



PELAKSANAAN INSPEKSI *OVERHEAD CRANE* 10 Ton DI AREA PPM 5 (*PAPER MESIN*) SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA PT. INDAH KIAT PULP & PAPER TBK. PERAWANG MILL

Rihan January¹, Nofri Hasrianto², Armadi³, Riska Epina Hayu⁴

¹⁻³ Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah

*Email Korespondensi: riska.epina@ikta.ac.id

ABSTRAK

Overhead crane merupakan peralatan penting dalam mendukung proses produksi industri pulp dan kertas, namun penggunaannya memiliki potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pelaksanaan inspeksi *overhead crane* berkapasitas 10 ton di area PPM 5 PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi lapangan, wawancara, serta studi dokumen perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inspeksi rutin mencakup pemeriksaan aspek mekanis, sistem kelistrikan, dan perangkat pengaman telah dilaksanakan sesuai standar K3, dengan temuan utama berupa adanya keausan pada beberapa komponen mekanis, risiko *human error* dalam pengoperasian, serta kelemahan dalam dokumentasi hasil inspeksi. Tindakan korektif yang dilakukan perusahaan berhasil meminimalisasi potensi bahaya, namun peningkatan kompetensi teknisi melalui pelatihan dan perbaikan sistem pencatatan masih sangat diperlukan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan inspeksi secara konsisten efektif dalam menekan risiko kecelakaan kerja sekaligus menjaga keandalan operasional *overhead crane*.

Kata Kunci: Inspeksi, *Overhead Crane*, Keselamatan Kerja

ABSTRACT

The overhead crane is an essential piece of equipment in the pulp and paper industry, yet its operation carries potential hazards that may lead to workplace accidents. This study aims to evaluate the inspection of a 10-ton overhead crane in the PPM 5 area of PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill as a preventive measure against occupational accidents. The research employed a descriptive qualitative method with data collected through field observations, interviews, and company document reviews. The results show that routine inspections covering mechanical aspects, electrical systems, and safety devices have been carried out in accordance with occupational health and safety (OHS) standards. The main findings include wear in several mechanical components, risks of human error during operation, and weaknesses in inspection documentation. Corrective actions taken by the company successfully minimized potential hazards; however, further improvement is required in technician competency through training and enhancement of record-keeping systems. In

conclusion, consistent inspection practices are proven to be effective in reducing the risk of workplace accidents while ensuring the reliability of overhead crane operations.

Keywords: *Inspection, overhead crane, occupational safety*

PENDAHULUAN

Overhead crane, atau crane overhead adalah alat berat yang sering digunakan dalam industri untuk mengangkat dan memindahkan beban berat. Keberadaan alat ini sangat penting dalam berbagai sektor, seperti konstruksi, manufaktur, dan pergudangan. Namun, penggunaan *crane overhead* juga tidak lepas dari berbagai permasalahan yang dapat mempengaruhi keselamatan dan efisiensi operasional. Salah satu permasalahan utama yang muncul adalah terkait dengan keselamatan operasional. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia dan kegagalan alat adalah penyebab utama kecelakaan yang terjadi pada *crane*. Operator yang mengendalikan *crane* sering kali terpapar pada situasi berisiko tinggi, di mana kesalahan manusia seperti komunikasi yang tidak jelas atau kurangnya pelatihan dapat menyebabkan kecelakaan. Penelitian oleh Mohammadi *et al.* (2021) menekankan pentingnya protokol keselamatan yang kuat untuk mengurangi risiko-risiko ini, serta menyarankan perlunya analisis risiko yang komprehensif untuk meningkatkan keselamatan dalam operasi *crane*. Selain itu, peninjauan terhadap sistematis persyaratan keselamatan *crane* sangat penting untuk menjaga keselamatan dalam operasi *crane*.

Secara Global, Hampir 3 juta pekerja meninggal setiap tahun akibat kecelakaan kerja dan penyakit terkait pekerjaan. Sekitar 330.000 kematian disebabkan oleh kecelakaan kerja. Sekitar 2.6 juta kematian disebabkan oleh penyakit terkait pekerjaan. Selain itu, diperkirakan terdapat sekitar 395 juta kasus cedera non-fatal akibat kecelakaan kerja setiap tahunnya (ILO., 2023). Dari penelitian terdahulu di dapatkan tingkat kecelakaan kerja mencapai 2,3 juta kematian per tahun, dengan industri berat seperti pulp dan kertas menjadi salah satu sektor dengan risiko tinggi. Di Indonesia, laporan dari Kementerian Ketenagakerjaan menunjukkan bahwa sektor industri pengolahan, termasuk pulp dan kertas, menyumbang sekitar 19% dari total kecelakaan kerja (Xu & Xu, 2021). Dalam konteks industri pulp dan kertas di Indonesia, berbagai regulasi dan standar K3 telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja (Hedaputri *et al.*, 2021). Standar ini bertujuan untuk melindungi pekerja dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja, serta memastikan bahwa seluruh aktivitas industri berjalan dalam keamanan yang optimal (Cahyandari & Lestari, 2024). Lebih lanjut, dampak kecelakaan kerja tidak hanya berdampak pada korban secara langsung, tetapi juga memiliki konsekuensi finansial yang signifikan bagi perusahaan akibat hilangnya produktivitas dan biaya perawatan (Hedaputri *et al.*, 2021).

Selain itu, kecelakaan kerja dapat mempengaruhi moral dan ketidakpuasan kerja di kalangan karyawan serta dapat berakibat buruk terhadap reputasi perusahaan di pasar (Syaputra *et al.*, 2024). Dalam konteks provinsi Riau, data mencatat bahwa kecelakaan kerja mencapai 563 kasus dengan lebih dari 60% terjadi di sektor industri, dan khususnya, industri pulp dan kertas tercatat mengalami kecelakaan yang berulang (Yang *et al.*, 2022). Di kota Pekanbaru, upaya pencegahan sangat diperlukan, mengingat kecelakaan kerja di sektor ini, termasuk penggunaan alat berat yang tidak terjaga dengan baik, menyumbang sekitar 62% dari total insiden kecelakaan (Ivaşcu *et al.*, 2021), menggaris bawahi pentingnya melakukan inspeksi dan pemeliharaan terhadap *overhead crane* untuk mengurangi risiko yang ada (Yuliani & Subroto, 2023).

Pelaksanaan inspeksi *overhead crane* 10 Ton di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill memiliki relevansi yang sangat penting dalam konteks Keselamatan dan

Kesehatan Kerja (K3) di industri, terutama pada sektor yang memiliki risiko kecelakaan tinggi. Penerapan K3 yang efektif dapat membantu mencegah kejadian yang tidak diinginkan yang mungkin terjadi akibat penggunaan peralatan berat seperti *overhead crane*, yang dalam operasionalnya memiliki potensi bahaya signifikan (Candra *et al.*, 2023). Oleh karena itu, fokus terhadap pencegahan dan peningkatan kesadaran mengenai K3 di PT Indah Kiat Pulp & Paper sangatlah penting, agar dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman dan produktif bagi seluruh pekerja (Sofyan & Maulana, 2022). *Overhead crane*, sebagai alat berat, memiliki risiko tinggi dalam hal kecelakaan kerja karena sifat operasionalnya yang melibatkan beban berat, rentan terhadap kegagalan mekanis, serta potensi kesalahan manusia dalam pengoperasiannya. *Overhead crane* 10 Ton yang digunakan di area PPM 5, inspeksi sangat penting guna mencegah potensi kecelakaan yang dapat dikategorikan tinggi, berhubung dengan berat dan ukuran beban yang diangkat yang berdampak langsung pada keselamatan pekerja di lokasi (Kurniawan *et al.*, 2024). Inspeksi *overhead crane* berfungsi sebagai langkah preventif yang wajib dilakukan untuk menjaga keselamatan kerja. Melalui inspeksi rutin, risiko kerusakan dan kecelakaan dapat diminimalisir, dengan frekuensi inspeksi yang direkomendasikan berkisar antara bulanan hingga triwulan, tergantung pada intensitas penggunaan dan standar keselamatan yang berlaku di industri. Selain itu, prosedur inspeksi yang baik harus mencakup pemeriksaan komponen mekanis, sistem pengoperasian, dan sistem pengaman, seperti rem dan sensor beban, sehingga setiap potensi bahaya dapat diidentifikasi dan ditindaklanjuti sebelum menjadi masalah serius yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja (Ikhsan, 2022).

PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill merupakan salah satu pemain utama dalam industri pulp dan kertas di Indonesia, dengan aktivitas produksi yang melibatkan mesin-mesin besar dan alat berat, termasuk *overhead crane* untuk pengangkutan material. Risiko kecelakaan kerja di perusahaan ini cukup signifikan, akibat dari penggunaan alat berat dan proses produksi yang kompleks. Untuk mendukung keselamatan kerja, perusahaan telah menerapkan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang mencakup pelatihan bagi pekerja, serta pemeliharaan dan inspeksi alat secara berkala. Program K3 ini krusial untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan membantu dalam pelaksanaan inspeksi *overhead crane*, memastikan bahwa semua alat beroperasi dalam kondisi yang aman (Syachputra *et al.*, 2023)

Dalam pelaksanaan inspeksi *overhead crane* di PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill, terdapat beberapa potensi risiko kecelakaan kerja yang berkaitan dengan proses tersebut. Beberapa di antaranya mencakup kelalaian dalam prosedur inspeksi, penggunaan alat yang tidak sesuai, atau kurangnya pelatihan bagi teknisi inspeksi. Selain itu, terdapat juga kelemahan dalam dokumentasi dan pemantauan hasil inspeksi yang dapat mengurangi efektivitas program keselamatan. Catatan menunjukkan bahwa ada beberapa kecelakaan kerja yang pernah terjadi terkait dengan *overhead crane*, yang mengindikasikan bahwa inspeksi yang tidak memadai berkontribusi terhadap insiden tersebut dan meningkatkan urgensi untuk memperbaiki sistem pengawasan dan pelaksanaan inspeksi (Kurniawan *et al.*, 2024).

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan yaitu Kualitatif Deskriptif (wawancara dan observasi) yang berupa narasi digunakan untuk menggambarkan dan menjabarkan uraian penjelasan mengenai pelaksanaan inspeksi *Overhead Crane* 10 to di area PPM 5 PT. Indah Kiat Pulp & Paper. Waktu Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2025. Tempat penelitian ini akan dilaksanakan di area PPM 5 PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill. Populasi dalam penelitian Merujuk pada keseluruhan individu atau objek yang menjadi

fokus dalam suatu penelitian. Pentingnya pemahaman tentang populasi dalam penelitian tidak dapat dipandang sebelah mata, karena populasi yang tepat akan mempengaruhi validitas dan reliabilitas hasil penelitian. Dalam konteks penelitian, populasi dapat didefinisikan sebagai kelompok yang memiliki karakteristik tertentu yang relevan dengan masalah yang diteliti. Dalam penelitian ini populasinya adalah seluruh karyawan yang ada di area PPM 5 PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill. Penggunaan sampel juga terlihat dalam kajian yang dilakukan oleh Mohammadi et al. yang menilai risiko dan keandalan overhead crane dalam lingkungan operasional industri. Penelitian ini menekankan pentingnya memiliki sampel yang representatif untuk menganalisis kemungkinan kesalahan manusia dan kegagalan peralatan, yang dapat diakibatkan oleh berbagai faktor (Mohammadi et al., 2021). Kriteria ini memastikan bahwa sampel yang diambil dapat secara akurat mewakili populasi yang diteliti dimana populasi pada penelitian ini yaitu karyawan yang terdaftar di area PPM 5 PT. Indah Kiat Pulp Paper Tbk. Perawang Mill, kemudian peneliti memutuskan untuk mengambil sampel 5 sampel (1 informan Kunci, 2 informan utama, 2 informan pendukung) di area PPM 5. Teknik pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *Purposive Sampling*. *Purposive Sampling* adalah teknik pengambilan sampel di mana peneliti memilih partisipan berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian.

HASIL PENELITIAN

Area PPM 5 (Paper Mesin 5) merupakan unit kerja yang bertanggung jawab langsung dalam pengoperasian dan pengelolaan mesin kertas untuk menghasilkan produk kertas sesuai standar kualitas dan target. produksi. Pekerjaan utama di area ini meliputi pengaturan dan pemantauan parameter mesin seperti kecepatan, tekanan, dan suhu agar proses produksi berjalan lancar dan efisien. Operator di area ini juga harus mampu melakukan pemeriksaan rutin serta pemeliharaan dasar padamesin untuk mencegah kerusakan dan memastikan mesin selalu dalam kondisi optimal. Selain itu, area PPM 5 juga bertugas menjaga kualitas produk dengan melakukan pengujian secara berkala selama proses produksi, sehingga produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi teknis yang telah ditetapkan.

Keselamatan kerja menjadi prioritas utama, sehingga setiap aktivitas di area ini harus mematuhi prosedur keselamatan dan penggunaan alat pelindung diri. Dokumentasi dan pelaporan data produksi secara akurat juga menjadi bagian penting agar proses produksi dapat dipantau dan dianalisis dengan baik. Operator yang bekerja di area ini biasanya memiliki latar belakang pendidikan teknik dan pengalaman dalam pengoperasian mesin produksi, serta memiliki kemampuan troubleshooting dan kerjasama tim yang baik. Dengan pengelolaan yang tepat, Area PPM 5 berperan krusial dalam menjaga kelancaran proses produksi kertas yang berkualitas tinggi dan efisien.

Hasil Wawancara

Berdasarkan wawancara dari 2 orang informan utama, Informan Pendukung 2 dan Informan Kunci 1. Hal ini dikutip dari hasil wawancara sebagai berikut:

Apa prosedur yang Anda lakukan sebelum mengoperasikan overhead crane 10 Ton ?

Informan 1 (Utama):

“... Nah jadi Sebelum mengoperasikan crane, saya selalu melakukan pengecekan rutin terlebih dahulu, seperti memeriksa kabel sling, rem, dan limit switch. Saya pastikan semua sistem berjalan normal dan area kerja aman dari hambatan. Setelah itu, baru saya mulai pengoperasian.” **Informan 2 (Utama):**

“...kalau itu pengecekan pertama biasanya pengecekan sling dan di coba untuk naik

turunnya, selain itu juga kami juga mengecek alat tanpa beban”
“...yaa benar... Saya juga pastikan tidak ada orang atau benda yang menghalangi jalur lintasan crane.”
“...ada, iya pernah ikut pelatihan operator overhead crane dan saya ada ni SIO nya”

Informan 3 (Pendukung):

“...iyaa yang saya lakukan langsung biasanya itu pengecekan alat sebelum di operasikan.”

