

ANALISIS K3 PADA GANTRY LUFFING CRANE MQ-4040 DI PT. BIMA PELABUHAN BENGKULU PELINDO REGIONAL II

Agus Setiawan¹, Mirliani², Bayu Putra Irawan³, Yudi Iswanto⁴, Hamsapari⁵

^{1,2}Teknik Mesin, Teknik Mesin, Politeknik Raflesia, Rejang Lebong, 39114

Email : aghost4869@gmail.com

ABSTRAK

Studi ini mengkaji penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam penggunaan alat berat Gantry Luffing Crane MQ-4040 di PT. Berkah Industri Mesin Angkat (BIMA) yang beroperasi di Pelabuhan Bengkulu, Pelindo Regional II. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan Keselamatan dan Kesehatan mendukung operasi alat berat dengan aman dan efisien. Metode yang dipakai adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan cara observasi di lapangan, wawancara, serta analisis dokumentasi. Temuan riset menunjukkan bahwa perusahaan telah melaksanakan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), seperti pelatihan untuk operator, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta pemeriksaan secara berkala terhadap peralatan dan tempat kerja. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), ini terbukti membantu kelancaran operasional dan meningkatkan kesadaran pekerja akan pentingnya keselamatan kerja.

Kata Kunci: Alat Berat, Gantry Luffing Crane, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan faktor krusial dalam operasional industri, khususnya pada kegiatan yang melibatkan alat berat seperti crane. Di area pelabuhan, proses bongkar muat menggunakan crane berisiko tinggi jika tidak didukung oleh penerapan K3 yang baik. Alat berat seperti Gantry Luffing Crane MQ-4040 memerlukan pengoperasian sesuai standar prosedur untuk mencegah kecelakaan kerja dan kerusakan alat.

Menurut Undang-Undang No. 1 Tahun 1970, setiap tempat kerja yang menggunakan mesin dan peralatan harus memenuhi persyaratan keselamatan untuk melindungi tenaga kerja dan fasilitas (Undang-Undang Republik Indonesia, 1970). Selain itu, Permenaker No. 5 Tahun 2018 menegaskan pentingnya identifikasi bahaya dan pengendalian risiko di lingkungan kerja (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018).

PT. Berkah Industri Mesin Angkat (BIMA) sebagai operator crane di Pelabuhan Bengkulu memiliki tanggung jawab dalam memastikan prosedur K3 dijalankan dengan baik. Implementasi sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja tidak hanya melindungi pekerja dari risiko kecelakaan seperti jatuhnya beban, tetapi juga mendukung kelancaran dan efisiensi operasional (Suma'mur, 2009).

Hal ini sejalan dengan pandangan International Labour Organization (ILO), bahwa sistem keselamatan kerja yang baik menjadi fondasi penting dalam mendukung masa depan dunia kerja yang produktif dan berkelanjutan (ILO, 2020).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah upaya sistematis untuk menjaga keselamatan pekerja dan memastikan kondisi kerja yang aman. Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 menyatakan bahwa penerapan Sistem Manajemen K3 bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Crane seperti Gantry Luffing Crane memerlukan pengelolaan risiko yang ketat karena alat ini sering beroperasi di area dengan risiko kecelakaan tinggi seperti di pelabuhan. penerapan K3 dalam industri alat berat harus mencakup pelatihan, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan prosedur pengoperasian yang aman (Sugiono, 2018).

Kesehatan kerja merupakan sebuah usaha dan keadaan seseorang mempertahankan kondisi kesehatannya saat dalam aktivitas bekerja. Kesehatan kerja digambarkan sebagai bentuk usaha-usaha dan aturan-aturan untuk menjaga tenaga kerja /karyawan dari kejadian atau keadaan yang bersifat merugikan Kesehatan saat karyawan tersebut melakukan pekerjaan dalam suatu hubungan kerja.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

menurut World Health Organization ialah sebuah upaya untuk memelihara dan juga meningkatkan, kesehatan fisik tubuh kita meningkatkan kesehatan mental pekerja dan juga meningkatkan kesehatan sosial pada setiap para pekerja yang ada (Surjaweni, 2014). Keselamatan dan Kesehatan Kerja merupakan ilmu yang mempelajari metode yang bisa menjamin agar pekerja yang ada itu terbebas dari kecelakaan pada saat mereka sedang melakukan sebuah proyek atau pekerjaan (Mangkunegara, 2001).

