

Kaizen Keselamatan Kerja untuk Mencapai Zero Accident melalui Digitalisasi Aplikasi K3L Patrol: Studi Longitudinal di PT XYZ

Suhartono, Nurulia Hidayah

Magister Terapan K3, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

*Corresponding authors : Suhartono

Email : Suhartonalip@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis tren kecelakaan kerja selama periode 2015–2025 serta mengevaluasi dampak implementasi digitalisasi aplikasi K3L Patrol berbasis pendekatan Kaizen terhadap kinerja keselamatan kerja di PT XYZ. Penelitian menggunakan desain kuantitatif longitudinal dengan pendekatan quasi-experimental melalui perbandingan sebelum dan sesudah implementasi digitalisasi, yaitu periode pra-digitalisasi (2015–2022) dan pasca-digitalisasi (2023–2025). Data sekunder yang dianalisis meliputi jumlah kecelakaan kerja, total jam kerja, dan jumlah hari kerja hilang. Indikator kinerja keselamatan yang digunakan adalah Frequency Rate (FR), Severity Rate (SR), dan Safety-T Score. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk melihat tren kecelakaan kerja serta analisis inferensial menggunakan independent samples t-test untuk menguji perbedaan indikator keselamatan antara dua periode penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata LTIFR menurun dari 1,29 pada periode pra-digitalisasi menjadi 0,76 pada periode pasca-digitalisasi (penurunan 41%), namun perbedaan tersebut belum signifikan secara statistik ($t = 2,21$; $p = 0,054$). Sebaliknya, rata-rata LTISR menurun secara signifikan dari 5,05 menjadi 2,03 (penurunan 60%) dengan hasil uji t ($t = 2,78$; $p = 0,024$). Nilai Safety-T Score selama periode penelitian berada dalam rentang ± 2 yang menunjukkan bahwa variasi kecelakaan masih berada dalam batas normal (common cause variation). Selain itu, partisipasi karyawan dalam pelaporan potensi bahaya meningkat sebesar 60,7% setelah implementasi digitalisasi K3L Patrol. Temuan ini menunjukkan bahwa digitalisasi sistem pelaporan berbasis Kaizen mampu meningkatkan partisipasi pekerja dalam pengawasan keselamatan serta berkontribusi terhadap penurunan tingkat keparahan kecelakaan kerja. Penelitian ini menyimpulkan bahwa digitalisasi sistem K3 berbasis pendekatan Kaizen merupakan strategi yang efektif dalam mendukung peningkatan budaya keselamatan menuju level dependent dan interdependent serta mendukung upaya pencapaian zero accident di lingkungan industri.

Kata kunci: Kaizen, Safety Culture, Frequency Rate, Severity Rate, Digitalisasi K3.

Abstract

This study aims to analyze occupational accident trends during the 2015–2025 period and evaluate the impact of implementing a digitalized K3L Patrol application based on the Kaizen approach on occupational safety performance at PT XYZ. The research employed a quantitative longitudinal design with a quasi-experimental approach by comparing the period before and after the implementation of digitalization, namely the pre-digitalization period (2015–2022) and the post-digitalization period (2023–2025). The secondary data analyzed included the number of occupational accidents, total working hours, and lost workdays. The safety performance indicators used in this study were Frequency Rate (FR), Severity Rate (SR), and Safety-T Score. Data analysis was conducted using descriptive statistics to examine accident trends and inferential analysis using an independent samples t-test to determine differences in safety indicators between the two research periods. The results show that the average Lost Time Injury Frequency Rate (LTIFR) decreased from 1.29 in the pre-digitalization period to 0.76 in the post-digitalization period (a reduction of 41%), although the difference was not statistically significant ($t = 2.21$; $p = 0.054$). In contrast, the average Lost Time Injury Severity Rate (LTISR) significantly decreased from 5.05 to 2.03 (a reduction of 60%) with t-test results ($t = 2.78$; $p = 0.024$). The Safety-T Score values during the study period were within the ± 2 range, indicating that