Informan 4 (Pendukung):

“...apani, ooohh jadi setiap kali akan menggunakan crane, saya biasanya pastikan untuk mengecek kondisi peralatan terlebih dahulu. Saya lihat apakah ada kerusakan atau keausan pada bagian penting seperti pengait, rem, dan kabel. Baru setelah semuanya aman, saya mulai bekerja...”

Informan 5 (Kunci):

“... Nahh pertama mereka harus ada SIO..sudah pasti yaa...sudah kita lihat tadi”.
“..Nah yang kedua mereka harus sehat “
“mereka harus lapor setiap ceklis hariannya dan melakukan pengecekan alat sebelum beroperasi, eee jika ada kendala di alat mereka harus cepat melakukan perbaikan juga pelaporan”

Bagaimana Anda memastikan bahwa overhead crane dalam kondisi baik dan siap di gunakan?

Informan 1 (Utama):

“...Harus, karena ini kan berhubungan dengan safety. “
“...Biasanya sebelum saya mulai kerja, saya selalu lakukan pemeriksaan dulu. Saya cek semua bagian penting, seperti rem, kabel sling, tombol kontrol, dan suara mesin waktu dinyalakan. Kalau ada yang nggak biasa, langsung saya laporkan ke bagian maintenance. Intinya, saya nggak mau ambil risiko, soalnya nyawa taruhannya.”

Informan 2 (Utama):

“...iyaa , saya selalu mulai dengan pengecekan. Tapi saya juga suka ajak ngobrol teman operator lain, nanya-nanya apakah mereka ada kendala waktu pakai crane sebelumnya. Kadang kan ada hal-hal kecil yang nggak tercatat tapi penting. Lebih baik tahu dari awal daripada bermasalah di tengah-tengah kerja.”
“...setiap hari...”

Informan 3 (Utama):

“...Saya bukan operator, tapi saya sering ada di area kerja yang dekat dengan crane. Jadi, saya juga harus waspada. Biasanya saya perhatiin apakah crane-nya jalan mulus atau nggak, ada suara aneh atau nggak. Kalau ada yang mencurigakan, saya langsung kasih tahu operator atau ahli k3. Soalnya kan bukan cuma yang ngoperasikan aja yang bisa kena dampaknya”
“...Pernah saya pernah ikuti pelatihannya”

Informan 4 (Utama):

“...saya dikasih tahu apa yang harus dilakukan kalau ada kondisi tidak aman. Jadi ya, saling jaga aja sih antar tim, supaya semua aman ...”

Informan 5 (Kunci):

“...Dari sisi K3, kami pastikan crane sudah melalui inspeksi berkala, baik harian oleh

operator maupun inspeksi rutin dari tim teknisi. Kami punya checklist dan dokumen kontrolnya. Selain itu, kami juga edukasi semua tim untuk peka terhadap tanda-tanda bahaya, dan mendorong mereka untuk segera melapor kalau ada keluhan. Soalnya satu kelalaian kecil bisa berdampak besar. Jadi, kerja sama antar bagian itu kunci utamanya.”

Apa metode inspeksi yang digunakan untuk memeriksa overhead crane 10 Ton?

Informan 1 (utama):

“...untuk metodenya kami punya checklist harian, tinggal dicentang satu per satu. Jadi ya, bisa dibilang inspeksinya lebih ke visual dan fungsional. Nggak terlalu teknis, tapi penting banget buat keselamatan.”

Informan 2 (Utama):

“..emm kami pakai form inspeksi harian dari tim maintenance, isinya lengkap: mulai dari kondisi kabel, tombol kontrol, sampai sistem pengereman. Kita tes juga semua fungsi tombol, pastikan jalan semua.” “..kadang saya juga cek lampu indikatornya, siapa tahu ada yang nyala merah, kan itu bahaya.”

Informan 3 (Utama):

“...saya sih nggak langsung ngecek crane, tapi sering lihat operator inspeksi sebelum kerja dimulai.”

“sebagai karyawan di area ppm ini kami memang nggak boleh sembarangan pakai crane.”

“..iya,...tapi kalau kami dengar suara aneh atau gerakan crane terasa nggak wajar, pasti langsung kasih tahu operator. Kami juga sering diingatkan sama bagian safety buat waspada kalau kerja di sekitar crane. Jadi, walaupun nggak inspeksi langsung, kami ikut jaga-jaga juga.”

Informan 4 (Utama):

“....saya biasanya terlibat waktu ada inspeksi bulanan atau perbaikan ringan. Kami bantu teknisi buat cek baut-baut, bersihin rel, dan lihat apakah ada bagian yang aus atau perlu diganti. ...”

“..dan saya mengikuti metode yang di terapkan dari awal saya kerja.”

Informan 5 (Kunci):

“...nah jadi inspeksi overhead crane dilakukan dengan tiga metode utama harian, bulanan, dan tahunan. Inspeksi harian dilakukan oleh operator, biasanya pemeriksaan visual dan fungsional dasar. Untuk bulanan, dilakukan oleh teknisi atau bagian maintenance, dengan pemeriksaan lebih teknis seperti pengecekan kelistrikan, struktur, dan pengencangan baut. Nah, yang tahunan itu lebih kompleks. Ada pengujian beban (load test), kadang juga Non-Destructive Test (NDT) untuk bagian struktur utama.”

“..saya yang akan melihat langsung dan memantau pekerjaan mereka”

Bagaimana Anda menentukan interval inspeksi yang tepat untuk overhead crane?

Informan 1 (Utama):

“...Kalau dari pengalaman saya selama jadi operator, interval inspeksi itu biasanya udah ditentukan dari awal sama perusahaan, bang.”

“...Tapi sebagai operator, saya tetap rutin periksa crane setiap hari sebelum dipakai. Kita nggak nunggu rusak dulu baru diperiksa.”

“...tentunya yaa.. menggunakan APD wajib lengkap”

Informan 2 (Utama):

“jadi gini, bang., di tempat saya kerja, crane dipakai hampir tiap hari, apalagi pas produksi lagi padat.”

“...nah, dari situ biasanya kita tentuin juga frekuensi inspeksinya.”

“...jadi, makin sering dipakai, makin sering dicek. Tapi tetap ya, ada jadwal resminya dari bagian teknik dan K3.”

“saya pribadi, inspeksi harian itu wajib, meskipun cuma cek visual dan fungsi dasar. tapi untuk inspeksi bulanan atau tahunan, itu ditangani teknisi dan tim safety.”

Informan 3 (utama):

“...saya bukan yang langsung nentuin kapan crane dicek, tapi saya bisa bilang kalau pas kondisi kerja lagi padat, biasanya inspeksi juga lebih diperketat”

“...pernah ada kejadian kecil, salah satu komponen agak longgar, untung ketahuan cepat karena ada inspeksi rutin.”

“...sejak itu, tim jadi lebih disiplin soal jadwal. jadi saya rasa, interval inspeksi itu dilihat juga dari kondisi lapangan kalau alat sering dipakai, ya jangan nunggu rusak baru dicek.”

Informan 4 (Utama):

“...biasanya sih interval inspeksi itu berdasarkan SOP dan pengalaman lapangan.”

“jadi, kami hanya bantu tim teknisi kalau ada inspeksi bulanan, dan biasanya udah ada jadwal tetap. ...”

Informan 5 (Kunci):

“..untuk penentuan interval inspeksi overhead crane kami dasarkan pada beberapa faktor utama, frekuensi penggunaan, beban kerja, dan rekomendasi dari produsen alat..”

“selain itu, kami juga merujuk pada standar K3 yang berlaku, seperti Permenaker dan SNI terkait alat angkat. ...”

