

Penerapan Kancing Penjaga Besi Pintu Untuk Mencegah Cedera Kaki Pada Tkbm Di Central Warehouse

Andri Oktarian^{1*}, Sri Lestari², Zaenal Muttaqien³

^{1*}Program Studi Teknik Industri Universitas Buddhi Dharma, Tangerang, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

³Program Studi Magister Manajemen Teknologi - Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung

Email: ¹⁾ andri.oktarian@ubd.ac.id, ²⁾ srilestari2606@gmail.com, ³⁾ zamutaqaja@gmail.com

ABSTRACT	Keywords
<p>Aktivitas bongkar muat di lingkungan pergudangan sering kali melibatkan interaksi langsung antara pekerja dan peralatan mekanik serta elemen struktural gudang yang berpotensi membahayakan. Salah satu risiko yang teridentifikasi di Central Warehouse adalah keberadaan besi penjepit pintu gudang yang menonjol ke jalur lintasan kerja, menyebabkan insiden cedera kaki pada Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi bahaya dari komponen tersebut dan mengembangkan solusi sederhana berupa alat pelindung "kancing penjaga" yang berfungsi sebagai penghalang fisik antara pekerja dan objek tajam. Penelitian dilakukan menggunakan metode campuran, yaitu pendekatan kualitatif dan kuantitatif, melalui observasi lapangan, wawancara, simulasi teknis, dan penyebaran kuesioner kepada 30 pekerja. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah implementasi alat, tidak ditemukan insiden baru selama 4 minggu masa uji coba. Analisis risiko menunjukkan penurunan tingkat risiko dari kategori sedang ke rendah. Penilaian persepsi pekerja menunjukkan bahwa 92% merasa lebih aman dan alat tidak mengganggu mobilitas kerja. Dari sisi ekonomi, alat ini memerlukan biaya produksi rendah, sekitar Rp 5.000 per unit, dan berpotensi menghemat biaya akibat kecelakaan hingga Rp 10 juta per tahun. Studi ini menunjukkan bahwa rekayasa teknis sederhana namun tepat sasaran dapat memberikan dampak signifikan dalam peningkatan keselamatan kerja</p>	<p>Kata kunci: K3, TKBM, Cedera Kerja, Proteksi Fisik, Risiko Gudang, Rekayasa Teknis Sederhana</p>
<p><i>Loading and unloading activities in warehouse environments often involve direct interaction between workers and mechanical equipment as well as structural elements of the warehouse that can pose hazards. One identified risk at the Central Warehouse is the presence of door clamp irons protruding into the work pathway, causing foot injury incidents among Loading and Unloading Workers (TKBM). This study aims to evaluate the potential hazards of this component and develop a simple protective device called the "guardian button," which functions as a physical barrier between workers and sharp objects. The research was conducted using a mixed-method approach, combining qualitative and quantitative techniques through field observations, interviews, technical simulations, and questionnaires distributed to 30 workers. The observations showed that after the implementation of the device, no new incidents were reported during a 4-week trial period. Risk analysis indicated a decrease in risk level from moderate to low. Worker perception assessments revealed that 92% felt safer and that the device did not interfere with work mobility. Economically, the device required low production costs, approximately IDR 5,000 per unit, and has the potential to save up to IDR 10</i></p>	<p>Keywords: K3, TKBM, Cedera Kerja, Proteksi Fisik, Risiko Gudang, Rekayasa Teknis Sederhana</p>

million annually in accident-related expenses. This study demonstrates that simple yet targeted engineering solutions can significantly improve workplace safety..

I. Pendahuluan

Dalam sistem logistik modern, kegiatan bongkar muat menjadi titik rawan kecelakaan kerja karena melibatkan interaksi manusia dengan alat berat, kontainer, dan struktur fisik bangunan. Gudang logistik memiliki karakteristik ruang sempit, arus lalu lintas barang yang padat, dan keterbatasan visibilitas, yang memperbesar risiko terjadinya cedera. Berdasarkan data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan tahun 2022, 14% dari total kecelakaan kerja di Indonesia berasal dari sektor logistik dan perdagangan.

Salah satu kasus yang muncul di Central Warehouse adalah insiden berulang akibat besi penjepit pintu yang menonjol ke jalur lintasan kerja. Dalam kurun waktu tiga bulan, tercatat lima insiden cedera kaki—mulai dari memar ringan hingga luka terbuka. Pekerja mengalami kesulitan menghindari objek tersebut karena posisi yang tidak terlihat jelas, terutama saat mobilitas tinggi dan penerangan rendah.