<http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/kesehatan>

Article History :

accident variations remained within normal limits (common cause variation). Furthermore, employee participation in hazard reporting increased by 60.7% after the implementation of the digitalized K3L Patrol system. These findings indicate that the digitalization of the safety reporting system based on the Kaizen approach can enhance employee participation in safety monitoring and contribute to reducing the severity level of occupational accidents. This study concludes that the digitalization of the occupational safety system based on the Kaizen approach is an effective strategy to support the improvement of safety culture toward dependent and interdependent levels and to support efforts to achieve zero accidents in industrial environments.

Keywords: Kaizen, Safety Culture, Frequency Rate, Severity Rate, Occupational Safety Digitalization.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri meningkatkan produktivitas nasional, namun juga meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Pengendalian kecelakaan kerja tidak hanya memerlukan sistem manajemen formal, tetapi juga penguatan budaya keselamatan yang berkelanjutan.

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang telah menerapkan ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, serta SMK3. Meskipun sistem telah berjalan, tren kecelakaan kerja masih menunjukkan fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir.

Sebagai bagian dari continuous improvement berbasis Kaizen, perusahaan mengimplementasikan digitalisasi K3L Patrol yang memungkinkan pelaporan near miss, unsafe action, dan unsafe condition secara partisipatif melalui aplikasi digital. Pendekatan ini bertujuan mempercepat corrective action serta meningkatkan keterlibatan karyawan dalam pengawasan keselamatan.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis tren kecelakaan kerja 2015–2025
2. Menguji perbedaan indikator keselamatan sebelum dan sesudah digitalisasi
3. Mengevaluasi kontribusi digitalisasi terhadap penguatan budaya keselamatan

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi & Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lokasi PT XYZ dan penelitian dilakukan bulan Januari 2026.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuantitatif dengan desain longitudinal** untuk menganalisis tren kecelakaan kerja selama periode sebelas tahun (2015–2025) di PT XYZ. Desain longitudinal dipilih untuk mengamati perubahan indikator kinerja keselamatan sebelum dan sesudah penguatan digitalisasi K3L Patrol sebagai bagian dari program Kaizen keselamatan kerja.

Penelitian ini bersifat **quasi-experimental dengan pendekatan prepost comparison**, yaitu membandingkan periode sebelum penguatan digitalisasi (2015–2022) dan periode sesudah penguatan digitalisasi (2023–2025). Penelitian tidak menggunakan randomisasi atau kelompok kontrol eksternal, sehingga termasuk dalam kategori quasi-experimental berbasis data sekunder organisasi.

Data yang digunakan merupakan data sekunder kecelakaan kerja perusahaan, meliputi jumlah kasus kecelakaan, jam kerja, dan jumlah hari hilang kerja (*lost workdays*). Indikator kinerja keselamatan dianalisis menggunakan:

- a) **Frequency Rate (FR)** untuk mengukur tingkat frekuensi kecelakaan kerja (tingkat keseringan kecelakaan kerja)
- b) **Severity Rate (SR)** untuk mengukur tingkat keparahan kecelakaan berdasarkan hari kerja hilang, dan
- c) **Safety-T Score** untuk mengevaluasi stabilitas variasi kinerja keselamatan berdasarkan pendekatan statistik pengendalian proses.

Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan tren tahunan kecelakaan kerja. Selanjutnya, analisis inferensial dilakukan menggunakan **independent samples t-test** untuk menguji perbedaan rata-rata indikator keselamatan antara periode sebelum dan sesudah penguatan digitalisasi. Selain itu,

dilakukan uji korelasi tren waktu untuk melihat pola perubahan kinerja keselamatan selama periode penelitian.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian ini menggunakan beberapa Teknik pengambilan data, antara lain :

1. Riset lapangan (data primer)

a. Metode interview

Pengumpulan data dengan tanya jawab yang dilakukan secara langsung dan sistematis kepada beberapa pihak terkait diantaranya : Bagian proses produksi , pekerja lain yang terkait, karyawan *supporting* (administrasi) dan Karyawan Dept HSE PT XYZ.

b. Metode observasi

Yaitu metode perolehan data dengan cara melakukan pengamatan serta pencatatan secara langsung pada obyek yang diteliti di PT XYZ seperti sumber daya yang tersedia, waktu proses dan lain-lain

2. Riset Kepustakaan (data sekunder)

Adalah penelitian dengan mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada

3.4. Obyek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah analisis data kecelakaan yang terjadi di PT XYZ dalam 11 tahun terakhir (2015-2025) dan

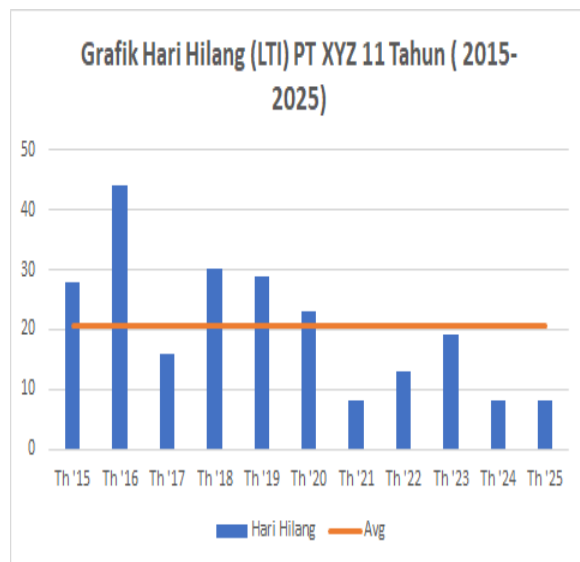
partisipasi karyawan dalam aplikasi K3L patrol dalam upaya menuju zero accident dan kematangan budaya K3 di level *Dependent dan Interdependent (Bradly Curve)*

HASIL PENELITIAN

1. Analisis kejadian kecelakaan kerja PT XYZ dalam 11 tahun terakhir (2015-2025)

Dalam 11 tahun terakhir (2015-2025) di PT XYZ telah terjadi 93 kecelakaan kerja dengan hari hilang 226 hari (Loss time injury > 1x24 jam atau tidak bisa bekerja pada shift berikutnya) .

Dari data , dalam 11 tahun terakhir rata-rata jumlah accident 8.45x/tahun. Tahun 2015, 2016, 2017, 2023 dan 2025 melebihi rata-rata.

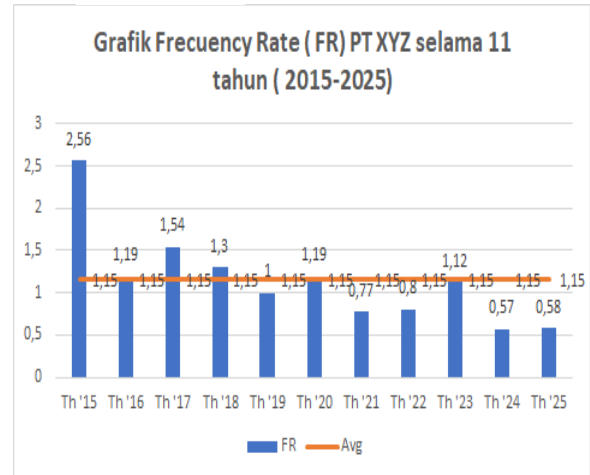


Sumber : Dept HSE PT XYZ

Rata-rata jumlah hari hilang di PT XYZ selama 11 tahun terakhir adalah 20.55 hari/tahun. Tahun 2015, 2016, 2018, 2019 dan 2020 melebihi nilai rata-rata dalam 11 tahun