Apa yang Anda cari saat melakukan inspeksi pada overhead crane? Informan 1 (utama):

“...Kalau saya pribadi, yang paling pertama saya perhatikan itu bagian pengaman dan bagian-bagian yang sering bergerak, bang.” “...iyaa..misalnya hook, sling, limit switch, sama rem-nya. soalnya itu komponen utama yang langsung berhubungan sama beban.”

“...saya juga selalu periksa suara mesin pas crane digerakkan kadang dari suara aja udah bisa tahu kalau ada yang nggak normal.”

“pokoknya selama inspeksi, saya cari hal-hal kecil yang bisa jadi masalah besar kalau nggak ditangani.”

Informan 2(utama):

“...pas inspeksi, saya biasanya mulai dari kontrol dulu, bang. tombol-tombolnya jalan atau nggak, terus lampu indikatornya nyala dengan benar.” “nah....setelah itu baru cek bagian fisik seperti kabel sling, kondisi rantai, sama struktur rangka atasnya.”

“saya juga sering lihat apakah ada karat atau baut yang longgar meskipun sepele, itu bisa bahaya kalau dibiarkan. Jadi intinya, saya cari tanda-tanda yang bisa nunjukin kalau alat udah mulai aus atau butuh perbaikan”

Informan 3 (pendukung):

“...seperti yang saya sampaikan tadi,ya..walaupun saya bukan yang inspeksi langsung, tapi saya tahu beberapa hal yang jadi fokus perhatian.” “jadi,biasanya operator dan teknisi cek bagian pengait, kabel, sama jalur rel tempat crane jalan. saya juga kadang perhatiin, misalnya kalau crane geraknya nggak mulus atau ada suara aneh, pasti langsung saya laporkan. Buat saya, yang penting itu semua fungsi crane berjalan normal dan nggak ada yang terlihat mencurigakan.”

Informan 4 (Pendukung):

“...saya kebagian juga untuk bantu inspeksi, biasanya saya ikut cek bagian-bagian mekanis kayak roda, rel, dan struktur utama.”
“...selain itu, saya pastikan juga alat-alat pengaman seperti emergency stop dan limit switch berfungsi dengan baik.”
“jadi, yang kami cari itu bukan cuma kerusakan yang kelihatan jelas, tapi juga potensi masalah sebelum jadi serius....”

Informan 5 (Kunci):

“dicatat ni yaa... yang kami cari saat inspeksi overhead crane itu adalah segala potensi bahaya. mulai dari aspek mekanis, elektrik, sampai struktur. kami periksa kondisi hook, sling, kontrol panel, sistem pengereman, dan juga rel. Tak lupa, kami pastikan seluruh perangkat pengaman berfungsi, seperti limit switch, emergency stop, dan indikator beban. Selain itu, kami juga cari tanda-tanda aus, karat, atau perubahan bentuk struktur yang bisa mengindikasikan kelelahan material.”
“intinya, kami cari semua hal yang bisa membahayakan keselamatan kerja, sekecil apa pun itu”

Bagaimana Anda melaporkan hasil inspeksi dan merekomendasikan tindakan perbaikan

Informan 1 (Utama):

“...biasanya setelah saya selesai inspeksi, saya langsung isi form checklist yang sudah disediakan”
“saya tandai di form itu, terus saya laporkan secara lisan juga ke atasan langsung atau ke bagian maintenance”

Informan 2 (Utama):

“...kalau nemu masalah pas inspeksi, saya biasanya langsung ngomong ke atasan atau teknisi. tapi tetap, laporan tertulis juga harus diisi.”
“...kami punya formulir khusus, isinya detail, mulai dari kondisi alat, jenis temuan, sampai saran tindakan”

Informan 3 (Pendukung):

“...saya sendiri nggak bikin laporan resmi, karena bukan tugas saya langsung inspeksi. tapi kalau saya lihat ada yang nggak beres, kayak crane goyang pas angkat barang, atau terdengar suara aneh, saya langsung lapor ke operator.” “emmm....kadang lewat chat, kadang langsung ngomong. mereka yang teruskan ke teknisi atau ke atasan.”

Informan 4 (Pendukung):

“hmm..kalau saya biasanya bantu inspeksi atau ikut temuan, biasanya saya catat dulu poin-poin yang terlihat. terus, saya bantu teknisi isi laporan lengkapnya.

“ kami pakai sistem pelaporan internal, kadang digital, kadang masih manual tergantung tempatnya ”

Informan 5 (Kunci):

“...jadi, laporan hasil inspeksi kami buat dalam format tertulis, bisa berupa form fisik atau digital, tergantung sistem di masing-masing site. setiap temuan kami dokumentasikan lengkap dari jenis kerusakan, lokasi, potensi bahayanya, hingga siapa yang bertanggung jawab. setelah itu, kami buat rekomendasi tindakan perbaikan, baik jangka pendek maupun jangka panjang.” “nahhh..untuk temuan kritis, kami bisa keluarkan surat larangan operasional sementara sampai perbaikan selesai. Semua laporan itu kami simpan sebagai bukti dan bahan audit, juga jadi acuan evaluasi ke depannya.”

Apa potensi bahaya yang terkait dengan penggunaan overhead crane 10 Ton di area PPM 5?

Informan 1 (Utama):

“kalau bicara soal bahaya, bang, yang paling utama ya beban jatuh.”
“apalagi kalau pengaitnya nggak sempurna atau sling udah mulai aus. di area PPM 5 ini, crane sering dipakai angkat material berat dan panjang, kadang bentuknya juga nggak rata, jadi risikonya tinggi.”
“selain itu, area ini juga cukup padat banyak orang dan alat kerja lain. Jadi harus ekstra hati-hati, jangan sampai beban ayun dan kena orang.” “iyaa...makanya saya selalu pastikan pengaman aktif dan posisi orang di bawah crane harus steril”

Informan 2 (Utama):

“jadi..PPM 5 itu tempatnya rame, dan ceiling-nya nggak terlalu tinggi, jadi manuver crane juga agak terbatas.”
“kalau kita nggak fokus, bisa aja hook nyangkut ke struktur atas atau kabel nyenggol sesuatu. bahaya lain juga bisa dari kesalahan komunikasi, misalnya operator nggak dikasih aba-aba yang jelas dari tim bawah, bisa-bisa beban dipindahkan saat ada orang lewat.”
“nah..itu bisa sangat fatal.”

Informan 3 (Pendukung):

“...saya kerja di dekat crane itu hampir tiap hari, jadi cukup paham risikonya.” “...yang paling bikin was-was itu pas crane lagi angkat barang berat dan lewat di atas kepala, kadang orang lagi fokus kerja, nggak sadar ada crane lewat. kalau beban jatuh atau hook lepas, itu bisa langsung celaka.”
“...selain itu, debu atau oli di lantai juga bisa bikin licin, padahal posisi kita dekat banget sama area lintasan crane.”

Informan 4 (Pendukung):

“...dari sisi saya yang sering bantu teknisi, potensi bahayanya juga bisa datang dari bagian mekanis crane. nah misalnya roda yang aus bisa bikin crane macet tiba-tiba saat jalan, atau kabel listrik yang mulai rusak bisa korslet.” “di area PPM 5, kelembaban juga kadang jadi masalah, bisa bikin komponen logam cepat korosi. kalau nggak dicek rutin, itu bisa berbahaya juga.” “iyaa. intinya, semua bagian harus terus dipantau”

Informan 5 (Kunci):

“potensi bahaya penggunaan overhead crane 10 Ton di area PPM 5 cukup kompleks.”

