

Pengaplikasian Metode *Bowtie* Dalam Analisis Risiko Kesehatan Terhadap Bahaya Penerangan Pada Alat Berat di Perusahaan Terminal Petikemas

Siti Chusnit Tamamir Rodhiyah¹, Haidar Natsir Amrullah^{1*} dan Am Maisarah Disrinama¹

¹ Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

* E-mail: haidar.natsir@ppns.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bahaya kesehatan yang terkait dengan masalah penerangan pada alat berat *Straddle Carrier* (SC) dan *Reach Stacker* (RS) di perusahaan terminal petikemas. Metode *Bowtie* digunakan sebagai pendekatan analisis risiko untuk mengidentifikasi penyebab, *barrier*, dan konsekuensi dari masalah tersebut. Metode *Bowtie* digunakan untuk mendapatkan rekomendasi pengendalian berupa *preventive barrier* dan *mitigating barrier* dari faktor potensi bahaya tersebut. Hasil pengukuran intensitas penerangan menunjukkan bahwa area kerja RS memiliki 14 lux dan area kerja SC memiliki 15 lux, yang di bawah standar keselamatan kerja yang direkomendasikan. Analisis dengan metode *Bowtie* mengidentifikasi kurangnya intensitas penerangan sebagai peristiwa puncak pada kedua alat berat tersebut. Penyebab yang ditemukan adalah kondisi penerangan area kerja yang kurang dan ketidaksesuaian penerangan alat dengan spesifikasinya. Sedangkan, konsekuensinya adalah penurunan fungsi penglihatan. Rekomendasi pengendalian berdasarkan *preventive barriers* adalah perusahaan perlu mengevaluasi jumlah lampu pada area kerja dan memastikan sesuai dengan standar, serta dilakukan evaluasi kondisi penerangan pada alat dan mengganti lampu yang tidak sesuai atau rusak dengan yang sesuai spesifikasi. Rekomendasi berdasarkan *mitigating control* adalah memberikan suplemen vitamin A kepada operator RS dan SC untuk mengurangi risiko gangguan penglihatan, melakukan penilaian lingkungan kerja secara teratur untuk memastikan penerangan memenuhi standar minimum, dan melaksanakan pemeriksaan kesehatan rutin guna mendeteksi dini gangguan penglihatan dan mengambil tindakan yang tepat.

Kata Kunci: Penerangan, *Straddle Carrier*, *Reach Stacker*, Metode *Bowtie*

Abstract

This study aims to analyze the potential health hazards associated with lighting problems on Straddle Carrier (SC) and Reach Stacker (RS) heavy equipment at container terminal companies. The Bowtie method is used as a risk analysis approach to identify the causes, barriers and consequences of the problem. The Bowtie method is used to obtain control recommendations in the form of preventive barriers and mitigating barriers from these potential hazard factors. The results of the light intensity measurement show that the work area of the hospital has 14 lux and the work area of SC has 15 lux, which is below the recommended work safety standard. Analysis using the Bowtie method identified low light intensity as a peak event on both machines. The causes found were inadequate lighting conditions in the work area and a mismatch between the lighting of the equipment and its specifications. Meanwhile, the consequence is a decrease in visual function. Control recommendations based on preventive barriers are that companies need to evaluate the number of lights in the work area and ensure they comply with standards, as well as evaluate lighting conditions on equipment and replace lamps that are not suitable or damaged with those that meet specifications. Recommendations based on mitigating control are to provide vitamin A supplements to hospital and SC operators to reduce the risk of visual impairment, carry out regular work environment assessments to ensure that lighting meets minimum standards, and carry out routine health checks to detect visual impairment early and take appropriate action..

Keywords: Illumination, *Straddle Carrier*, *Reach Stacker*, *Bowtie Method*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan terminal petikemas merupakan terminal semi otomatis pertama di Indonesia dengan teknologi ramah lingkungan. Perusahaan terminal petikemas tersebut bergerak dalam bidang pelayanan bongkar muat peti kemas dan bongkar curah kering. Kegiatan bongkar muat peti kemas menjadi dua alur yaitu proses *receiving* dan *delivery*. Proses *receiving* adalah proses penerimaan peti kemas dari pengguna jasa untuk kemudian dilakukan pengangkutan petikemas di atas kapal dan dilakukan pengiriman petikemas ke tempat tujuan. Sedangkan proses *delivery* merupakan kebalikan dari proses *receiving* yaitu menerima petikemas dari kapal yang telah bersr untuk kemudian diangkut oleh truk pengguna jasa dan dibawa ke pemilik petikemas tersebut (Khoizin, Sholehudin and Agung, 2021).