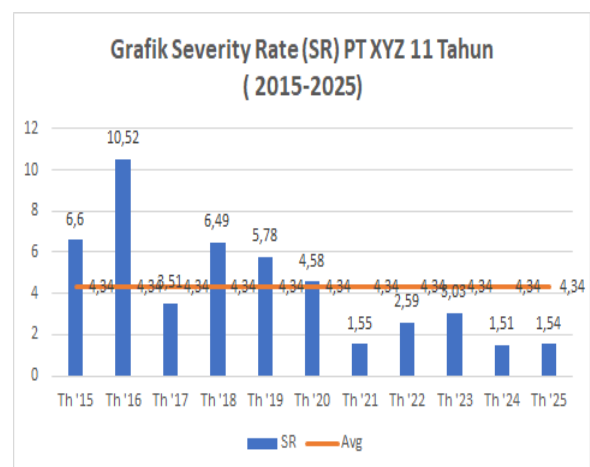
terakhir. Dalam 3 tahun terakhir (2023-2025) grafik hari hilang menunjukkan kecenderungan penurunan.

Grafik 2



Sumber : Dept HSE PT XYZ

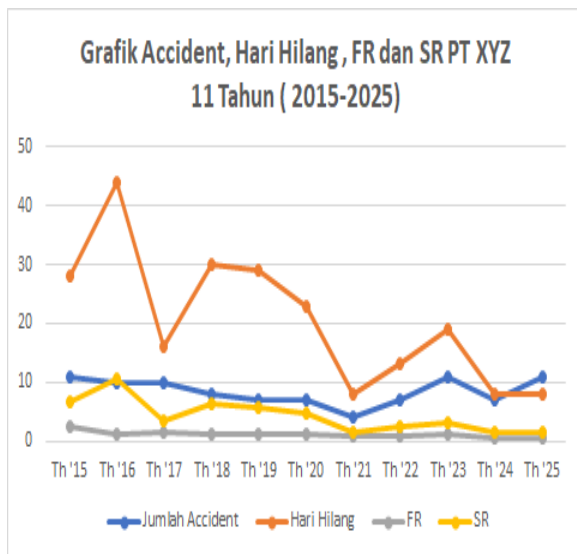
Rata-rata *Frekuensi Rate (FR)* dalam 11 tal Grafik 3 adalah 1.15. Tahun 2015, 2017, 2018 , 2020 dan 2023 melebihi rata-rata. Dalam 3 tahun terakhir (2023-2025) terjadi kecenderungan penurunan. FR menunjukkan seberapa sering terjadi accident dalam tiap tahunnya dari kegiatan operasional PT XYZ dalam menghasilkan barang dan jasa.



Sumber : Dept HSE PT XYZ

Rata-rata angka severity rate (SR) PT XYZ dalam 11 tahun terakhir adalah 4.34 per tahun. Data dalam 3 tahun terakhir (2023-2025) menunjukkan kecenderungan penurunan. Angka SR adalah menunjukkan seberapa parah tingkat kecelakaan terjadi.

Grafik 4



Sumber : Dept HSE PT XYZ

Secara umum dalam 11 terakhir (2015-2025) grafik jumlah *accident* (LTI >1x24 Jam) menunjukkan angka yang berkencenderungan meningkat, hari hilang (LTI > 1x24 jam) angka FR dan SR menunjukkan trend grafik yang menurun terutama dalam 3 tahun terakhir (2023-2025). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kecelakaan yang meningkat tidak serta merta menaikkan angka FR, SR dan jumlah hari hilang (LTI > 1x24 jam)

2. Analisis Safety-T Score

Dari analisis data Safety-T Score angka-angka parameter kecelakaan PT XYZ tidak ada

yang menunjukkan perubahan yang signifikan (Perubahan dianggap signifikan bila angka Safety-T Score menunjukkan angka diatas 2 atau -2).