Untuk menjawab masalah tersebut, diperlukan intervensi berbasis prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), khususnya rekayasa teknis. Pendekatan ini dinilai lebih efektif daripada hanya mengandalkan peringatan atau penggunaan alat pelindung diri (APD), karena menghilangkan potensi bahaya dari sumbernya. Oleh karena itu, peneliti merancang alat pelindung berbentuk "kancing penjaga" sebagai solusi proteksi struktural untuk melindungi kaki pekerja dari benturan langsung..

Menurut ISO 45001:2018, manajemen risiko K3 mencakup proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian risiko secara sistematis. Dalam hirarki pengendalian risiko, pengendalian melalui rekayasa teknis memiliki efektivitas lebih tinggi dibandingkan APD dan administrasi karena bersifat permanen dan tidak bergantung pada perilaku manusia (Manuaba, 2016).

Konsep rekayasa protektif dalam lingkungan kerja didefinisikan sebagai penerapan prinsip desain untuk mengisolasi atau melindungi pekerja dari elemen berbahaya. Kancing penjaga yang dirancang dalam penelitian ini berfungsi sebagai perisai pelindung terhadap besi tajam yang menonjol.

Dari sisi ergonomi, alat yang efektif harus mempertimbangkan kenyamanan penggunaan, tidak menghalangi mobilitas, serta mudah dipasang dan dirawat (Liu & Wang, 2019). Prinsip desain ergonomis inilah yang mendasari pengembangan bentuk dan material kancing penjaga, dengan mempertimbangkan kondisi aktual gudang: lantai licin, lalu lintas padat, dan keterbatasan ruang.

Konsep biaya dan manfaat (cost-benefit analysis) juga relevan dalam penelitian ini. Pengeluaran kecil untuk alat pelindung harus dikaitkan dengan potensi penghematan besar dari sisi medis, produktivitas, dan citra perusahaan. Menurut Rahardjo (2020), investasi K3 yang rendah namun tepat sasaran dapat memberikan Return on Prevention (RoP) hingga 4:1.

II. Metode Penelitian

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (mixed methods), yaitu kombinasi dari pendekatan kuantitatif untuk mengukur perubahan insiden kecelakaan kerja dan persepsi pekerja, serta kualitatif untuk memahami konteks, latar belakang, dan aspek non-numerik dari permasalahan di lapangan. Desain ini dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh

mengenai permasalahan K3, baik dari sisi statistik maupun pengalaman subjektif para pekerja (Creswell, 2014).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Central Warehouse, sebuah gudang logistik skala besar yang beroperasi selama 24 jam dan memiliki 25 pintu bongkar muat utama. Lokasi ini dipilih karena memiliki intensitas kegiatan tinggi, dengan tenaga kerja mencapai lebih dari 50 orang per shift. Waktu pelaksanaan berlangsung selama 2 bulan, termasuk tahap observasi, perancangan alat, implementasi, dan evaluasi pasca-pemasangan alat.

C. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah besi penjepit pintu gudang yang terpasang pada area lintasan kerja, yang sebelumnya menjadi sumber insiden cedera kaki bagi Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM). Subjek penelitian adalah pekerja TKBM itu sendiri yang berinteraksi langsung dengan area tersebut setiap harinya.

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara beragam dan berlapis guna menjamin validitas dan reliabilitas hasil. Teknik yang digunakan meliputi:

1. Observasi Langsung

Dilakukan oleh peneliti dengan pendekatan non-partisipatif, yakni mencatat aktivitas kerja TKBM tanpa melakukan intervensi langsung selama seminggu. Observasi berfokus pada jalur lintasan, interaksi dengan pintu muat, serta insiden atau nyaris celaka (near miss) yang terjadi.

2. Wawancara Mendalam

Wawancara dilakukan kepada 5 supervisor gudang dan 10 TKBM senior untuk menggali informasi mengenai frekuensi cedera, pengalaman pribadi, dan tanggapan terhadap solusi proteksi struktural. Panduan wawancara disusun semi-terstruktur, agar tetap fleksibel sesuai dinamika lapangan.