Dalam kegiatan operasional proses bisnis perusahaan terminal petikemas tentunya tidak terhindarkan dari bahaya kesehatan yang dapat dialami oleh pekerja di pelabuhan. Bahaya kesehatan tersebut didokumentasikan oleh perusahaan dalam bentuk laporan dokumen *Health Risk Assessment* (HRA) perusahaan. Dari hasil laporan dokumen HRA perusahaan didapatkan risiko bahaya kesehatan medium terdapat pada penerangan di alat berat *Straddler Carrier* (SC) dan *Reach Stacker* (RS). Evaluasi terhadap risiko bahaya kesehatan dapat dilakukan analisis dengan metode *Bowtie*. Metode *Bowtie* adalah teknik analisa dan evaluasi risiko berbentuk diagram dasi kupu-kupu yang memvisualisasikan peristiwa risiko yang dihadapi secara sederhana. Visualisasi diagram dasi kupu-kupu dengan sisi kiri menggambarkan manajemen risiko yang bersifat proaktif, sedangkan sisi kanan menggambarkan manajemen risiko yang bersifat protektif (Alijoyo, Wijaya and Jacob, 2019). Pada metode *bowtie* dapat menampilkan perintah yang mencegah peristiwa risiko puncak terjadi, baik dari aspek pencegahan dan tindakan pemulihan dengan hasil yang kredibel, dimana risiko puncak adalah potensi bahaya risiko tinggi dan medium sesuai dengan pemaparan sebelumnya (Voicu et al., 2018). Jika menggunakan analisis potensi bahaya risiko kesehatan dengan metode ini maka akan didapatkan rekomendasi pengendalian berupa *barrier* tindakan *preventive barrier* dan *mitigating barrier* dari faktor potensi bahaya tersebut.

Oleh karena itu diperlukan pengaplikasian metode *bowtie* untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab, *barrier*, dan konsekuensi pada permasalahan penerangan yang kurang sesuai pada alat berat RS dan SC yang digunakan di perusahaan terminal petikemas. Hasil identifikasi dan analisis dengan metode *bowtie* ditemukan *preventive barrier* dan *mitigating barrier* dari permasalahan tersebut. Berdasarkan dari *preventive barrier* dan *mitigating barrier* yang telah teridentifikasi maka dapat ditentukan rekomendasi yang sesuai dari permasalahan penerangan yang kurang sesuai pada alat berat RS dan SC di perusahaan terminal petikemas.

2. METODE

Metode *Bowtie* adalah sebuah teknik yang merujuk pada suatu diagram berbentuk dasi kupu-kupu yang menggambarkan atau memvisualisasikan peristiwa risiko yang dihadapi secara sederhana (Alizadeh and Moshashaei, 2015). Visualisasi diagram dasi kupu-kupu, sisi kiri menggambarkan manajemen risiko yang bersifat proaktif, sedangkan sisi kanan menggambarkan manajemen risiko yang bersifat protektif. Metode ini dapat dibangun melalui sesi curah pendapat (*brainstorming*) atau dibangun melalui penggabungan dua Teknik yaitu teknik analisis pohon kesalahan (*fault tree analysis* - FTA) dan teknik analisis pohon kejadian (*event tree analysis* - ETA). Tujuan metode *bowtie* adalah untuk memberikan sebuah gambaran yang menyeluruh dari logika beberapa skenario peristiwa risiko dan membantu menyediakan penjelasan visual yang sederhana tentang hubungan peristiwa risiko dengan penyebab dan konsekuensinya (Erajati, Subekti and Khairansyah, 2017). Metode *Bowtie* terdiri dari beberapa bagian yang saling terhubung untuk menjelaskan hubungan sebuah peristiwa risiko dengan penyebab dan konsekuensi, serta memaparkan bagaimana peristiwa risiko tersebut dapat ditangani. Berikut ini adalah beberapa bagian dari Metode *Bowtie* (Alijoyo, Wijaya and Jacob, 2019):