“pertama, tentu saja risiko beban jatuh, baik karena pengikatan tidak sempurna, sling rusak, atau sistem pengangkat gagal. kedua, bahaya tumbukan dengan struktur atau peralatan lain di area kerja, apalagi jika ruang gerak terbatas. ketiga, potensi kejadian listrik, seperti korsleting pada sistem kontrol crane.”

“lalu ada juga risiko ergonomi dan kelelahan operator karena pengoperasian terus-menerus tanpa jeda dan jangan lupa, kalau tidak ada sistem pengawasan atau komunikasi yang baik, maka human error bisa sangat berpengaruh.”

“jadi kami sangat tekankan pentingnya SOP, pelatihan rutin, dan inspeksi ketat di area seperti ini”

Bagaimana Anda mengidentifikasi dan mengendalikan risiko kecelakaan kerja terkait overhead crane?

Informan 1 (Utama):

“kalau dari sisi saya sebagai operator, cara paling awal untuk identifikasi risiko itu ya dari kebiasaan inspeksi harian.”

Informan 2 (Utama):

“jadi.. saya biasanya identifikasi risiko dari dua hal, bang, kondisi alat dan kondisi lingkungan.”

“kalau alatnya udah mulai bermasalah misalnya tombol kontrol telat respon atau suara motor berubah itu udah jadi sinyal,saya langsung lapor dan minta teknisi cek.”

“terus dari lingkungan kerja, kami sering koordinasi sama tim di bawah biar mereka tahu kapan crane jalan. untuk ngendaliannya, saya selalu pastikan SOP dijalankan. mulai dari pengecekan alat, pakai APD, sampai komunikasi pakai HT atau isyarat tangan biar semua selaras.”

Informan 3 (Pendukung):

“..saya sih bukan operator, tapi saya tetap belajar cara mengenali risiko dari crane. biasanya saya perhatiin suara crane, cara jalannya, sama arah geraknya.”

“nahh kalau ada yang aneh, saya langsung bilang ke operator. saya juga selalu jaga jarak aman dari area lintasan crane. buat ngurangin risiko, kami ada aturan nggak boleh berdiri di bawah beban, terus wajib pakai helm, dan nggak boleh kerja sendiri kalau lagi dekat area crane.”

Informan 4 (Pendukung):

“saya bantu bagian teknis, jadi identifikasi risikonya lebih ke kondisi alat. kalau ada keretakan kecil, itu langsung jadi catatan kami. kami juga lihat riwayat pemakaian kalau crane sering dipakai angkat beban berat, itu tandanya komponen harus dicek lebih sering.”

“pengendaliannya ya lewat perawatan rutin, penggantian suku cadang yang aus, dan pastikan semua fungsi pengaman aktif sebelum crane dipakai.”

Informan 5 (Kunci):

“cara dentifikasi risiko kecelakaan kerja kami lakukan inspeksi berkala, observasi langsung di lapangan, dan juga laporan dari operator maupun karyawan.”

“kami juga rutin lakukan Job Safety Analysis (JSA), terutama untuk pekerjaan yang melibatkan pengangkatan beban berat. setelah risiko teridentifikasi, langkah pengendaliannya disesuaikan dengan tingkat bahayanya. bisa berupa tindakan teknis seperti perbaikan alat, administratif seperti penyusunan SOP tambahan, hingga pengendalian langsung seperti pembatasan akses area kerja.”

“selain itu, kami juga edukasi pekerja secara rutin agar mereka bisa mengenali dan

menghindari potensi risiko sejak awal”

Apa kebijakan perusahaan terkait inspeksi dan pemeliharaan overhead crane?

Informan 1 (Utama):

“..kebijakan dari perusahaan jelas banget, bang. sebelum crane dipakai, operator wajib lakukan inspeksi harian. itu udah jadi SOP yang nggak bisa ditawar. kami dikasih form checklist dan harus diisi setiap hari. kalau ada kerusakan sekecil apa pun, langsung dilaporkan dan crane nggak boleh dioperasikan sampai ada tindakan dari teknisi. jadi, perusahaan memang cukup ketat dalam hal ini”

Informan 2 (Utama):

“ setahu saya, perusahaan punya aturan berkala juga, bukan cuma inspeksi harian. ada jadwal inspeksi mingguan sama bulanan yang dilakukan oleh teknisi atau tim maintenance. operator nggak boleh melakukan perbaikan sendiri, jadi kalau nemu masalah, cukup lapor aja.”

Informan 3 (Pendukung):

” saya juga pernah lihat, kalau ada tanda 'dilarang digunakan', ya udah pasti nggak bisa disentuh.”
“..itu bagian dari kebijakan perusahaan juga, supaya semua pekerja taat aturan. di briefing harian juga kadang diingatkan soal pentingnya patuh sama jadwal inspeksi dan pemeliharaan alat”

Informan 4 (Pendukung):

“dari tim kami di maintenance, ada jadwal inspeksi yang udah ditetapkan perusahaan.”
“kami wajib dokumentasikan hasil inspeksi dan pemeliharaan.”
“nahh...jadi nggak bisa asal cek aja, semua harus tercatat. kalau ada perbaikan, juga harus ada laporan tertulisnya. Ini penting buat evaluasi dan audit. Intinya, perusahaan punya sistem yang cukup rapi buat urusan perawatan crane”

Informan 5 (Kunci):

“okee jadi kebijakan perusahaan terkait inspeksi dan pemeliharaan overhead crane cukup komprehensif. kami mengacu pada regulasi nasional seperti Permenaker dan juga standar internasional.”
“maka dari itu,inspeksi dilakukan berjenjang, harian oleh operator, bulanan oleh teknisi, dan tahunan melibatkan pihak ketiga untuk uji beban dan pengecekan struktur menyeluruh,semua kegiatan inspeksi dan pemeliharaan harus didokumentasikan dan dilaporkan ke sistem K3”

Bagaimana Anda memastikan bahwa semua pekerja yang terkait dengan overhead crane telah terlatih dan memahami prosedur keselamatan? Informan 1 (Utama):

“hmmm,kalau dari saya sebagai operator, biasanya yang baru-baru langsung diarahkan ikut pelatihan dulu sebelum boleh pegang crane.

Informan 2 (Utama):

“....saya waktu pertama kali masuk, langsung dikasih pelatihan khusus dulu sama tim K3.”
“iyaa benar...ada teori, ada prakteknya juga. habis itu, harus lulus uji dulu baru boleh ngoperasikan crane. di area kerja, kami juga rutin dikasih refreshment training, kadang tiga bulan sekali, kadang pas ada temuan dari audit internal.”

Informan 3 (Pendukung):

"Saya sih nggak ngoperasikan crane, tapi tetap ikut pelatihan keselamatan kerja karena saya kerja di area yang sama."

Informan 4 (Pendukung):

"kami sebagai tim maintenance juga ikut pelatihan, terutama buat yang sering bersentuhan langsung dengan alat berat. kami dikasih SOP khusus buat perawatan crane, dan ada sertifikat pelatihan juga."

Informan 5 (Kunci):

"..dari sisi saya sebagai ahli K3, perusahaan punya kebijakan bahwa semua pekerja yang terlibat dengan crane baik operator, teknisi, maupun pekerja di area sekitarnya harus mengikuti pelatihan resmi."