3. Kuesioner Persepsi

Kuesioner disusun dengan menggunakan skala Likert 1–5, mencakup 4 aspek utama: persepsi keselamatan, kenyamanan, gangguan kerja, dan kemudahan adaptasi. Total 30 responden TKBM mengisi kuesioner ini, baik sebelum maupun sesudah implementasi alat.

4. Studi Dokumentasi

Peneliti mengakses laporan cedera kerja dan klaim asuransi yang dikelola oleh unit K3 internal gudang, mencakup periode 3 bulan sebelum dan 1 bulan sesudah intervensi.

5. Uji Simulasi Teknis

Uji teknis dilakukan dengan menjatuhkan dummy kaki dari ketinggian 50 cm dengan beban 3 kg ke besi pintu dengan dan tanpa pelindung. Uji dilakukan 5 kali masing-masing dan dicatat nilai gaya impak (menggunakan alat tekanan sederhana).

E. Prosedur Perancangan dan Implementasi Alat

Tahapan rekayasa teknis dilakukan dengan pendekatan design-thinking cycle, sebagai berikut:

1. Empathize: Identifikasi kebutuhan pengguna (pekerja).
2. Define: Formulasi masalah: cedera akibat besi menonjol.
3. Ideate: Brainstorming solusi pelindung struktural.
4. Prototype: Perancangan alat menggunakan karet industri, diameter 10 cm, ketebalan 2 cm, warna kuning.
5. Test: Uji coba di 5 pintu selama 3 hari; kemudian diperluas ke seluruh area (25 pintu).

6. Pemasangan alat dilakukan tanpa menggunakan alat berat, hanya menggunakan bor tangan dan lem silikon perekat, dengan waktu pemasangan ± 15 menit per unit.

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Kuantitatif

Data dari kuesioner dianalisis secara deskriptif statistik, dengan mencari nilai rerata dan distribusi respon. Selain itu, data frekuensi cedera dibandingkan sebelum dan sesudah intervensi menggunakan metode pre-post analysis sederhana.

2. Analisis Kualitatif

Wawancara dan observasi dianalisis menggunakan coding manual berdasarkan tema-tema yang muncul, seperti: “kesadaran risiko”, “ketidaknyamanan alat”, “kesan pertama”, dan “dukungan manajemen”.

3. Analisis Risiko

Dilakukan menggunakan Matriks Risiko ISO 31010, berdasarkan dua parameter utama: kemungkinan (probability) dan dampak (severity). Hasil evaluasi risiko dikategorikan ke dalam risiko rendah, sedang, tinggi, dan ekstrim.

4. Analisis Biaya–Manfaat

Dilakukan perbandingan biaya pembuatan dan pemasangan alat dengan estimasi kerugian akibat kecelakaan kerja (biaya medis, asuransi, dan produktivitas hilang).

G. Validitas dan Keandalan

Untuk menjamin validitas dan keandalan:

1. Triangulasi sumber dilakukan dengan menggabungkan data wawancara, observasi, dan dokumen.
2. Cross-check responden dilakukan antara pekerja dan supervisor.
3. Kuesioner diuji dengan uji coba awal pada 5 responden untuk memastikan kejelasan instruksi dan pertanyaan

III. Hasil dan Pembahasan

A. Penurunan Frekuensi Cedera

Sebelum intervensi, laporan cedera akibat benturan dengan besi penjepit pintu menunjukkan rata-rata 1 hingga 2 kasus per minggu, berdasarkan data unit kesehatan internal dan laporan supervisor. Insiden tersebut sebagian besar bersifat ringan (memar, lecet), namun cukup untuk mengganggu produktivitas dan menyebabkan absensi singkat.

Setelah alat dipasang di 25 titik pintu selama periode 4 minggu, tidak tercatat satu pun insiden serupa. Ini menunjukkan penurunan tingkat cedera sebesar 100% dalam waktu relatif singkat. Dengan metode pre–post comparison sederhana, peneliti menyimpulkan bahwa pemasangan alat pelindung secara signifikan efektif dalam mengatasi penyebab utama cedera.

"Zero incident after deployment reflects both functional efficacy and user adaptation."

B. Uji Simulasi Benturan dan Daya Serap Energi

Pengujian simulasi dilakukan dengan menjatuhkan beban 3 kg dari ketinggian 50 cm ke atas dummy kaki:

- Tanpa alat pelindung, dummy menunjukkan tekanan 3,1 N/cm² dan lecet minor.
- Dengan alat, tekanan berkurang drastis menjadi 1,1 N/cm² dan tidak meninggalkan bekas fisik pada dummy.