Gantry Luffing Crane (GLC) adalah jenis crane yang memiliki kemampuan untuk mengatur lengan (jib) secara vertikal (luffing). Crane ini banyak digunakan di industri pelabuhan dan galangan kapal, seperti yang diterapkan di PT. Berkah Industri Mesin Angkat Site Pelabuhan Bengkulu. GLC adalah alat yang sangat efisien dalam menangani beban berat, terutama untuk operasi bongkar muat di dermaga yang terbatas ruangnya. Namun, alat ini juga memiliki risiko tinggi terkait keselamatan, terutama jika tidak dioperasikan sesuai dengan prosedur yang benar (Tan, 2020).

Luffing atau lengan yang dapat diangkat dan diturunkan, memungkinkan crane untuk menjangkau titik-titik yang sulit. Namun, pergerakan luffing ini juga menambah kompleksitas dalam pengoperasiannya. Penggunaan crane seperti Gantry Luffing Crane memerlukan operator dengan sertifikasi khusus serta pemahaman mendalam tentang risikorisiko operasional dan prosedur keselamatan yang harus diikuti (Smith, 2019).

Pengoperasian Gantry Luffing Crane (GLC) memiliki sejumlah risiko dan bahaya yang perlu dikelola dengan baik untuk mencegah kecelakaan dan menjaga keselamatan kerja. Beban yang diangkat oleh crane sangat berat dan jika terjadi kegagalan dalam sistem pengangkat, beban tersebut dapat jatuh dan menyebabkan cedera parah atau kematian pada seseorang (Ohsawa, 2021). Crane bekerja dengan sistem gantry dan trolley yang bergerak secara horizontal dan vertikal. Kesalahan dalam pengoperasian, gangguan mekanis, atau cuaca ekstrem bisa menyebabkan crane bergerak tak terkendali, yang berpotensi menabrak struktur atau pekerja di sekitar. Faktor lingkungan seperti angin kencang dapat meningkatkan risiko

kecelakaan, terutama ketika crane dioperasikan di area terbuka seperti di area pelabuhan (Ali, 2020).

Gantry Luffing Crane terdiri dari banyak komponen mekanis yang dapat mengalami kerusakan, seperti kabel, pulley, atau sistem hidrolik. Kegagalan pada komponen ini bisa menyebabkan kerusakan struktural atau operasional pada Gantry Luffing Crane, yang berujung pada kecelakaan. Pemeliharaan yang kurang atau komponen yang tidak diperiksa dengan benar adalah penyebab utama kegagalan mekanis, maka dari itulah pentingnya pemeliharaan preventif untuk menghindari kegagalan mekanis pada Gantry Luffing Crane (Widodo, 2017).

Operasi Gantry Luffing Crane juga melibatkan pengangkatan beban ke ketinggian yang cukup tinggi, yang meningkatkan risiko bagi pekerja di sekitar. Jika crane tidak dioperasikan dengan benar, atau jika pekerja berada terlalu dekat dengan area pengangkatan, kecelakaan bisa terjadi. Bahaya ketinggian juga terkait dengan potensi jatuhnya pekerja atau material dari ketinggian. Beban yang tidak diatur atau dipasang dengan benar bisa menyebabkan ketidakseimbangan, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan beban tersebut jatuh atau crane terguling. Kondisi ini juga bisa merusak sistem gantry dan lengan crane. Operator harus memastikan bahwa beban seimbang dan diikat dengan benar sebelum mengangkat.