"nah...untuk operator, wajib punya sertifikasi sesuai regulasi. kami juga melakukan refreshment training secara berkala dan mengadakan simulasi darurat"

"....selain itu, kami pantau melalui evaluasi rutin dan inspeksi mendadak di lapangan untuk memastikan semua orang menerapkan yang sudah diajarkan." "jadi tidak hanya dilatih, tapi juga terus dipantau dan dikembangkan"

PEMBAHASAN

Pelaksanaan inspeksi Overhead Crane 10 Ton di area PPM 5 dilakukan sebagai bagian dari program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.Perawang Mill. Inspeksi ini bertujuan untuk menjamin kondisi crane tetap layak dan aman digunakan, mengingat alat ini berperan penting dalam proses pengangkatan dan pemindahan beban berat di area produksi.

Tabel 2 Matriks Triangulasi

Aspek	Wawancara	Telaah Dokumen	Observasi	Kesimpulan
Perencanaan & Identifikasi Risiko	Tanya supervisor/HSE tentang jadwal inspeksi dan area kritis	Telaah register, rencana tahunan	risk JSA, inspeksi crane & area PPM 5	Rencana inspeksi sudah mencakup potensi risiko utama, perlu evaluasi konsistensi.
Persiapan Inspeksi	Wawancara teknisi soal alat ukur, SOP, permit kerja	Periksa sertifikat kalibrasi alat, izin kerja	SOP, kalibrasi alat, meeting, LOTO, APD pekerja	Persiapan umumnya sesuai prosedur, perbaikan kecil masih diperlukan.

Pemeriksaan Mekanis	Tanya teknisi soal kondisi hook, rope, brake, limit switch	Telaah inspeksi mekanis, histori perawatan	checklist mekanis, histori perawatan	Amati kondisi fisik crane (wire rope, hook, gearbox)	Komponen mayor dalam kondisi cukup baik, perlu penggantian parts aus.
Pemeriksaan Kelistrikan	Wawancara teknisi soal panel kontrol, e-stop, grounding	Telaah diagram, checklist kelistrikan	wiring checklist kelistrikan	Amati panel, alarm, lampu indikator	Sistem kelistrikan berfungsi, perlu pengecekan lebih rutin pada proteksi.
Uji Fungsi Operasional	Tanya operator crane soal kendala operasi	Telaah log operasi, pengoperasian	log SOP	Amati uji beban & beban kerja	Fungsi operasi sesuai SOP, hanya ada kendala minor pada respon kontrol.
Pengujian Beban (Load Test)	Wawancara inspector soal prosedur load test	Telaah sertifikat pengujian terakhir	sertifikat beban	Amati pelaksanaan load test (defleksi, alarm)	Crane aman digunakan bila hasil load test sesuai standar.
Kompetensi Operator & Teknisi	Tanya operator & teknisi tentang pelatihan	Telaah sertifikat kompetensi pelatihan	sertifikat & matriks pelatihan	Amati penerapan signalling & komunikasi kerja	Kompetensi cukup, perlu refreshment training berkala.
Dokumentasi & Kepatuhan	Wawancara admin/HSE soal dokumentasi & laporan inspeksi	Telaah manual form inspeksi	SOP, crane, inspeksi	Amati ketersediaan dokumen & labelisasi crane	Dokumentasi tersedia, beberapa dokumen perlu update.
Tindak Lanjut & Evaluasi	Wawancara planner tentang follow-up perbaikan	Telaah work order & laporan lanjut	work order tindak lanjut	Amati pelaksanaan perbaikan & re-verifikasi lapangan	Tindak lanjut sudah ada, butuh sistem monitoring agar perbaikan lebih cepat.

Berdasarkan hasil wawancara, observasi, dan telaah dokumen, pelaksanaan inspeksi Overhead Crane 10 Ton di area PPM 5 PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill telah berjalan cukup baik dan menjadi bagian penting dalam penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Hal ini terlihat dari adanya prosedur pemeriksaan sebelum pengoperasian, penggunaan checklist harian, inspeksi berkala, serta keterlibatan operator, teknisi, maintenance, dan ahli K3 dalam memastikan crane berada dalam kondisi aman sebelum digunakan.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa operator telah memahami prosedur dasar sebelum mengoperasikan crane, seperti memeriksa sling, hook, rem, limit switch, tombol kontrol, serta memastikan area lintasan bebas dari orang maupun hambatan. Pemeriksaan tanpa beban juga dilakukan untuk memastikan fungsi naik-turun dan pergerakan crane berjalan normal. Temuan ini menunjukkan bahwa budaya inspeksi awal sebelum bekerja sudah diterapkan, meskipun masih perlu diperkuat melalui kedisiplinan pengisian checklist dan pelaporan temuan secara konsisten.

Dari sisi metode inspeksi, pemeriksaan dilakukan secara visual dan fungsional melalui inspeksi harian oleh operator, inspeksi bulanan oleh teknisi atau maintenance, serta inspeksi tahunan yang melibatkan pengujian beban dan pemeriksaan lebih menyeluruh. Komponen yang menjadi perhatian utama meliputi hook, sling, wire rope, rem, limit switch, emergency stop, panel kontrol, rel, roda, serta struktur crane. Hal ini menunjukkan bahwa inspeksi tidak hanya berfokus pada kerusakan yang tampak, tetapi juga pada potensi bahaya seperti keausan, karat, baut longgar, gangguan kelistrikan, dan perubahan bentuk struktur.

Potensi bahaya penggunaan Overhead Crane 10 Ton di area PPM 5 cukup tinggi, terutama karena crane digunakan untuk mengangkat material berat pada area kerja yang padat dan memiliki ruang gerak terbatas. Risiko utama yang teridentifikasi meliputi beban jatuh, sling atau hook rusak, beban berayun, tumbukan dengan struktur atau alat lain, gangguan kelistrikan, rantai licin, korosi, serta human error akibat komunikasi yang kurang jelas. Oleh karena itu, pengendalian risiko perlu dilakukan melalui penerapan SOP, penggunaan APD, pembatasan area kerja, komunikasi yang efektif, inspeksi berkala, serta pelaksanaan Job Safety Analysis (JSA).

Aspek pelaporan hasil inspeksi juga telah berjalan melalui penggunaan form checklist, laporan tertulis, laporan lisan kepada atasan atau teknisi, serta sistem dokumentasi internal. Untuk temuan yang bersifat kritis, crane dapat dihentikan sementara sampai dilakukan perbaikan. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan telah memiliki mekanisme pengendalian administratif yang cukup baik. Namun, berdasarkan matriks triangulasi, masih terdapat beberapa hal yang perlu ditingkatkan, seperti pembaruan dokumen inspeksi, percepatan tindak lanjut perbaikan, serta monitoring yang lebih sistematis terhadap temuan-temuan kecil agar tidak berkembang menjadi risiko besar.

Kompetensi operator dan teknisi juga menjadi faktor penting dalam keselamatan penggunaan overhead crane. Hasil wawancara menunjukkan bahwa operator wajib memiliki SIO, mengikuti pelatihan, serta mendapatkan refreshment training secara berkala. Pekerja lain yang berada di sekitar area crane juga telah diberikan edukasi keselamatan agar mampu mengenali potensi bahaya dan menjaga jarak aman. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan tidak hanya menekankan kemampuan teknis operator, tetapi juga membangun kesadaran keselamatan bagi seluruh pekerja di area kerja.