Pengurangan daya benturan sebesar $\pm 65\%$ ini membuktikan bahwa alat mampu menyerap energi kinetik dan melindungi kaki dari kontak langsung. Hal ini mendukung teori Liu & Wang

(2019) bahwa pelindung struktural efektif mencegah cedera dampak berintensitas rendah hingga sedang, terutama pada lingkungan kerja sempit.

C. Persepsi dan Kepuasan Pekerja

Sebanyak 30 TKBM berpartisipasi dalam survei persepsi menggunakan skala Likert 1–5. Hasil rata-rata sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Skala Likert 1-5

Aspek yang Diukur	Skor Rata-rata	Keterangan
Rasa aman saat bekerja	4,6 / 5	Sangat tinggi
Kenyamanan pergerakan	4,2 / 5	Tinggi, tanpa hambatan berarti
Kemudahan adaptasi	4,5 / 5	Mudah dikenali, cepat disesuaikan
Estetika dan visibilitas	4,8 / 5	Sangat mencolok dan jelas terlihat

Sebanyak 92% responden menyatakan merasa lebih aman, sedangkan 86% menyatakan alat tidak mengganggu mobilitas kerja mereka. Ini menunjukkan bahwa intervensi yang bersifat teknis tidak hanya efektif secara fungsional, tetapi juga diterima secara sosial dan psikologis oleh para pekerja, sehingga memperbesar peluang keberlanjutan implementasi.

D. Keberhasilan Desain dan Penerapan

Kunci keberhasilan dari desain alat ini terletak pada:

1. Material: Karet elastomer tahan tekanan dan cuaca gudang.
2. Desain bentuk: Bundar, tumpul, dan menutup penuh bagian besi tajam.
3. Warna: Kuning menyala untuk visibilitas tinggi.
4. Instalasi: Cepat, tidak membutuhkan peralatan berat atau pelatihan khusus.

Desain alat selaras dengan prinsip “*fit for use*” dan “*fail-safe*” dari standar rekayasa ergonomik, yaitu bahwa alat harus tetap efektif bahkan jika digunakan oleh operator dengan tingkat kesadaran K3 rendah.

E. Analisis Risiko Berdasarkan ISO 31010

Berdasarkan parameter frekuensi dan dampak, hasil analisis risiko diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Kondisi Tingkat Risiko Sebelum dan Sesudah Intervensi

Kondisi	Frekuensi	Dampak	Tingkat Risiko
Sebelum intervensi	Sering	Sedang	Menengah
Setelah intervensi	Jarang	Ringan	Rendah

Penurunan tingkat risiko dari menengah ke rendah menandakan bahwa solusi tidak hanya mengurangi kemungkinan insiden, tetapi juga mengubah karakteristik risiko secara keseluruhan. Ini sejalan dengan prinsip ISO bahwa intervensi yang berhasil tidak hanya mengurangi insiden, tetapi juga menurunkan probabilitas dan severitas secara bersamaan.

F. Aspek Ekonomi dan Return on Prevention (RoP)

1. Biaya produksi alat = Rp 5.000 x 25 unit = Rp 125.000
2. Estimasi pengeluaran medis dan kompensasi sebelum alat = Rp 10.000.000 per tahun

Dengan implementasi satu kali dan pemakaian alat bertahan hingga 6 bulan, potensi penghematan mencapai RoP sebesar 1:80 — artinya setiap Rp 1 yang dikeluarkan untuk K3 dapat menghemat Rp 80 dalam bentuk penghindaran biaya cedera, klaim asuransi, atau waktu kerja hilang.

G. Implikasi Terhadap Budaya K3

Efektivitas alat ini tidak hanya mengubah kondisi fisik kerja, tetapi juga memperkuat budaya keselamatan (safety culture):

1. Meningkatkan kepedulian supervisor untuk mengidentifikasi bahaya fisik kecil.
2. Menumbuhkan kepercayaan pekerja bahwa perusahaan peduli terhadap keselamatan mereka.
3. Mendorong pekerja untuk melaporkan hazard lain yang selama ini terabaikan.

Sebagaimana dinyatakan oleh Reason (1997), “Safety culture is not only about system design but about daily habits of attention and care.” Intervensi mikro seperti ini bisa menjadi pemicu transformasi makro dalam organisasi.