3. Penyebab Accident

Dari data kecelakaan kerja terlihat bahwa sebagian besar (97.85%) *accident* disebabkan oleh perilaku yang tidak aman (*unsafe condition*) dan ini selaras dengan teori penyebab kecelakaan kerja, bahwa sebagian besar karena faktor perilaku yang tidak aman. Dominasi *unsafe action* menunjukkan pentingnya pendekatan *behavioral safety* dan penguatan budaya keselamatan.

4. Digitalisasi Patrol K3L

Peningkatan partisipasi karyawan dalam pelaporan sumber bahaya (*near miss*, *unsafe action* & *unsafe condition*) sebelum dan sesudah penerapan digitalisasi K3L patrol meningkat sebesar 60.7% (sebelum penerapan rata-rata 364 laporan pertahun, dan setelah penerapan rata-rata 585 laporan pertahun)



Tampilan aplikasi K3L Patrol PT XYZ

PEMBAHASAN

Berdasarkan data 11 tahun terakhir (2015-2025), jumlah kecelakaan kerja di PT XYZ mencapai 93 kasus dengan total hari hilang 226 hari. Rata-rata kecelakaan sebesar 8,45 kasus/tahun menunjukkan bahwa secara kuantitatif perusahaan masih menghadapi tantangan dalam pengendalian kejadian LTI (>1x24 jam).

Secara umum grafik jumlah accident menunjukkan kecenderungan meningkat, khususnya pada tahun 2015, 2016, 2017, 2023 dan 2025 yang berada di atas rata-rata. Namun, menariknya, indikator keparahan seperti **LTIFR** dan **LTISR** justru menunjukkan tren menurun dalam tiga tahun terakhir (2023–2025). Hal ini mengindikasikan bahwa:

- a) Pengendalian pasca-incident semakin efektif
- b) Tingkat keparahan kecelakaan relatif lebih ringan
- c) Respons medis dan sistem pelaporan semakin cepat

Fenomena ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kasus tidak secara otomatis meningkatkan tingkat keparahan kecelakaan. Artinya, sistem kontrol dan mitigasi yang berjalan telah mampu menekan dampak kecelakaan meskipun frekuensi kejadian belum sepenuhnya terkendali. Dari perspektif manajemen K3, kondisi ini menggambarkan bahwa PT XYZ berada pada

fase transisi dari **reaktif menuju proaktif**, di mana sistem pengendalian sudah cukup baik dalam membatasi dampak, namun belum sepenuhnya efektif dalam mencegah terjadinya unsafe act di level individu.

Uji beda independent t-test LTFR & LTISR menunjukkan :

Rata-rata LTIFR pada periode 2015–2022 sebesar **1,29**, sedangkan pada periode 2023–2025 menurun menjadi **0,76**. Secara deskriptif, terjadi penurunan sebesar 0,53 poin atau sekitar 41%.

Namun, hasil uji t menunjukkan nilai:

- a) **t = 2,21**
- b) **p = 0,054**

Karena nilai $p > 0,05$, maka secara statistik perbedaan tersebut **tidak signifikan pada tingkat signifikansi 5%**. Artinya, meskipun terjadi penurunan secara numerik yang cukup besar, bukti statistik belum cukup kuat untuk menyatakan bahwa penguatan digitalisasi secara signifikan menurunkan LTIFR pada taraf kepercayaan 95%.

Namun demikian, nilai p yang mendekati 0,05 menunjukkan adanya **kecenderungan (trend toward significance)**. Dalam konteks manajemen keselamatan, hal ini tetap memiliki makna praktis (*practical significance*), terutama bila didukung oleh konsistensi tren tahunan.

Rata-rata LTISR pada periode 2015–2022 sebesar **5,05**, dan menurun menjadi **2,03** pada periode 2023–2025. Penurunan ini secara deskriptif mencapai sekitar 60%.

Hasil uji t menunjukkan:

- a) **t = 2,78**
- b) **p = 0,024**

Karena nilai $p < 0,05$, maka perbedaan tersebut **signifikan secara statistik**. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara periode sebelum dan sesudah penguatan digitalisasi terhadap tingkat keparahan kecelakaan kerja.