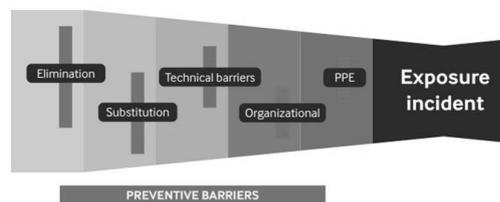
1. Bahaya (*Hazard*)
2. Peristiwa Puncak (*Top Event*) / Peristiwa Risiko Puncak
3. Penyebab (*Cause*)
4. Konsekuensi (*Consequence*)



Gambar 1. Contoh Model *Bowtie*

Sumber: IPIECA – IOGP 2022

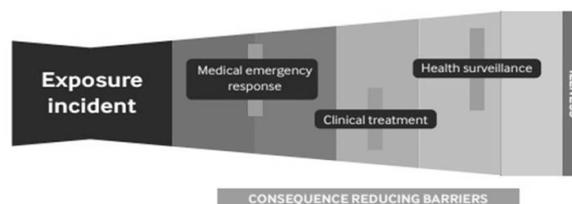
Model Diagram *Bowtie* untuk analisis risiko kesehatan disarankan untuk insiden paparan ditempatkan di tengah dan penyakit ditempatkan sebagai konsekuensi. Hierarki kontrol ditempatkan di sebelah kiri sebagai penghalang *preventif* yang bertujuan untuk mencegah terjadinya insiden paparan. Pada bagian kanan ditempatkan penghalang untuk mengurangi dampak konsekuensi yang didapatkan dari insiden paparan. Penghalang konsekuensi tersebut berupa tanggapan darurat medis, perawatan klinis, dan pengawasan kesehatan (IPIECA - IOGP, 2022).



Gambar 2. Contoh Hierarchy of Control

Sumber: IPIECA – IOGP 2022

Hierarki kontrol harus diterapkan dalam urutan preferensi eliminasi, substitusi, kontrol teknis, kontrol administratif, dan APD. Eliminasi bahaya dapat dilakukan dengan menghilangkan penggunaan bahan kimia. Substitusi bahaya dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia yang kurang berbahaya. Kontrol teknis dapat dilakukan dengan menambahkan peredam kebisingan pada ruangan mesin. Kontrol administratif dapat dilakukan dengan mengurangi waktu paparan dan membuat prosedur pekerjaan. Alat pelindung diri dapat dilakukan dengan memakai masker atau *wearpack*.



Gambar 3. Contoh Consequence-Reducing Barriers

Sumber: IPIECA – IOGP 2022

Tindakan pemulihan diperlukan untuk mengurangi dampak potensial jika tindakan pengendalian paparan gagal dan untuk mencegah potensi peningkatan risiko kesehatan. Tindakan pemulihan ini dilakukan dengan melakukan langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi dampak konsekuensi yang terdapat di sisi bagian kanan diagram. Tindakan pemulihan tersebut meliputi pengaturan tanggap darurat medis, tempat cuci mata, peralatan penyelamatan diri, alarm pribadi, peralatan komunikasi dan rambu-rambu, serta *konseling stress pasca trauma*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

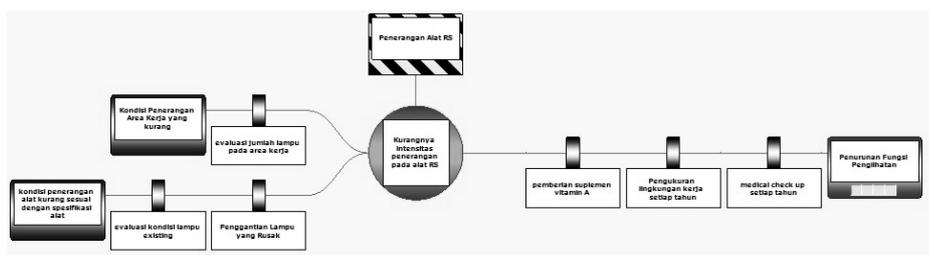
Reach stacker (RS) adalah peralatan penanganan material yang digunakan untuk penanganan peti kemas di pelabuhan berukuran kecil 20-40 ft. *Reach Stacker* dapat menumpuk, memuat, atau membongkar kontainer. *Reach stacker* mengambil kontainer secara memanjang dan dapat dengan mudah menumpuk petikemas sampai pada tumpukan baris kedua dengan melewati baris pertama. *Reach stacker* digunakan untuk membongkar petikemas dari sasis peti kemas, trailer yang datang, atau untuk memposisikan ulang peti kemas secara mandiri di dalam

terminal (Kalmar, 2019). Di perusahaan terminal petikemas, terdapat 5 unit *Reach Stacker* yang dioperasikan dengan tipe dan spesifikasi sama yaitu *Reach Stacker* DRT 450.