Suatu perusahaan berkewajiban mengusahakan agar karyawan memiliki kesadaran turut dalam bertanggung jawab atas kelancaran, kemajuan, dan kelangsungan hidup perusahaan. Pentingnya dilakukan usaha-usaha untuk melindungi keselamatan karyawan di dalam menjalankan pekerjaanya telah mendapat perhatian dari pemerintah dengan dikeluarkannya Undang-Undang No. 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja (*Omnibus Law*). Undang-Undang ini merupakan sarana utama untuk pencegahan kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja. Dengan adanya undang-undang ini, pemerintah berusaha untuk menanggulangi masalah K3. Dengan terjadinya K3 oleh perusahaan dapat menjamin karyawan bekerja dengan rasa aman, nyaman dan mempunyai rasa (*sense of belonging*) di perusahaan dan rasa tanggung jawab terhadap pekerjaan. Kinerja keselamatan dibedakan

menjadi dua tipe yaitu safety compliance dan safety participant. Safety compliance digambarkan sebagai aktivitas-aktivitas inti yang perlu dilaksanakan oleh individu-individu untuk memelihara keselamatan di tempat kerja, seperti mengikuti standar prosedur kerja dan menggunakan alat pelindung diri dengan baik. Sedangkan, safety participant digambarkan sebagai perilaku yang tidak secara langsung berkontribusi kepada keselamatan individu tetapi dapat membantu mengembangkan suatu lingkungan yang mendukung keselamatan

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada operasional alat berat Gantry Luffing Crane MQ-4040. Metode ini dipilih karena sesuai untuk mengeksplorasi kondisi aktual di lapangan dan memahami perilaku serta sistem kerja yang berkaitan dengan aspek K3. Lokasi Penelitian ini berada di PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Cabang Bengkulu Alamat : Jl. Yos Sudarso No.9 Pulau Baai, Tlk. Sepang, Kp. Melayu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38216. Penelitian ini dilakukan dari 1 Agustus 2024 – 1 Oktober 2024, dengan waktu pelaksanaan yang disesuaikan dengan jam operasional Gantry Luffing Crane. Pengamatan langsung terhadap kegiatan operasional Gantry Luffing Crane MQ-4040, mencakup prosedur kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), kondisi alat berat, serta lingkungan kerja. Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap operator crane, pengawas lapangan, dan personel K3 perusahaan. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi langsung mengenai implementasi dan pemahaman terhadap K3.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Gantry Luffing Crane MQ-4040

Adapun Spesifikasi pada Gantry Luffing Crane (GLC) MQ-4040 dapat dilihat pada

Tabel 4.1 Spesifikasi Gantry Luffing Crane (GLC) MQ-4040

Spesifikasi	Detail
Model	Gantry Luffing Crane MQ-4040
Kapasitas Angkat Maksimum	40 Ton
Jangkauan Luffing	40 Meter
Ketinggian Angkat Maksimum	36 Meter
Kecepatan Angkat	0-60 Meter/Menit (Tergantung beban)
Kecepatan Slewing	0-1,5 Rpm
Kecepatan Luffing	0-60 Detik (Untuk perubahan sudut boom)
Kecepatan Pergerakan Gantry	0-20 Meter/Menit
Sudut Slewing	360 Derajat
Tinggi Gantry	20 Meter
Tenaga Pengerak	Motor Listrik AC
Daya Motor Utama	300 kW
Sistem Rem	Rem hidraulik dengan kontrol otomatis
Sistem Kelistrikan	380V/50Hz AC
Lampu Peringatan	Aviation Obstruction Light
Pengaman Beban Berlebih	Sistem Overload Protection
Sistem Pengukur Angin	Anemometer
Sistem Proteksi Cuaca	Perlindungan terhadap angin dan petir
Kapasitas Bahan Bakar	1,200 Liter