Secara inferensial, hasil ini menunjukkan bahwa intervensi digitalisasi memiliki dampak yang lebih kuat terhadap **pengurangan tingkat keparahan kecelakaan (severity)** dibandingkan terhadap frekuensi kejadian (*frequency*).

Hasil analisis *Safety-T Score* menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan (tidak ada nilai $> +2$ atau < -2). Artinya, fluktuasi angka kecelakaan masih berada dalam batas variasi normal (*common cause variation*).

Interpretasi dari hasil ini adalah:

- a) Tidak terjadi lonjakan ekstrem maupun perbaikan drastis

- b) Sistem K3 berjalan stabil tetapi belum mengalami breakthrough improvement
- c) Perlu pendekatan perbaikan sistematis berbasis *continuous improvement (Kaizen)*

Data menunjukkan bahwa 97,85% kecelakaan disebabkan oleh unsafe action, dan hanya 2,2% akibat unsafe condition. Temuan ini sangat signifikan dan konsisten dengan teori Heinrich's Domino Theory yang menyatakan bahwa ±88-90% kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia.

Namun perlu dilakukan analisis lebih mendalam. Unsafe action bukan semata-mata kesalahan individu, tetapi merupakan refleksi dari:

- a) Persepsi risiko
- b) Safety mindset
- c) Kepemimpinan keselamatan
- d) Sistem pengawasan
- e) Budaya organisasi

PT XYZ menargetkan peningkatan budaya K3 menuju level *Dependent dan Interdependent* dalam *Bradley Curve*. Karakteristik level tersebut:

- a) Safety dimulai dari diri sendiri
- b) Saling menjaga antar karyawan
- c) Intervensi aktif terhadap tindakan tidak aman

Implementasi aplikasi digital K3L Patrol dalam tiga tahun terakhir merupakan langkah strategis menuju budaya dependent & interdependent serta upaya menuju zero accident, karena:

- a) Memberikan ruang partisipasi semua karyawan
- b) Meningkatkan pelaporan unsafe action
- c) Mendorong peer-to-peer observation
- d) Mempercepat corrective action

Penurunan angka LTIFR dan LTISR dalam tiga tahun terakhir mengindikasikan bahwa digitalisasi ini mulai memberikan dampak positif terhadap pengendalian keparahan kecelakaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan digitalisasi sistem pelaporan keselamatan melalui aplikasi K3L Patrol yang dikombinasikan dengan pendekatan perbaikan berkelanjutan (Kaizen) memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kinerja keselamatan kerja di PT XYZ. Analisis tren kecelakaan selama periode 2015–2025 memperlihatkan adanya perbaikan kinerja keselamatan setelah implementasi sistem digital pada tahun 2023. Penurunan nilai LTIFR sebesar 41% menunjukkan adanya kecenderungan penurunan frekuensi kecelakaan kerja, meskipun secara statistik belum menunjukkan perbedaan yang

signifikan. Sebaliknya, indikator keparahan kecelakaan (LTISR) mengalami penurunan yang signifikan hingga 60%, yang menandakan bahwa dampak kecelakaan terhadap kehilangan hari kerja dapat ditekan secara nyata setelah implementasi sistem digital.

Selain itu, peningkatan partisipasi pekerja dalam pelaporan potensi bahaya sebesar 60,7% menunjukkan bahwa digitalisasi sistem K3 mampu mendorong keterlibatan aktif pekerja dalam pengawasan keselamatan kerja. Hal ini mengindikasikan bahwa transformasi digital tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatatan atau pelaporan, tetapi juga sebagai instrumen yang memperkuat komunikasi keselamatan, transparansi informasi, serta respons cepat terhadap potensi bahaya di tempat kerja.