Selain RS di perusahaan terminal petikeas juga memiliki *Straddle carrier* (SC). *Straddle carrier* (SC) adalah kendaraan pengangkut barang yang membawa muatannya di bawah dengan cara "*straddling*". Peralatan pengangkat di bawah pengangkut dioperasikan oleh pengemudi tanpa bantuan dari luar dan tanpa meninggalkan tempat duduk pengemudi. *Straddle carrier* digunakan di terminal pelabuhan untuk menangani peti kemas dan mengoptimalkan produktivitas terminal (Konecranes, 2011). Di perusahaan terminal petikemas, terdapat 5 unit *Reach Stacker* yang dioperasikan dengan tipe dan spesifikasi sama yaitu *Straddle Carrier Boxrunner DE52*. *SC Boxrunner DE52* beroperasi dengan menyusun 1 per 1 petikemas dan mampu mengangkat sampai 50 ton untuk petikemas ukuran 20-40 ft.

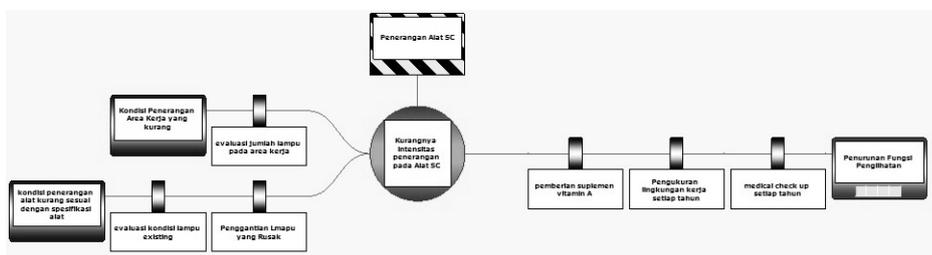
Berdasarkan pengukuran penerangan area kerja pengoperasian alat RS dan SC di malam hari yang telah dilakukan perusahaan didapatkan sebesar area kerja RS adalah 14 lux dan area kerja SC adalah 15 lux. Hasil tersebut dibawah standar pencahayaan minimum untuk penerangan lapangan dan jalan menurut Peraturan Menteri Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja yaitu sebesar 20 Lux. Digunakan standar penerangan lapangan dan jalan sebab area kerja saat pengoperasian RS maupun SC adalah di lapangan penumpukan petikemas.

Setelah dilakukan pengkajian oleh penilaian risiko kesehatan (HRA) tahun 2022 yang dilakukan oleh divisi kesehatan perusahaan terminal petikemas didapatkan bahwa potensi bahaya penerangan pada alat *Stradder Carrier* (SC) dan *Reach Stacker* (RS) termasuk dalam risiko sedang. Berdasarkan pemaparan tersebut maka harus dilakukan pengkajian mendalam terkait penyebab dan rekomendasi penanggulangan potensi bahaya penerangan pada alat *Stradder Carrier* (SC) dan *Reach Stacker* (RS).



Gambar 4. Hasil Bowtie Penerangan pada RS

Berdasarkan Gambar 4, diagram bowtie bahaya penerangan pada alat RS ditentukan *hazard* atau potensi bahayanya adalah penerangan alat RS dengan *top event* berupa kurangnya intensitas penerangan pada alat RS. Kemudian dilakukan pengkajian mendalam untuk menentukan penyebab dan akibat dari *top event* tersebut., setelah dilakukan identifikasi ditemukan 2 penyebab (*cause*) yang menyebabkan *top event* kurangnya intensitas penerangan pada alat RS. Penyebab (*cause*) tersebut diantaranya adalah kondisi penerangan area kerja yang kurang dan kondisi penerangan alat kurang sesuai dengan spesifikasi alat.



Gambar 5. Diagram Bowtie Penerangan pada SC

Berdasarkan Gambar 5, diagram *Bowtie* bahaya penerangan pada alat SC ditentukan *hazard* atau potensi bahayanya adalah penerangan alat SC dengan *top event* berupa kurangnya intensitas penerangan pada alat SC. Kemudian dilakukan pengkajian mendalam dan *brainstorming* dengan *expert* untuk menentukan penyebab dan akibat dari *top event* tersebut, penyebab (*cause*) yang menyebabkan *top event* kurangnya intensitas penerangan pada alat SC ternyata sama dengan penyebab *top event* kurangnya intensitas penerangan pada alat RS . Dimana

penyebab (*cause*) tersebut diantaranya adalah kondisi penerangan area kerja yang kurang dan kondisi penerangan alat kurang sesuai dengan spesifikasi alat.