Safety Talk

Safety talk adalah suatu kegiatan dimana petugas menyampaikan materi tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). *Safety talk* bertujuan untuk mengingatkan pekerja bahwa K3 sangat penting (Environment Health & Safety Association, 2019). *Safety talk* diharapkan dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya pencegahan kecelakaan kerja dan K3 pada lingkungan proyek. *Safety talk* dilakukan sebagai salah satu upaya pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dengan cara memberi edukasi kepada pekerja tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Namun, tidak dapat diketahui secara pasti apabila pekerja benar-benar memahami materi yang disampaikan. Pada penelitian Enguire

(Enguire, Fiffin Dealy, 2013). menunjukan bahwa safety talk memiliki pengaruh dalam peningkatan tingkat pengetahuan penggunaan APD pada pekerja, dan dilakukan setiap hari Rabu. *Safety Talk* dapat dilihat pada

Gambar 4.1 Safety Talk



Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Operator

Pastikan Operator menggunakan APD Lengkap pada saat ingin mengoperasikan Gantry Luffing Crane seperti helm, sepatu pelindung, dan rompi reflektif, untuk mengurangi risiko cedera akibat kecelakaan kerja pada saat mengoperasikan. Kecelakaan kerja menjadi tidak terkendali saat terjadi. Maka setiap orang dituntut untuk lebih serius dalam menerapkan budaya K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) dengan memakai APD (Alat Pelindung Diri) lengkap (Busyairi dkk, 2016). Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Operator dapat dilihat pada Gambar 4.2

Gambar 4.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Operator



Pemantauan Kondisi Cuaca

Kondisi cuaca, terutama angin, sangat mempengaruhi operasi Gantry Luffing Crane. Angin kencang dapat menyebabkan beban bergoyang, sehingga operasi GLC harus dihentikan jika kondisi cuaca tidak mendukung. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur angin pada Gantry Luffing Crane yaitu Anemometer dan Sensor Anemometer. Anemometer dan Sensor Anemometer dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Anemometer dan Sensor Anemometer

Load Moment Limiter (LMI)

Load moment limiter adalah sistem keamanan elektronik yang memonitor beban yang diangkat oleh crane dan posisi *boom* atau lengan crane. Sistem ini memperingatkan operator jika crane mendekati batas kapasitas aman, atau jika crane berada dalam posisi yang berbahaya. *Load Moment Limiter* dan Sensor *Load Moment Limiter* dapat dilihat pada Gambar 4.3

Gambar 4.3 Load Moment Limiter dan Sensor Load moment Limiter

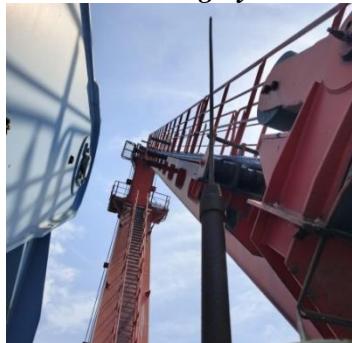


Penangkal Petir dan Grounding System

Penangkal petir dan sistem *grounding* melindungi crane dan operator dari bahaya sambaran petir. Sistem ini memastikan bahwa energi listrik dari sambaran petir dialirkkan ke tanah, mengurangi risiko kebakaran atau kerusakan pada crane. Penangkal Petir dan

Grounding System dapat dilihat pada Gambar 4.4

Gambar 4.4 Penangkal Petir dan Grounding System



Safety Wire Roller

Komponen ini berfungsi untuk memastikan wire yang digunakan untuk mengangkat atau menarik beban tetap berada pada tempat yang seharusnya di atas *roller* atau *pulley*, dan mencegah wire keluar dari jalurnya, yang dapat menyebabkan kecelakaan atau kerusakan peralatan. *Safety Wire Roller* dapat dilihat pada Gambar 4.5