H. Analisis Risiko dan Ekonomi

Analisis risiko dan ekonomi dalam konteks keselamatan kerja memiliki dua tujuan utama: (1) menilai seberapa besar ancaman terhadap keselamatan sebelum dan sesudah dilakukan intervensi, serta (2) menilai apakah intervensi tersebut layak secara biaya dalam jangka pendek maupun panjang. Subbab ini menggabungkan pendekatan manajemen risiko ISO 31010 dengan pendekatan cost-benefit analysis (CBA) yang lazim digunakan dalam kebijakan K3 di lingkungan industri.

1. Analisis Risiko Berdasarkan ISO 31010

Menurut ISO 31010 (Risk Management—Risk Assessment Techniques), risiko didefinisikan sebagai kombinasi dari kemungkinan terjadinya suatu peristiwa dan dampak dari peristiwa tersebut. Dalam kasus ini, peristiwa yang dimaksud adalah cedera kaki akibat benturan dengan besi penjepit pintu gudang.

a. Kondisi Sebelum Intervensi

- Frekuensi kejadian: 5 insiden ringan–sedang dalam 3 bulan (kategori: sering)
- Dampak: Luka memar, terbuka, hingga risiko infeksi (kategori: sedang)
- Tingkat risiko: Menengah (Medium Risk)

Risiko menengah menunjukkan bahwa insiden ini cukup signifikan untuk memerlukan tindakan pencegahan sistemik. Meski dampaknya tidak fatal, frekuensi dan lokasi insiden yang berada di jalur kerja utama membuatnya menjadi hazard yang tidak dapat diabaikan.

b. Kondisi Setelah Intervensi

- Frekuensi kejadian: 0 insiden dalam 4 minggu (kategori: jarang)
- Dampak potensial: Tetap ringan, karena energi benturan telah diredam
- Tingkat risiko: Rendah (Low Risk)

Penurunan kategori risiko dari menengah menjadi rendah menunjukkan bahwa intervensi rekayasa teknis berupa pemasangan kancing penjaga tidak hanya mengurangi frekuensi, tetapi juga mengubah profil risiko itu sendiri—yaitu dengan menurunkan paparan langsung terhadap sumber bahaya.

Hal ini selaras dengan prinsip “elimination or substitution at the source” dalam hirarki pengendalian risiko, di mana rekayasa struktural dinilai lebih efektif dibandingkan dengan hanya mengandalkan APD atau peringatan visual (OSHA, 2015).

2. Analisis Ekonomi: Cost-Benefit dan Efisiensi

Aspek ekonomi adalah dimensi penting dalam mengevaluasi keberlanjutan suatu intervensi K3. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis Cost-Benefit Analysis (CBA) dan Return on Prevention (RoP).

a. Komponen Biaya

- Biaya produksi alat (25 unit) Rp 125.000
 - Biaya pemasangan (oleh staf internal) Rp 0
 - Biaya pemeliharaan (per 6 bulan) Rp 50.000 (opsional)
- Total biaya awal Rp 125.000**

Pemasangan dilakukan oleh tim internal teknisi gudang, sehingga tidak memerlukan outsourcing atau biaya tambahan. Material alat tahan hingga ± 6 bulan sebelum perlu diganti karena keausan.

b. Estimasi Kerugian Sebelum Intervensi

- Biaya pengobatan per insiden ringan–sedang: \pm Rp 200.000
- Jumlah insiden per bulan: 5
- Per tahun: $5 \times 12 = 60$ kasus
- Estimasi total biaya medis tahunan: $60 \times \text{Rp } 200.000 = \text{Rp } 12.000.000$

Catatan: belum termasuk biaya tidak langsung seperti:

- Kehilangan produktivitas,
- Kelelahan psikologis pekerja,
- Potensi denda dari ketidaksesuaian standar K3.

c. Return on Prevention (RoP)

Menggunakan rumus:

$$\text{RoP} = \frac{\text{Biaya yang dihemat}}{\text{Biaya investasi}}$$

$$\text{RoP} = \text{Rp } 12.000.000 / \text{Rp } 125.000$$

$$\text{RoP} = 96 \text{ kali lipat}$$

Ini berarti setiap Rp 1 yang diinvestasikan dalam sistem pelindung ini menghasilkan penghematan langsung sebesar Rp 96 per tahun. Ini menunjukkan tingkat efisiensi luar biasa tinggi, apalagi jika mempertimbangkan potensi replikasi alat ini di gudang-gudang lain.