Dari setiap penyebab yang telah diidentifikasi, didapatkan *preventive barierr* atau penghalang pencegah agar *top event* tidak dapat terjadi, berikut adalah penjelasan *preventive barierr* berdasarkan penyebabnya.

1. Kondisi penerangan area kerja yang kurang

Kurangnya penerangan area kerja berupa jalan dan lapangan penumpukan dapat menyebabkan kurangnya intensitas penerangan pada pekerjaan yang menggunakan alat berat seperti RS dan SC. Pencahayaan yang tidak memadai dapat menyebabkan kecelakaan dan cedera, berupa penyakit akibat kerja (PAK) yaitu berkurangnya visus mata (*Extreme Tactical Dynamics*, 2016). Oleh karena itu, sangat penting bagi perusahaan untuk menyediakan penerangan yang melebihi standar minimum jika diperlukan untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja. Untuk memenuhi hal tersebut langkah pencegahan yang harus dilakukan adalah dengan mengevaluasi jumlah lampu pada area kerja apakah sesuai atau tidak dengan standar.

Standar yang dapat digunakan adalah *OSHA for Shipyard Employment* No. 1915.82 dan Permenaker 5 Tahun 2018. *Occupational Safety and Health Standards (OSHA) for Shipyard Employment* No. 1915.82 tentang kondisi kerja umum bagian pencahayaan menyatakan bahwa untuk standar luminansi minimal untuk area kerja luar (*outdoor*) adalah 107,6 lux (*United State Department of Labor*, 2023). Sedangkan pada peraturan menteri tenaga kerja No. 5 Tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja diberikan standar 20 lux untuk area jalan dan lapangan penumpukan. Dari standar ini tidak didapatkan secara spesifik berapa jumlah lampu yang dibutuhkan namun dengan jelas disebutkan berapa intensitas cahaya yang diperlukan. Sehingga yang harus dilakukan perusahaan adalah menyesuaikan jumlah lampu dengan intensitas cahaya yang sesuai dengan standar.

2. Kondisi penerangan alat kurang sesuai dengan spesifikasi alat

Kondisi pencahayaan untuk pengoperasian alat berat sangat penting untuk memastikan keselamatan dan produktivitas di tempat kerja. Pencahayaan yang buruk dapat menyebabkan beberapa masalah, seperti cahaya yang tidak mencukupi, silau, dan ketidaknyamanan mata (CCOHS, 2019). Beberapa barrier untuk mencegah agar tidak terjadi kondisi penerangan alat RS atau SC tidak sesuai dengan spesifikasi adalah sebagai berikut:

a. Evaluasi kondisi lampu *existing*

Diperlukan tindakan evaluasi lampu yang telah ada (*existing*) dan telah terpasang di alat. Evaluasi ini dapat dilakukan dengan mengukur intensitas cahaya ketika alat RS dan SC beroperasi kemudian diukur dengan menggunakan *luxmeter* pada area kerjanya, setelah itu dibandingkan dengan standar yang telah dibahas sebelumnya dan spesifikasi lampu untuk alat berat RS dan SC. Berdasarkan spesifikasi alat RS dan SC didapatkan bahwa lampu yang dibutuhkan adalah lampu berjenis *Xenon* dengan spesifik tegangan yang dibutuhkan adalah 24 Volt.

b. Penggantian lampu yang rusak

Setelah evaluasi lampu *existing* dilakukan kemudian ditemukan lampu yang tidak sesuai dengan kriteria spesifikasi alat, sebab telah berkurang dayanya, lampu kotor dan tidak layak, atau alasan lainnya maka diperlukan penggantian lampu yang rusak tersebut dengan unit lampu yang baru.