Gambar 4.5 Safety Wire Roller



Komponen Safety pada System Gantry Limit Switch dan Anticolission

Limit switch adalah komponen penting untuk mencegah pergerakan Gantry pada crane dan melebihi batas yang ditentukan. Serta, Anticolission pada Gantry Luffing Crane, atau dikenal juga sebagai Lampu Perimeter atau Lampu Keselamatan, adalah lampu yang dipasang pada bagian bawah atau sekitar kaki gantry untuk memberikan penanda visual di area kerja crane. Istilah "Anticolission" ini diambil dari konsep reflektor atau lampu yang memberikan panduan seperti mata kucing yang bersinar dalam gelap, terutama pada malam hari atau di area dengan penerangan terbatas, dan juga mengeluarkan suara supaya peringatan bahwa Gantry Luffing Crane akan

beroperasi. Limit Switch dan Anticolission dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Limit Switch dan Anticolission

Brake System Gantry

Brake System pada Gantry Luffing Crane (GLC) adalah salah satu komponen penting dalam menjaga kontrol dan keselamatan selama operasi crane, yang dimana pada gantry itu sendiri memiliki 20 motor thruster gantry 3 fasa, masing masing dari 20 motor *thruster* gantry itu memiliki 1 sistem brake, dan juga mempunyai 4 buah safety anchor. Sistem penggeraman berfungsi untuk mengontrol pergerakan dan menghentikan crane dalam kondisi yang aman, baik itu dalam situasi normal maupun pada saat standby. Brake System dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



Gambar 4.7 Motor Thruster Brake Gantry dan Safety Anchor

Sensor Proximity Spreader

Sensor *proximity* digunakan untuk memastikan bahwa spreader berada pada posisi yang tepat sebelum mengunci atau membuka kunci pada kontainer atau muatan lainnya. Sensor ini mendeteksi apakah spreader sudah berada tepat di atas kontainer sebelum melakukan penguncian. Sensor *Proximity Spreader* dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Sensor Proximity Spreader

Safety Latch

Latch adalah pengunci pada *hook* yang mencegah beban atau sling terlepas dari hook selama proses pengangkatan. Ketika spreader sudah terpasang di hook, latch akan menutup otomatis sehingga spreader tetap berada di dalam hook. Ini juga dapat Mengurangi risiko beban jatuh saat terjadi guncangan atau gerakan mendadak. *Latch* ini sangat penting untuk keselamatan selama operasi crane. *Safety Latch* dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Safety Latch Hook

Bearing Hook

Bearing pada hook memungkinkan gerakan putar yang mulus pada hook atau swivel. Bantalan ini memastikan bahwa hook dapat bergerak bebas tanpa terlalu banyak gesekan. Manfaatnya juga untuk engurangi keausan pada bagian hook dan meningkatkan umur pakai hook, sekaligus menjaga keselamatan dengan mengurangi tekanan atau gaya yang tidak terduga. *Bearing Hook* dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Bearing Hook

Aviation Obstruction Light

Aviation Obstruction Light adalah lampu penanda yang digunakan pada struktur tinggi, termasuk Gantry Luffing Crane (GLC), untuk memperingatkan pilot pesawat tentang keberadaan penghalang di jalur udara mereka. Lampu ini memainkan peran penting dalam memastikan keselamatan penerbangan, terutama di area di mana struktur seperti crane dapat mengganggu jalur terbang pesawat, helikopter, atau drone. *Aviation Obstruction Light* dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Aviation Obstruction Light

Emergency Button

Emergency Button pada Gantry Luffing Crane (GLC) adalah komponen penting dalam sistem keselamatan yang digunakan untuk menghentikan operasi crane secara cepat dan aman dalam situasi darurat. Tombol ini memungkinkan operator atau pekerja di sekitar crane untuk memutuskan daya dan menghentikan seluruh fungsi crane dalam waktu singkat guna mencegah kecelakaan atau kerusakan lebih lanjut. Cara kerjanya ketika *Emergency Button* ditekan, sistem kontrol crane akan segera mematikan tenaga yang menggerakkan crane. Ini termasuk menghentikan motor, hidrolik, dan semua pergerakan crane dalam hitungan detik. Setelah ditekan, tombol ini sering kali memerlukan reset manual oleh operator atau teknisi untuk memastikan bahwa kondisi aman telah

dipulihkan sebelum crane dapat dioperasikan kembali. Emergency Buton dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Emergency Button