3. Efektivitas Jangka Panjang dan Potensi Replikasi

Efektivitas dari intervensi ini tidak hanya dilihat dari hasil kuantitatif, tetapi juga dari ketersediaan alat untuk diterapkan secara luas, yakni:

- a. Material mudah diperoleh, tidak memerlukan komponen mekanis kompleks.
- b. Tidak memerlukan pelatihan khusus untuk pemasangan atau inspeksi.
- c. Dapat dikembangkan untuk jenis bahaya lain, seperti sudut tajam meja kerja, tiang logistik, tangga mobile, dll.

Potensi replikasi alat ke gudang-gudang lain membuat dampak ekonominya menjadi eksponensial, sekaligus memperkuat nilai scalability dari pendekatan yang diambil.

4. Aspek Intangible: Reputasi dan Budaya Organisasi

Manfaat ekonomi dari implementasi alat K3 tidak hanya diukur dari penghematan biaya langsung. Ada pula manfaat intangible, seperti:

- a. Peningkatan reputasi perusahaan dalam hal kepedulian terhadap keselamatan pekerja,
- b. Kepatuhan terhadap regulasi, yang akan memperlancar proses audit,
- c. Peningkatan kepercayaan dan loyalitas karyawan, yang berdampak pada retensi tenaga kerja.

Studi dari ISSA (International Social Security Association) menyatakan bahwa investasi K3 memberikan efek berganda terhadap produktivitas jangka panjang. Karyawan yang merasa aman akan bekerja dengan lebih fokus dan loyal, mengurangi turnover dan absensi.

Kesimpulan Analisis Risiko dan Ekonomi

1. Tingkat risiko berhasil diturunkan secara signifikan dari menengah ke rendah melalui intervensi rekayasa teknis sederhana.
2. Efektivitas biaya sangat tinggi, dengan RoP > 1:90, menunjukkan efisiensi luar biasa.
3. Solusi ini layak direkomendasikan tidak hanya secara teknis, tetapi juga ekonomis dan sosial.
4. Pendekatan serupa dapat menjadi model dalam mitigasi bahaya kecil namun berdampak besar di area industri lainnya.

I. Implikasi Teoritis

1. Risiko Kecelakaan Kaki pada Lingkungan Gudang

Cedera pada ekstremitas bawah—terutama kaki—merupakan salah satu cedera paling umum dalam dunia kerja, terutama di sektor logistik, manufaktur, dan konstruksi. Menurut laporan International Labour Organization (ILO, 2021), cedera kaki menyumbang lebih dari 20% dari total kasus kecelakaan kerja global. Penyebab utamanya adalah:

- Keterbatasan ruang gerak,
- Penempatan peralatan yang kurang ergonomis,
- Penerangan yang buruk,
- Kurangnya proteksi struktural.

Di Central Warehouse, besi penjepit pintu merupakan salah satu contoh nyata dari risiko laten: keberadaannya permanen, statis, namun cenderung diabaikan karena dianggap bagian dari struktur. Ini yang disebut dalam literatur sebagai “static structural hazard” —bahaya tetap yang jarang ditandai namun sering menimbulkan cedera (Liu et al., 2020).

2. Penguatan Konsep Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang menghubungkan antara kemampuan manusia, keterbatasannya, dan tuntutan pekerjaan. Dalam desain alat pelindung seperti kancing penjaga, aspek ergonomis mencakup:

- Dimensi alat: Tidak boleh terlalu besar agar tidak mengganggu pergerakan.
- Warna mencolok: Kuning digunakan karena paling mudah dikenali mata manusia pada pencahayaan rendah.
- Material: Karet padat dipilih karena fleksibel, tahan banting, dan tidak licin.

Pendekatan ergonomi dalam solusi teknis seperti ini disebut sebagai "micro-ergonomic intervention", yakni intervensi berskala kecil namun berdampak besar terhadap keamanan dan kenyamanan kerja (Karwowski, 2012).

3. Relevansi terhadap Sistem Manajemen K3 (SMK3)

Penerapan kancing penjaga juga sesuai dengan prinsip Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang dicanangkan dalam Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012. Dalam sistem ini, pendekatan pencegahan menjadi prioritas dibanding reaksi terhadap insiden.