Secara keseluruhan, inspeksi Overhead Crane 10 Ton di area PPM 5 telah dilaksanakan melalui prosedur yang cukup terstruktur, mulai dari pemeriksaan harian, inspeksi berkala, pelaporan temuan, hingga tindak lanjut perbaikan. Namun, pelaksanaan di lapangan masih memerlukan penguatan pada aspek konsistensi dokumentasi, evaluasi berkala, kedisiplinan pelaporan, serta percepatan perbaikan terhadap komponen yang mulai aus. Dengan pengawasan yang lebih ketat dan pelatihan berkelanjutan, risiko kecelakaan kerja akibat

penggunaan overhead crane dapat diminimalkan, sehingga keselamatan pekerja dan kelancaran proses produksi dapat tetap terjaga.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pelaksanaan inspeksi Overhead Crane 10 Ton di area PPM 5 PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Perawang Mill secara umum telah berjalan cukup baik sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja. Dari faktor internal, operator dan teknisi telah memiliki kompetensi, sertifikasi, serta memahami prosedur pemeriksaan mekanis, elektrik, uji fungsi, dan load test. Dokumentasi inspeksi juga telah tersedia, meskipun masih perlu pembaruan agar lebih sesuai dengan standar terbaru. Kondisi crane secara umum masih laik pakai, namun beberapa komponen seperti wire rope, hook, dan sistem pengereman perlu mendapat perhatian karena mulai menunjukkan tanda keausan. Dari faktor eksternal, pelaksanaan inspeksi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja area PPM 5, seperti suhu panas, paparan debu, keterbatasan ruang gerak, kepatuhan terhadap regulasi, dukungan manajemen, serta pengawasan dari pihak eksternal. Dengan demikian, sistem inspeksi sudah cukup terstruktur, tetapi masih perlu penguatan pada aspek tindak lanjut perbaikan, pembaruan dokumen, dan konsistensi pengawasan.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, perusahaan disarankan untuk memperkuat sistem manajemen inspeksi, terutama dalam memastikan tindak lanjut temuan dilakukan tepat waktu, menyediakan anggaran khusus untuk pemeliharaan dan penggantian komponen yang aus, serta mulai menerapkan digitalisasi dokumen inspeksi dan perawatan agar monitoring lebih akurat. Operator crane diharapkan selalu mematuhi SOP, menggunakan APD lengkap, melakukan pemeriksaan sebelum pengoperasian, serta segera melaporkan setiap indikasi kerusakan atau kondisi tidak normal. Karyawan yang bekerja di sekitar area crane juga perlu meningkatkan kewaspadaan, menjaga jarak aman, mengikuti arahan rigger dan signalman, serta disiplin menggunakan APD. Ahli K3 perlu lebih aktif melakukan supervisi, audit internal, sosialisasi bahaya, dan memberikan rekomendasi teknis kepada manajemen maupun pekerja. Untuk peneliti selanjutnya, disarankan agar kajian diperluas dengan pendekatan kuantitatif, menghubungkan hasil inspeksi dengan data kerusakan dan kecelakaan kerja, serta menilai peluang penerapan teknologi seperti predictive maintenance, sensor IoT, atau CMMS dalam meningkatkan efektivitas inspeksi overhead crane.

DAFTAR PUSTAKA

- Afonso, R. and Alves, L. (2023). Double-sided self-pierce riveting: electro-mechanical analysis of dissimilar al-cu half-lap butt joints. *Journal Of Metals*, 13(8), 1472.
- Anthony, M. (2020). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (k3) pada pengoperasian *overhead crane* menggunakan metode swift (structured what if technique) di PT. abc. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 4(1), 30.
- Autiosalo, J., Laurinaho, R. A., Mattila, J., Valtonen, M., Peltoranta, V., & Tammi, K. (2021). Towards Integrated Digital Twins for Industrial Products: Case Study on an Overhead Crane. *Applied Sciences*. 11(2), 683.
- Buczowski & Żyliński. (2021). Finite Element Fatigue Analysis of Unsupported *Crane*. *Polish maritime research*. 1(28), 127-135.
- Cahyandari, S. & Lestari, F. (2024). Implementasi standar keselamatan dan kesehatan kerja perkantoran di gedung pemerintahan. *Action Research Literate*, 8(6).
- Cái, T., Mô, H., Điều, K., Dữ, B., Nguyen, H., Thông, C., & Điện, T. (2023). An improved approach for model predictive control in 3-d *overhead crane* systems. *Journal of Science and Technology - Hanoi*, 59(2A).

- Candra, D., Lie, G., & Putra, M. (2023). Analisis penerapan jaminan keselamatan dan kesehatan (k3) terhadap kecelakaan kerja pada PT yatai hadi indonesia. *Journal of Education Religion Humanities and Multidisciplinary*, 1(2), 233-238.
- Diansyah, R. (2024). Penerapan manajemen risiko dengan metode failure mode and effect analysis (fmea) pada proyek pembangunan saluran drainase jalan h.m. ardan kutai timur. *Action Research Literate*, 8(10), 2816-2826.
- Erlenbach, S., Mondal, K., Ma, J., Neumann, T., Ma, S., Holbery, J., & Dickey, M. (2023). Flexible-to-stretchable mechanical and electrical interconnects. *Acs Applied Materials & Interfaces*. 15(4), 6005-6012.
- Esleman, E. A., Onal, G., & Kalyoncu, M. (2021). OPTimal PID and fuzzy logic based position controller design of an overhead crane using the Bees Algorithm. *SN Applied Sciences*. 3:811.
- Fidrovskaya, N., Slepuzhnikov, E., Larin, O., Varchenko, I., Lipovyi, V., Afanasenko, K., & Harbuz, S. (2020). Increase Of Operating Reliability Of The Travel Wheel Using The Use Of The Elastic Inserts. *Eureka Physics and Engineering*. 5(10), 2461-4262.
- Hedaputri, D., Indradi, R., & Illahika, A. (2021). Kajian literatur: hubungan tingkat pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja (k3) dengan kejadian kecelakaan kerja. *Comphi Journal Community Medicine and Public Health of Indonesia Journal*, 1(3), 185-193.
- Heriawan, A. and Fitri, M. (2023). Design of a 10 Ton *overhead crane* with 21 meters span using finite element method. *International Journal of Innovation in Mechanical Engineering and Advanced Materials*. 4(3), 74.
- Hou, C., Liu, C., Li, Z., Xin, Z., & Zhang, H. (2024). Tower *crane* systems modeling and adaPTive robust sliding mode control design under unknown frictions and wind disturbances. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. 47(4), 795-809.
- Huang, J., Wei-min, X., Zhao, W., & Yuan, H. (2020). An improved method for swing measurement based on monocular vision to the payload of *overhead crane* . *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. 44(1), 50-59.
- Ikhsan, M. (2022). Identifikasi bahaya, risiko kecelakaan kerja dan usulan perbaikan menggunakan metode job safety analysis (jsa). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*. 1(I), 42-52.
- Ivaşcu, L., Sarfraz, M., Mohsin, M., Naseem, S., & Öztürk, İ. (2021). The causes of occupational accidents and injuries in romanian firms: an application of the johansen cointegration and granger causality test. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(14), 7634.
- Kim, J., Kiss, B., Kim, D., & Lee, D. (2021). Tracking Control of Overhead Crane Using Output Feedback With AdaPTive Unscented Kalman Filter and Condition-Based Selective Scaling. *Tracking Control of Overhead Crane Using Output Feedback*. 9(10).
- Kurniawan, W., Anindita, G., & Dhani, M. (2024). Analisis kecelakaan pekerjaan lifting dengan *overhead crane* menggunakan metode ecfa, fishbone, dan pareto analysis. *Journal Of Safety, Health, and Environment Engineering*. 1(1), 1-6.
- Kopin, D. and Bergh, R. (2023). The rationale for reforming utility business models. *The Energy Journal*. 44(3), 65-88.
- Kosucki, A., Stawinski, L., Malenta, P., Zaczynski, J., & Skowronska, J. (2020). Energy consumption and energy efficiency improvement of *overhead crane* 's mechanisms. *Eksploracja i niezawodność - maintenance and reliability*. 22(2), 323-330.
- Li, A. (2024). Human error risk prioritization in crane operations based on cPT and icwgt. *Plos One*, 19(2).