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek yang sangat penting dalam operasional Gantry Luffing Crane untuk mengurangi risiko kecelakaan, melindungi pekerja, dan menjaga keberlanjutan operasi. Penerapan K3 yang baik membantu menghindari cedera, kerusakan peralatan, dan gangguan dalam proses kerja, selain itu operasi Gantry Luffing Crane memiliki beberapa potensi bahaya, seperti jatuh dari ketinggian, beban yang terlepas, risiko benturan, atau kegagalan mekanis. Identifikasi bahaya dan penerapan langkah pencegahan merupakan langkah kunci dalam meminimalkan kecelakaan kerja.

Penerapan sistem K3 pada Gantry Luffing Crane di PT BIMA Site Pelabuhan Bengkulu telah berjalan dengan baik dan efektif dalam mengurangi risiko kecelakaan serta menjaga kinerja crane tetap optimal. Namun, beberapa area seperti pelatihan berkala untuk operator, pemantauan cuaca, dan teknologi deteksi dini kerusakan pada kabel dapat ditingkatkan untuk mencapai tingkat keselamatan dan efisiensi yang lebih tinggi. Pemeliharaan rutin tetap menjadi kunci dalam memastikan crane beroperasi dengan aman dan sesuai standar. Bagian hasil dan pembahasan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai penerapan K3 dan bagaimana langkah-langkah tersebut mempengaruhi kinerja keseluruhan Gantry Luffing Crane, sekaligus memberikan saran untuk peningkatan ke depan. Setiap perusahaan, termasuk PT BIMA, harus mematuhi regulasi K3 yang berlaku serta memastikan bahwa semua

peralatan crane yang digunakan memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan oleh lembaga terkait.

Dengan mengintegrasikan aspek K3 secara menyeluruh dalam operasional Gantry Luffing Crane, risiko kecelakaan dapat diminimalkan, produktivitas meningkat, dan keselamatan pekerja dapat dijamin secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F. (2020). Safety and Risk Management in Crane Operations in Port Environments. *Journal of Maritime Safety*, 14(2), 120-135.
- Enguire, Fiffin Dealy, "Pengaruh Safety Talk terhadap Tingkat Pengetahuan Penggunaan APD pada Karyawan Bagian Pengelasan di PT.INKA (Persero) Madiun ,," Surakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, 2013.
- Environment Health & Safety Association, "Safety Talk (Revised Edition)," pp. 1, Ontario : IHSA, 2019
- International Labour Organization. (2020). Occupational safety and health and the future of work. ILO Publishing.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.
- Mangkunegara, Anwar P. 2001. Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan. Jakarta: PT.Remaja Rosdakarya
- M. Busyairi, L. Tosungku, A. Oktaviani, "Pengaruh Keselamatan Kerja Dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 13, No.2, 2016.
- Ohsawa, T. (2021). Crane Operation Safety in High-Risk Environments. *Engineering Safety Reports*, 16(3), 89-102.
- Smith, J. (2019). Luffing Cranes in Restricted Port Environments: Challenges and Solutions. *Journal of Heavy Equipment Operations*, 10(2), 55-72.

- Sugiono, D. (2018). Sistem Manajemen K3 di Industri Alat Berat. Jakarta: Pustaka Teknik.
- Surjaweni. 2014. Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja. Surakarta.
- Suma'mur, P. K. (2009). Keselamatan kerja dan pencegahan kecelakaan. Jakarta: EGC.
- Tan, C. H. (2020). The Role of Gantry Luffing Cranes in Modern Ports. Asian Journal of Maritime Studies, 9(3), 67-80.