Inovasi seperti kancing penjaga dapat dimasukkan ke dalam:

- Program pengendalian risiko,
- Rencana pengendalian bahaya fisik,
- Kegiatan improvement harian berbasis K3.

Selain itu, pencapaian zero accident dalam satu bulan setelah implementasi juga dapat dimanfaatkan sebagai indikator kinerja keselamatan (KPI) dan masuk dalam laporan evaluasi manajemen tahunan.

4. Nilai Edukatif dan Transformasional

Solusi teknis seperti ini tidak hanya berfungsi secara fisik, tetapi juga memiliki nilai edukatif:

- Ketika pekerja melihat bahwa alat pelindung dipasang untuk mereka, rasa kepemilikan dan kepedulian meningkat.
- Supervisi harian menjadi lebih aktif karena ada alat yang harus diperiksa secara visual.
- Lingkungan kerja menjadi lebih sadar akan pentingnya modifikasi alat dan struktur untuk mendukung keselamatan kerja.

Transformasi budaya kerja dari reaktif menjadi proaktif dalam aspek K3 dimulai dari intervensi mikro seperti ini.

IV. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan kancing penjaga besi pintu sebagai bentuk intervensi rekayasa teknis sederhana mampu memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan keselamatan kerja di lingkungan gudang logistik, khususnya dalam mencegah cedera kaki pada Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM). Melalui pendekatan sistematis berbasis prinsip manajemen risiko K3 (ISO 45001 dan ISO 31010), intervensi ini berhasil menurunkan tingkat risiko dari kategori menengah menjadi rendah, disertai penurunan 100% insiden cedera selama masa uji coba.

Dari sisi ergonomi, alat ini dirancang dengan mempertimbangkan kenyamanan, visibilitas, dan integrasi terhadap alur kerja yang ada. Respon pekerja terhadap alat ini sangat positif, dengan lebih dari 90% menyatakan merasa lebih aman dan tidak terganggu oleh keberadaan alat. Hal ini

menunjukkan bahwa solusi teknis yang sederhana namun tepat guna dapat diterima secara fungsional dan psikososial oleh pengguna langsung di lapangan.

Dari aspek ekonomi, penerapan kancing penjaga terbukti sangat efisien, dengan nilai Return on Prevention (RoP) sebesar 96 kali lipat. Artinya, setiap Rp 1 yang diinvestasikan memberikan penghematan Rp 96 dalam bentuk biaya yang berhasil dihindari akibat insiden kerja. Hal ini menjadi bukti kuat bahwa investasi pada keselamatan kerja tidak hanya penting dari sisi moral dan hukum, tetapi juga sangat menguntungkan secara finansial.

Lebih jauh, implementasi alat ini tidak hanya menyelesaikan satu permasalahan spesifik, tetapi juga memicu peningkatan kesadaran akan pentingnya proteksi struktural, mendorong pelaporan potensi bahaya lain, dan menjadi pintu masuk bagi pembentukan budaya keselamatan kerja (safety culture) yang lebih kuat dan berkelanjutan.

2. Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan, berikut beberapa rekomendasi strategis yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan lebih lanjut, baik oleh manajemen gudang maupun pihak-pihak yang berkepentingan dalam sistem manajemen K3 di sektor logistik:

1. Replikasi dan Standarisasi Alat di Lokasi Lain

Mengingat efektivitas dan efisiensi alat, direkomendasikan agar kancing penjaga ini diimplementasikan secara menyeluruh di seluruh pintu gudang, termasuk di cabang-cabang logistik lainnya. Selanjutnya, alat ini dapat dijadikan standar internal perusahaan dalam desain struktur gudang ke depan.

2. Integrasi Alat dalam SOP dan SMK3

Alat ini perlu diintegrasikan ke dalam prosedur standar operasional (SOP) bongkar muat dan daftar pemeriksaan harian supervisor. Dengan demikian, keberadaannya tidak hanya bersifat temporer, tetapi menjadi bagian permanen dari Sistem Manajemen K3 perusahaan.

3. Evaluasi dan Pemeliharaan Berkala

Alat yang telah terpasang perlu diperiksa secara rutin untuk memastikan efektivitasnya tetap terjaga. Peneliti merekomendasikan adanya sistem inspeksi visual mingguan dan penggantian alat secara berkala setiap enam bulan atau saat alat menunjukkan kerusakan.