Berdasarkan diagram hasil *bowtie* yang telah dibuat dan dilakukan *brainstorming* dengan *expert* ditemukan 1 konsekuensi (*consequence*) yang disebabkan *top event* penerangan yang kurang pada alat RS dan SC yaitu penurunan fungsi penglihatan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Subagyo (Subagyo, 2017) pencahayaan yang kurang sesuai dapat menyebabkan gangguan penglihatan, penglihatan kabur, dan ketidaknyamanan mata. Selain itu hasil penelitian yang dilakukan oleh (Nurchahyo, 2023) Pencahayaan yang tidak memadai merupakan salah satu penyebab lebih dari 20% gangguan mata. Menurut Purwaningtyas (Purwaningtyas, 2021) dari hasil penelitiannya menyatakan bahwa, intensitas pencahayaan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, seperti kelelahan mata. Dari konsekuensi yang telah diidentifikasi pada hasil analisis dengan metode *bowtie* didapatkan *mitigating barierr* atau penghalang mitigasi agar *consequences* tidak terjadi adalah dengan melakukan hal berikut:

1. Memberi suplemen vitamin A

Dianjurkan untuk perusahaan memberikan suplemen vitamin A kepada operator RS dan SC. Hal ini disebabkan saat mengonsumsi suplemen vitamin A dapat membantu mengurangi risiko penurunan penglihatan mata, gangguan penglihatan, penglihatan kabur, dan ketidaknyamanan mata yang disebabkan karena pencahayaan yang buruk (Nurchahyo, 2023). Vitamin A sangat penting untuk menjaga kesehatan mata dan mencegah gangguan mata. Vitamin A sangat penting untuk menjaga kesehatan mata dan mencegah gangguan

mata dan kekurangan vitamin A dapat menyebabkan gangguan penglihatan dan penglihatan kabur (Purwaningtyas, 2021).

2. Melakukan penilaian lingkungan kerja

Diharuskan untuk setiap perusahaan melakukan penilaian lingkungan kerja minimal 1 tahun sekali berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 mengatur keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja dimana didalamnya terdapat ketentuan pengukuran penerangan dan standar penerangan minimum untuk tempat kerja. Setelah didapatkan hasil pengukuran lingkungan kerja tersebut perusahaan dianjurkan untuk menyediakan penerangan yang melebihi standar minimum jika diperlukan untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja pada area kerja yang memiliki penerangan yang kurang dari standar.

3. *Medical Check Up* setiap tahun

Pemeriksaan kesehatan (*Medical Check Up*) rutin minimal setiap tahun sangat dianjurkan untuk dilakukan. Hal ini disebabkan dengan melaksanakan *Medical Check Up* dapat membantu mendeteksi gangguan mata sejak dini dan mencegah terjadinya masalah penglihatan yang lebih serius (Jasna, 2018). Selain itu dengan diketahuinya sejak awal jika terjadi indikasi penurunan penglihatan atau visus mata dapat segera dilakukan penanggulangan seperti pemberian kacamata agar tidak semakin parah.