- Li, C., Xia, Y., & Wang, W. (2021). H_∞ output-feedback anti-swing control for a nonlinear overhead crane system with disturbances based on t-s fuzzy model. *Ieee Access*, 9, 135571-135584.
- Li, M., Wang, Z., Fan, H., Zhang, Y., & Gao, P. (2023). Establishment of web-based digital twin system for truss gantry crane . *Ieee Access*, 11, 146282-146296.
- Listiyon, F., Kurniawan, A., & Lazuardi, M. (2024). Analisis Kinerja Manajemen Cv Inyong Bing Menggunakan Metode Scor Dan Ahp. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(3), 4200-4208.
- Ma, C., Zhou, J., & Yang, D. (2020). Causation analysis of hazardous material road transportation accidents based on the ordered logit regression model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1259.
- Mamonov, K., Nalivayko, T., Nalivayko, T., Pomortseva, O., & Kobzan, S. (2024). Modern approaches to studying the accuracy of determination of deformation values in geodesic monitoring of crane equipment. *Ukrainian Metrological Journal*, (1), 59-64.
- Maharti, R. & Fahrullah, A. (2021). Penerapan etika bisnis syariah dan dampaknya terhadap loyalitas pelanggan pada yayasan aqiqoh nurul hayat surabaya. *Jurnal Ekonomika Dan Bisnis Islam*, 4(1), 207-218. <https://doi.org/10.26740/jekobi.v4n1.p207-218>
- Mohammadi, H., Fazli, Z., Kaleh, H., Azimi, H., Hanifi, S., & Shafiee, N. (2021). Risk analysis and reliability assessment of overhead crane s using fault tree analysis integrated with markov chain and fuzzy bayesian networks. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-17.
- Mojallizadeh, M., Brogliato, B., & Prieur, C. (2023). Modeling and control of overhead crane s: a tutorial overview and perspectives. *Annual Reviews in Control*, 56, 100877.
- Nguyen, L., Pham, M. V., Do, D. M., Tran, H. V., Hoang, Duy., Pham, H. V., Le, H. X., & Hoang, D. Q. (2022). An Efficient AdaPTive Fuzzy Hierarchical Sliding Mode Control Strategy for 6 Degrees of Freedom Overhead Crane. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*.
- Patria, S. (2023). Analisis Strategi Inspeksi Berdasarkan Risiko (Rbi) Pada Atmospheric Storage Tank PT. Xyz. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi Migaszoom*, 5(2), 73-82.
- Pham, H., Hoang, Q., Pham, M., Manh, D., Phi, N., Hoang, D., & Nguyen, L. (2022). An efficient adaPTive fuzzy hierarchical sliding mode control strategy for 6 degrees of freedom overhead crane . *Electronics*, 11(5), 713.
- Riboli, M., Dall'Olio, F., Manconi, E., Ahsaei, A., & Silvestri, M. (2024). Investigation of the robustness of a novel input preshaping vibration control technique. *Journal of Physics Conference Series*, 2909(1), 012006.
- Sari, E., Junarsih, J., & Guchi, R. (2022). Penerapan alat pelindung diri sebagai upaya keselamatan dan kesehatan kerja di pabrik tahu dan tempe. *Literasi Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi*, 2(2), 1681-1684.
- Shao, J., Yang, Y., Ou, Y., Wang, J., Willatzen, M., & Wang, Z. (2021). Designing rules and oPTimization of triboelectric nanogenerator arrays. *Advanced Energy Materials*, 11(16). <https://doi.org/10.1002/aenm.202100065>
- Slabber, (2020). Slabber, "NONLINEAR CONTROL STRATEGIES AND PLANNING FOR UNDERACTUATED OVERHEAD CRANES," *Engineering Heritage Journal* (2020) doi:10.26480/gwk.02.2019.12.14.
- Sofyan, H. & Maulana, M. (2022). Analisis bahaya dan risiko k3 dengan metode hirarc pada area dieshop di PT xyz plant 2. *Sistemik Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, 10(1), 21-26.

- Sun, H., Lei, M., & Wu, X. (2023). Output feedback control of *overhead crane s* based on disturbance compensation. *Electronics*, 12(21), 4474. <https://doi.org/10.3390/electronics12214474>
- Supriandi, S. and Muthmainah, H. (2023). Penerapan teknologi mesin pembelajaran dalam sistem manufaktur: kajian bibliometrik. *Jurnal Multidisiplin West Science*. 2(09), 833-846.
- Suyitno, S. (2021). Metode penelitian kualitatif konsep, prinsip dan operasionalnya.. <https://doi.org/10.31219/osf.io/auqfr>
- Syaputra, W., G, N., Ardian, S., & Nugroho, A. (2024). Integrasi metode fmea dan fta dalam analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja di bengkel bubut. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 3(I), 47-56.
- Syachputra, A., Rizqi, A., & Hidayat, H. (2023). Implementasi metode hira dalam meminimalisir risiko kecelakaan kerja pada cv.xyz. *Jurnal Surya Teknika*, 10(2), 805-810.
- Svirgun, V. *et al.* (2021). STRESS-DEFORMED STATE RESEARCH OF THE MAIN GIRDER IN THE SINGLE-GIRDER CRANE AND SELECTION OF A RATIONAL SECTION. *Ukrainian Journal of Applied Economics*. Trinh, V., Thụ, N., Tuan, H., & Hiu, P. (2020). Failure probability analysis of *overhead crane* bridge girders within uncertain design parameters. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (Jstce) – Huce*. 14(3), 125-135.
- Xing, X. & Liu, J. (2021). Vibration and position control of *overhead crane* with three-dimensional variable length cable subject to input amplitude and rate
- Xu, Q. & Xu, K. (2021). Analysis of the characteristics of fatal accidents in the construction industry in china based on statistical data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 2162.
- Yang, D., Zheng, Y., Peng, K., Pan, L., Zheng, J., Xie, B., & Wang, B. (2022). Characteristics and statistical analysis of large and above hazardous chemical accidents in china from 2000 to 2020. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15603.
- Yuliani, N. and Subroto, A. (2023). Comprehensive analysis of occupational accidents contributing factors in the electrical industry. *International Journal of Research in Business and Social Science* (2147-4478), 12(4), 560-571.
- Yusdita, E. E., Astuti, E., Panjawiati, T., Anggarini, A. G., & Dilaines, L. E. (2022). Peluang Dan Tantangan Dalam Penelitian Pengembangan Buku Ajar Komputer Akuntansi. *Jurnal Riset dan Pendidikan*. 1(1).
- Zhang, T. (2023). Robust control method design for underactuated double-pendulum *overhead crane s*. *Innovation in Science and Technology*, 2(3), 7-25.
- Zhang, Z., Huang, P., Gu, H., & Hu, X. (2024). Eso-based and ftdo-based anti-swing control for *overhead crane s* with external disturbance. *Measurement and Control*. 58(1), 50-59.