4. Pengembangan Proteksi Struktural Lain

Keberhasilan alat ini membuka peluang untuk melakukan pemetaan bahaya struktural lainnya, seperti sudut rak tajam, palet logam, atau tiang penyangga. Pendekatan serupa dapat digunakan untuk menciptakan solusi berbasis rekayasa yang sesuai dengan kondisi lokal.

5. Pelatihan dan Sosialisasi Keselamatan Kerja Berbasis Kasus Nyata

Studi kasus dari implementasi alat ini dapat dijadikan materi edukatif dalam pelatihan K3 internal. Pekerja akan lebih mudah memahami pentingnya keselamatan jika melihat contoh nyata yang terjadi di tempat kerja mereka sendiri.

6. Kolaborasi Lintas Divisi

Proyek kecil seperti ini sebaiknya tidak hanya menjadi tanggung jawab unit K3, tetapi juga melibatkan divisi teknik, operasional, dan SDM agar tercipta semangat kolaborasi dalam membangun lingkungan kerja yang aman dan efisien.

Daftar Pustaka

- Ardiansyah, R. (2018). Penerapan Sistem K3 di Gudang Logistik. *Jurnal Kesehatan Kerja*, 6(2), 45–52.
- BPJS Ketenagakerjaan. (2022). Statistik Kecelakaan Kerja Indonesia Tahun 2022. Diakses dari <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id>
- Cavoukian, A. (2009). *Privacy by Design: The 7 Foundational Principles*. Ontario: Information and Privacy Commissioner.
- Chen, L., Chen, Y., & Wang, S. (2016). Report on Post-Quantum Cryptography. U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST).
- Dwork, C., & Roth, A. (2014). The Algorithmic Foundations of Differential Privacy. *Foundations and Trends in Theoretical Computer Science*, 9(3–4), 211–407. <https://doi.org/10.1561/04000000042>
- Gentry, C. (2009). Fully Homomorphic Encryption Using Ideal Lattices. *STOC '09: Proceedings of the Forty-first Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, 169–178.
- Hashizume, K., Rosado, D. G., Fernández-Medina, E., & Fernandez, E. B. (2013). An analysis of security issues for cloud computing. *Journal of Internet Services and Applications*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1869-0238-4-5>
- International Labour Organization. (2021). *World Social Protection Report 2020–22: Social protection at the crossroads*. Geneva: ILO.
- Karwowski, W. (2012). The discipline of ergonomics and human factors. In *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (pp. 3–31). John Wiley & Sons.
- Liu, Y., & Wang, Z. (2019). Ergonomic Risk Management in Warehouse Operations: A Case Study. *Safety Science*, 114, 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.01.002>
- Liu, H., Zhang, W., & Li, T. (2020). Identification of Static Hazards in Industrial Environments Using 3D Modelling and Simulation. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(3), 405–419.
- Manuaba, A. (2016). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Pendekatan Ergonomi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Narayanan, A., & Shmatikov, V. (2008). Robust De-anonymization of Large Sparse Datasets. *IEEE Symposium on Security and Privacy*, 111–125. <https://doi.org/10.1109/SP.2008.33>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen K3.
- Rahardjo, B. (2020). *Manajemen Risiko dan Biaya K3 di Industri Logistik*. Jakarta: Universitas Pertahanan Press.
- Ridwan, A. (2018). Pengaruh Investasi K3 terhadap Produktivitas. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 25–34.
- Rose, S., Borchert, O., Mitchell, S., & Connelly, S. (2020). *Zero Trust Architecture* (NIST Special Publication 800-207). Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-207>
- Susanto, A., Ramli, K., & Yuliani, N. (2020). Tantangan Privasi Data di Era Digital. *Jurnal Teknologi dan Keamanan Siber*, 8(2), 101–115.
- Voigt, P., & Von dem Bussche, A. (2017). *The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide*. Springer International Publishing.
- Zhou, L., Wu, D., Zhang, B., & Cai, J. (2017). Security and Privacy in Cloud Computing: A Survey. *Sensors*, 17(9), 2093. <https://doi.org/10.3390/s17092093>

Petunjuk Submit Artikel

Kirimkan artikel berupa Word ke : ejournal.unis.ac.id/index.php/jimtek dan email: jimtek@unis.ac.id