M. M., Rusdiansyah, A., & Nurminarsih, S. (2023). Model of Twin Automatic Stacking Crane Operation Strategy with Dynamic Handshake Area in an Automated Container Terminal. *Journal of Industrial Engineering: Research & Application/Jurnal Teknik Industri*, *25*(1), 79–95. https://doi.org/10.9744/jti.25.1.79-96

Raka, I. G. (2023). *Analisis Penerapan Green Port di Pelabuhan Terminal Teluk Lamong*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Rangkuti, F. (2016). *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Ratminto, & Winarsih, A. S. (2018). *Manajemen Pelayanan: Pengembangan Model Konseptual, Penerapan Citizen's Charter dan Standar Pelayanan Minimal*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Romdona, S., Junista, S. S., & Gunawan, A. (2025). Teknik Pengumpulan Data: Observasi, Wawancara dan Kuesioner. *JISOSEPOL Jurnal Ilmu Sosial Ekonomi Dan Politik*, *3*(1), 39–47. https://doi.org/10.61787/taceee75

Sasono, H. B. (2021). *Manajemen Impor & Importasi Indonesia*. Yogyakarta: Andi.

Silalahi, E. K., Sarwito, S., & Kurniawan, A. (2017). Analisa Teknis dan Ekonomis Automatic Stacking Crane di PT. Terminal Teluk Lamong PELINDO III. *Jurnal Teknik ITS*, *5*(2), 372–376. https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.19360

Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suharbi, M. A. (2018). *LKP: Analisa Kinerja Spreader pada Automation Stacking Crane (ASC)*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

Sulung, U., & Muspawi, M. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian: Primer, Sekunder, dan Tersier. *Edu Research*, *5*(3), 110–116. https://doi.org/10.47827/jer.v5i3.238

Suryadi, A., Islami, M. C. P. A., & Zardi, F. I. (2021). Analisis Tingkat Beban Kerja Operator ASC (Automated Stacking Crane) dengan Metode NASA-TLX (National Aeronautics and Space Administration Task Load Index) di PT. Terminal Teluk Lamong Surabaya. *Tekmapro Journal of Industrial Engineering and Management*, *13*(2), 31–40. https://doi.org/10.33005/tekmapro.v13i2.40

Susanto, A. (2020). *Sistem Informasi Manajemen : Konsep dan Pengembangannya*. Bandung: Lingga Jaya.

Sutabri, T. (2019). *Konsep Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi.

Tsagkaris, P., & Moschovou, T. P. (2025). The Impact of Automation on the Efficiency of Port Container Terminals. *Future Transportation*, *5*(4), 155. https://doi.org/10.3390/futuretransp5040155

Undang-Undang (UU) Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran (2008).

Wati, N. R. (2024). *Analisis Pengaruh Shore Connection Terhadap Penerapan Pelabuhan Hijau (Green Port) di Terminal Teluk Lamong Surabaya*. Politeknik Pelayaran Surabaya.

Wiryawan, T. S. R. (2024). Analisis Pelayanan Bongkar Muat Petikemas yang Optimal pada Terminal Petikemas Surabaya. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, *2*(2), 222–229. https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n2.p222-229

Yuwana, A. S., & Siswanto, N. (2017). Simulasi Kegiatan Bongkar Muat Untuk Optimasi Combine Tractor Terminal (CTT) pada Terminal Petikemas Di Surabaya. *Neo-Bis*, *11*(1), 1–15. https://doi.org/10.21107/nbs.v1i1.2796

LAMPIRAN

Lampiran 1

Fasilitas Alur Bongkar Muat Sisi Laut (Dermaga)

Lampiran 2

Ruang Kendali Jarak Jauh

Lampiran 3
Fasilitas Automated Stacking Crane (ASC) di Lapangan Penumpukan (Container Yard) Terminal Teluk Lamong

Lampiran 4
Operasional Automated Stacking Crane (ASC) Dalam Melakukan Penataan dan Pemindahan Peti Kemas (Container) Secara Otomatis di Area Lapangan Penumpukan (Container Yard).