Nilai Safety-T Score yang berada dalam rentang ± 2 menunjukkan bahwa fluktuasi kecelakaan kerja selama periode penelitian masih berada dalam batas variasi normal (common cause variation). Dengan demikian, perbaikan yang terjadi lebih merefleksikan peningkatan sistem pengelolaan keselamatan secara bertahap dan konsisten melalui pendekatan Kaizen yang menekankan perbaikan berkelanjutan dan keterlibatan seluruh elemen organisasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi antara digitalisasi sistem keselamatan dan filosofi Kaizen merupakan strategi yang efektif dalam

memperkuat budaya keselamatan kerja. Implementasi sistem K3 berbasis digital tidak hanya berkontribusi pada penurunan tingkat keparahan kecelakaan, tetapi juga mampu meningkatkan kesadaran serta partisipasi pekerja dalam pengendalian risiko. Dengan demikian, pendekatan ini berpotensi menjadi salah satu model pengelolaan keselamatan yang adaptif dan berkelanjutan dalam mendukung tercapainya budaya keselamatan tingkat **dependent menuju interdependent** serta memperkuat upaya pencapaian **zero accident** di lingkungan industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada manajemen PT XYZ atas dukungan, izin penelitian, serta keterbukaan dalam menyediakan data yang diperlukan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh karyawan dan tim Departemen Health, Safety, and Environment (HSE) PT XYZ yang telah memberikan kontribusi melalui partisipasi, masukan, serta dukungan dalam implementasi dan pengembangan sistem digitalisasi K3L Patrol. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan praktik keselamatan kerja di lingkungan industri serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja

DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Labour Organization. Global trends on occupational accidents and diseases. Geneva: International Labour Organization; 2023.
- [2] International Labour Organization. Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience. Geneva: ILO; 2019.
- [3] International Organization for Standardization. ISO 45001: Occupational health and safety management systems—Requirements with guidance for use. Geneva: ISO; 2018.
- [4] International Organization for Standardization. ISO 31000: Risk management—Guidelines. Geneva: ISO; 2018.
- [5] National Safety Council. Injury facts. Itasca: National Safety Council; 2023.
- [6] James Reason. Managing the risks of organizational accidents. New York: Routledge; 2021.
- [7] Andrew Hopkins. Safety, culture and risk: The organisational causes of disasters. London: Routledge; 2022.
- [8] Sidney Dekker. Safety differently: Human factors for a new era. Boca Raton: CRC Press; 2021.
- [9] Erik Hollnagel. Safety-II in practice: Developing the resilience potentials. Boca Raton: CRC Press; 2021.

- [10]David B. Yates. Safety professional's reference and study guide. Boca Raton: CRC Press; 2022.
- [11]Kim Y, Park J, Park M. Creating a culture of prevention in occupational safety and health practice. *Safety Sci.* 2016;89:273-82.
- [12]Clarke S. Safety leadership and the safety climate in organizations. *J Occup Health Psychol.* 2017;22(3):297-310.
- [13]Jiang L, Probst TM. The relationship between safety culture and safety performance. *Saf Sci.* 2019;113:187-98.
- [14]Neal A, Griffin MA. A study of safety climate and safety performance. *J Appl Psychol.* 2018;103(4):472-82.
- [15]Lingard H, Rowlinson S. Occupational health and safety in construction project management. *Int J Proj Manag.* 2019;37(2):260-73.
- [16]Guldenmund FW. Understanding and exploring safety culture. *Saf Sci.* 2018;99:1-12.
- [17]Hudson P. Implementing a safety culture in a major multinational. *Saf Sci.* 2017;99:15-28.
- [18]Kines P, Andersen LP. Safety management and safety culture improvement in industry. *Saf Sci.* 2020;130:104872.
- [19]Wachter JK, Yorio PL. A system of safety management practices and worker engagement. *Accid Anal Prev.* 2018;117:183-93.
- [20]Cooper MD. Behavioral safety and safety culture improvement. *Prof Saf.* 2021;66(6):34-41.