4. KESIMPULAN

Dari hasil bowtie bahaya penerangan pada alat RS dan SC memiliki dua penyebab yaitu kondisi penerangan area kerja yang kurang dan kondisi penerangan alat yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Untuk mencegah terjadinya bahaya tersebut, beberapa preventive barriers telah diidentifikasi yaitu perusahaan perlu mengevaluasi jumlah lampu pada area kerja dan memastikan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh *OSHA for Shipyard Employment* No. 1915.82 dan Permenaker 5 Tahun 2018 dan juga melakukan evaluasi kondisi penerangan alat, jika terdapat lampu yang tidak sesuai atau rusak maka harus diganti dengan yang sesuai spesifikasi. Konsekuensi yang dapat terjadi akibat kurangnya intensitas penerangan adalah penurunan fungsi penglihatan. Untuk mencegah hal tersebut, perusahaan perlu menerapkan beberapa *mitigation barriers*. *mitigation barriers* tersebut antara lain memberikan suplemen vitamin A kepada operator RS dan SC untuk mengurangi risiko gangguan penglihatan, perusahaan harus melakukan penilaian lingkungan kerja secara teratur dan memastikan penerangan memenuhi standar minimum, dan melakukan Pemeriksaan kesehatan rutin juga dianjurkan untuk mendeteksi dini gangguan penglihatan dan mengambil tindakan penanggulangan yang tepat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A., Wijaya, Q.B. and Jacob, I. 2019. *Bow Tie Analysis (Analisis Dasi Kupu-kupu)*, pp. 1–14.
- Alizadeh, S.S. and Moshashaei, P. 2015. *The Bowtie method in safety management system*, Scientific Journal of Review, 4(9), pp. 133–138. doi:10.14196/sjr.v4i9.1933.
- Avrimilano, R., Simanjuntak, R. and Gustianta, E. 2019. *Analisa Kajian Kesehatan Dan Keselamatan Kerja*, Mecha Jurnal Teknik Mesin, 2(1), pp. 28–39.
- CCOHS. 2019. *Lighting Ergonomics - Survey and Solutions*.
- Erajati, D., Subekti, A. and Khairansyah, M.D. 2017. *Identifikasi Bahaya dengan Menggunakan Metode Bowtie untuk Keselamatan Proses pada Boiler UBB di Pabrik III PT. Petrokimia Gresik*, Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application, 1(2581), pp. 147–152.
- Extreme Tactical Dynamics. 2016. *Construction Vehicle Lighting Requirements*.
- Handayani, S, D. 2021. *Aplikasi Bowtie Analysis Untuk Identifikasi Environmental Critical Element (ECE) Pada Floating Liquefied Natural Gas (FLNG) dan Pipa Gas Bawah Laut*. Universitas Pertamina.
- ILO. 2013. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja: Sarana untuk Produktivitas Kerja (Edisi Bahasa Indonesia)*. Jakarta: International Labour Organization.
- International Council on Mining and Metals. 2016. *Good Practice Guidance on Occupational Health Risk Assessment*, International Council on Mining and Metals, pp. 1–68.
- IPIECA – IOGP. 2022. *Health risk assessment and management*.
- Jasna, Maarifah Dahlan. 2018. *Hubungan Intensitas Pencahayaan Dengan Kelelahan Mata Pada Pekerja Penjahit Di Kabupaten Polewali Mandar*, Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4(1), pp. 48-58.
- Kalmar. 2019. *Kalmar DRT450 VDRT02_02GB Reachstackers Workshop Manual*.
- Khoizin, Sholehudin, M. and Agung. 2021. *Laporan Zero Accident*.
- Konecranes. 2011. *Konecranes Boxrunner The Agile, Multi-Purpose Straddle Carrier*.
- Mahawati, E., Qurnia Fitriyatunur, C.A.Y. and Puspita Puji Rahayu, Cici Aprilliani, Muhammad Chaerul, Eko

- Hartini Mila Sari, Ismail Marzuki, Efbertias Sitorus, Jamaludin,. A.S. 2021. *Keselamatan Kerka dan Kesehatan Lingkungan Industri*. Yayasan Kita Menulis.
- Mayarani, M. and Nanda Aulia, R., 2022. *Hubungan Penggunaan Komputer dan Gadget Terhadap Penurunan Tajam Penglihatan*, Jurnal Sehat Masada, 16(1), pp. 85–92. doi:10.38037/jsm.v16i1.268.
- Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. 2018. *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018*, Jakarta: Kemenaker RI.
- Mokolensang, V.M., Arsjad, T.T. and Malingkas, G.Y., 2021. *Analisis Rencana Anggaran Biaya Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Papua 1 Di Distrik Muara Tami Kota Jayapura Provinsi Papua*, 9(4), pp. 619–624.
- Muhadzdzib, M.I.A., 2022. *Analisis Risiko Pada Komponen Mesin Hydraulic Press Pullmax 350 Ton Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis Dan Bow-Tie Analysis*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Nurcahyo, Rizky Eko. 2023. *Analisis Kualitas Pencahayaan Ruang Dokter Gigi Sesuai Peraturan Indonesia Di Klinik Kusuma Dental Care 2 Yogyakarta*, Jurnal Lentera Kesehatan Masyarakat, 2(1), pp.1-5
- Purwaningtyas, Dhita Makhsunah. 2021. *Hubungan Penerangan Di Tempat Kerja Dan Karakteristik Pekerja Dengan Keluhan Kelelahan Mata Pada Penjahit Bordir Di CV. X Bangil-Pasuruan*. MTPH Journal, 5(1), pp. 33–46.
- Setyaningsih, Y. 2018. *Buku Ajar Higiene Lingkungan Industri*. Semarang: FKM UNDIP PRESS.
- Solutions, C.R.M., 2019. *Bowtie Software User Manual*. 39th edn. RPS Group.
- Subagyo, Amir. 2017. *Kualitas Penerangan Yang Baik Sebagai Penunjang Proses Belajar Mengajar Di Kelas*, ORBITH, 13(1), pp. 21-27.
- United State Department of Labor. 2023. *Occupational Safety and Health Administration*.